

Zweiter Theil.

Veränderungen der Nährstoffe durch die Verdauung und Aufgabe derselben für die Ernährung.

Die Ernährungslehre.

Die Verdauung.

Die Nährstoffe der menschlichen Nahrung gehen nach ihrer Aufnahme in den Mund nicht ohne weiteres in den Magen und das Blut über; sie bedürfen mit vereinzelten Ausnahmen nach Zerkleinerung der aufgenommenen festen Stoffe noch einer vorherigen Umarbeitung und Umsetzung, um aufnahmefähig zu werden.

Die Zerkleinerung der Nahrungsmittel geschieht, insofern sie nicht durch eine besondere Zubereitung (Kochen, Mahlen und Zerstoßen) vorbereitet ist, durch das Kauen im Munde.

Die kleinsten Stückchen, die durch das Kauen von einem regelrechten menschlichen Gebiss gebildet werden, haben nach J. U. Gaudenz einen Durchmesser von 0,01 mm, die grössten, die noch geschluckt werden können, einen Durchmesser von höchstens 12 mm; Stücke von über 12 mm Durchmesser werden beim Schlucken des Breies vollständig im Munde zurückbehalten und weiter zerkleinert. Die pflanzlichen Nahrungsmittel werden meistens besser zerkleinert als die thierischen.

Bei diesem mechanischen Vorgange werden dieselben mit dem Speichel vermischt und erleiden dadurch wesentliche Umsetzungen.

1. Die Einspeichelung und der Speichel. Der Speichel ist das Absonderungserzeugniß der Speicheldrüsen (der Ohrspeicheldrüse, Unterkieferdrüse und Unterzungendrüse, *glandula parotis, submaxillaris et sublingualis*), die sämtlich den Bau der zusammengesetzten traubenförmigen Drüsen (Fig. 1A S. 183) besitzen. Die Ausführungsgänge besitzen eine von einem einschichtigen Cylinderepithel (Fig. 1E) ausgekleidete selbständige Wandung, die aus Binde- und elastischem Gewebe zusammengesetzt ist und in deren Ductus Whartonianus noch glatte Muskelfasern hinzukommen. Alle Speicheldrüsen besitzen Nerven, die sowohl mit dem Nervus sympathicus als auch einem Gehirnnerven in Verbindung stehen.

Durch den Reiz dieser Nerven kommt die Speichelabsonderung zu Stande. Sie kann durch psychische Einflüsse und durch Reizung der Drüsennerven, sei es direkt z. B. bei Thieren oder reflektorisch durch chemische Hilfsmittel (Säuren, Zucker, Gewürze) oder mechanische Reizung der Mundschleimhaut (Kauen) unterstützt werden.

Die Speicheldrüsensubstanz besteht rund aus etwa 80 % Wasser, 19,5 % organischen und 0,5 % unorganischen Stoffen; unter den organischen Stoffen der Drüsen hat man gefunden: Albumin und Mucin, Nukleoproteide, Nukleïn, Enzyme und Zymogene, Leucin, Xanthinkörper und Extraktivstoffe.

Die Absonderungen der 3 Drüsen sind der Beschaffenheit wie Menge nach ein wenig verschieden, auch schwanken dieselben bei einer und derselben Drüse in gewissem Grade.

Die Menge des von den Drüsen durch den Reiz während des Kauens abgesonderten Speichel-Sekretes ist eine sehr bedeutende, sie übertrifft das Gewicht der Drüsen um das 8—14-fache. So fand Tuzcek¹⁾ das Gewicht der Speicheldrüsen beim erwachsenen Menschen zu 66 g; während des Essens werden täglich etwa 30—58 Minuten zum Kauen verwendet und beträgt die während 1 Stunde abgesonderte Speichelmenge für 100 g Drüse im Mittel etwa 1300 g, also für das Gesamtgewicht von 66 g Drüsen etwa 700—800 g Speichel mit 4,5—5,0 g festen Stoffen. Beim Pferd vermögen 100 g Drüse in 1 Stunde 1422 g, beim Rind 801 g Speichel zu liefern, also annähernd gleiche Mengen.

Die während des Kauens abgesonderte Menge Speichel richtet sich wesentlich nach der Art der Nahrungsmittel; sie schwankte nach Tuzcek's Untersuchungen für 100 g wasserfrei gedachter Nahrungsmittel zwischen 64,4 g (für in der Schale gekochte Kartoffeln) bis 504,3 g Speichel (für ein sehr hartes und trockenes süßes Gebäck). Die Menge lässt sich nicht genau bestimmen; Bidder und Schmidt berechneten sie zwischen 1000—2000 g im Tage für den Erwachsenen; im Durchschnitt dürfte sie für diesen täglich zwischen 1400—1500 g liegen.

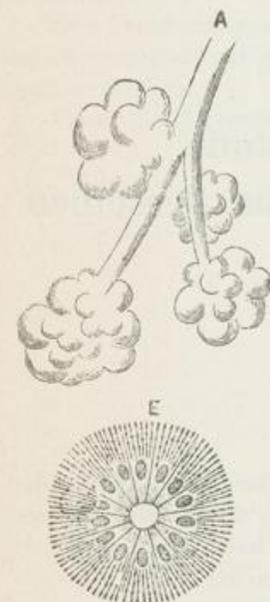


Fig. 1.

A ein Stückchen Parotis vom Hunde, durch Salpetersäure und chloresaurer Kali aufgehell, so dass die Drüsenbläschen nebst Ausführungsgängen sichtbar sind.

E Durchschnitt eines Speichelganges, mit Cylinder-epithel ausgekleidet.

(nach L. Landois)

Der Speichel enthält nur wenig feste Bestandtheile, nämlich 0,5—1,2 %; sein spec. Gew. schwankt zwischen 1,002—1,010; er ist eine farblose, schwach fadenziehende leicht schäumende Flüssigkeit, die von Epithel-, Schleim- und Speichelkörperchen getrübt ist, und sich an der Luft mit einer aus Calciumcarbonat mit etwas organischer Substanz bestehenden Haut überzieht. Die Reaktion ist regelmässig alkalisch (nach Chittenden und Ely 0,08 % Na_2CO_3 entsprechend), schwankt jedoch und kann unter Umständen (nach Sticker einige Stunden nach den Mahlzeiten) auch schwach sauer sein.

Die procentige Zusammensetzung des Speichels ist im Mittel von 6 Analysen folgende:

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1876, 12, 234.

Wasser	Feste Stoffe im Ganzen	Schleim u. Epithel	Lösliche organ. Stoffe (früheres Ptyalin)	Rhodankalium	Salze
99,35 %	0,65 %	0,19 %	0,20 %	0,07 %	0,19 %

Für 100 Thle. Asche fand Fr. Hammerbacher:

Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Chlor
45,72 %	9,59 %	5,01 %	0,16 %	8,38 %	18,95 %	18,35 %

Ausser den beiden Enzymen Ptyalin und Glukase sind an Stickstoffverbindungen auch Eiweiss und Mucin nachgewiesen; auch sollen Harnstoff und Ammoniak (von letzterem nach Heyward 0,004—0,01 %) regelmässige Bestandtheile des Speichels sein. Ferner ist darin vereinzelt salpetrige Säure nachgewiesen.

Das regelmässig vorkommende Rhodankalium lässt sich durch Zusatz eines Tropfens Eisenchlorid an der violettrothen Färbung erkennen.

Der wichtigste Bestandtheil des Speichels ist das Enzym Ptyalin, oder die Speicheldiastase. Es findet sich stets im Speichel des Menschen; bei Neugeborenen soll es nach Zweifel nur in der Parotis-Drüse, nicht aber in der Submaxillarisdrüse — erst 2 Monate nach der Geburt — vorkommen. Auch in dem Speichel ausgeprägter Fleischfresser fehlt das Ptyalin.

Das Ptyalin ist bis jetzt noch nicht im reinen Zustande gewonnen worden. Annähernd rein erhält man es dadurch, dass man es durch Tricalciumphosphat mechanisch niederreisst, den Niederschlag mit Wasser auswäscht, d. h. das Ptyalin in Wasser löst und die Lösung durch Alkohol fällt.

Die Wirkung des Ptyalins ist ähnlich der der Diastase (vergl. S. 51), aber wie diese auch nicht völlig aufgeklärt. Während man früher annahm, dass die durch Ptyalin gebildete Zuckerart d-Glukose (Dextrose oder Traubenzucker) sei, wiesen Musculus und von Mehring, ferner Brown und Heron nach, dass der gebildete Zucker vorwiegend aus Maltose besteht. E. Külz und J. Vogel¹⁾ lieferten dann den Beweis, dass bei der Hydrolyse der Stärke und des Glykogens durch Ptyalin ähnlich wie durch Diastase Isomaltose, Maltose und etwas d-Glukose gebildet werden. Die Bildung von d-Glukose beruht nach Röhm²⁾ u. A. auf der Spaltung (Inversion) der Maltose durch die gleichzeitig, wenigstens zeitweise im Speichel vorhandene Glukase.

Der natürliche, alkalisch reagirende Speichel wirkt nicht so kräftig zuckerbildend, wie neutralisirter Speichel; noch kräftiger wirkt derselbe bei äusserst schwach saurer Reaktion; ein grösserer Säuregehalt, ebenso wie ein grösserer Alkaligehalt, heben aber die zuckerbildende Wirkung desselben auf; die verzögernde oder hemmende Wirkung des freien Alkalis kann aber schon durch Kohlensäure aufgehoben werden, welche letztere auch in neutralen Lösungen fördernd wirkt. Quecksilberchlorid übt schon bei einem Gehalt von 0,005 % eine hemmende Wirkung aus; Magnesiumsulfat fördert in kleinen Mengen (0,025 %), hemmt dagegen in grösseren Mengen (0,5 %) die Zuckerbildung.

Unter sonst günstigen Verhältnissen nimmt die Geschwindigkeit der Lösung bzw. der zuckerbildenden Wirkung des Speichels, die nach Gaudenz schon nach $\frac{1}{2}$ Minute eintritt, einerseits mit der Enzymmenge, andererseits mit steigender Temperatur bis etwas über $+40^{\circ}$ zu. Auch wirkt der Speichel auf die

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1895, [N. F.], 31, 108.

²⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft 1894, 27, 3251.

einzelnen Stärkearten verschieden schnell lösend bzw. zuckerbildend, jedoch sind bestimmte und übereinstimmende Beziehungen bis jetzt noch nicht gefunden.

Nach J. Munk, Kühne und Hüfner soll der Speichel des Menschen auch ein fibrinverdauendes, peptonbildendes Enzym besitzen, während derselbe nach Sticker auch die Fähigkeit haben soll, aus dem schwefelhaltigen Oele von Rettig, Radieschen und Zwiebeln Schwefelwasserstoff abzuspalten.

Im Uebrigen äussert sich die Wirkung des Speichels bei der Verdauung in folgender Weise:

- a. er durchfeuchtet die Nahrungsbissen, macht sie schlüpfrig und bewirkt auf diese Weise ein besseres Hinabgleiten in den Magen;
- b. er fügt der Nahrung eine grössere Menge Wasser hinzu und wirkt lösend auf die Nährstoffe; er stellt gleichsam einen wässerigen Anzug derselben her, welcher von dem Magensaft leichter verarbeitet werden kann und aufnahmefähiger wird;
- c. in Folge der schaumigen Beschaffenheit des Speichels und der kauenden Bewegung wird den Nahrungsbissen atmosphärische Luft beigemischt, welche von Einfluss auf manche Zersetzungen und Umbildungen im Magen und Darm ist;
- d. die vortheilhafteste Wirkung des Speichels beruht endlich auf einer chemischen Umsetzung, vorwiegend der Zuckerbildung aus Stärke.

In wie weit aber letztere Wirkung beim Hinabgleiten des Bissens in den Magen zur Geltung kommt, hängt ab von der Geschwindigkeit, mit welcher der saure Magensaft in die verschluckten Speisen hineindringt und sich mit ihnen vermischt, sowie von dem Mengenverhältniss des Magensaftes und der Speisen im Magen.

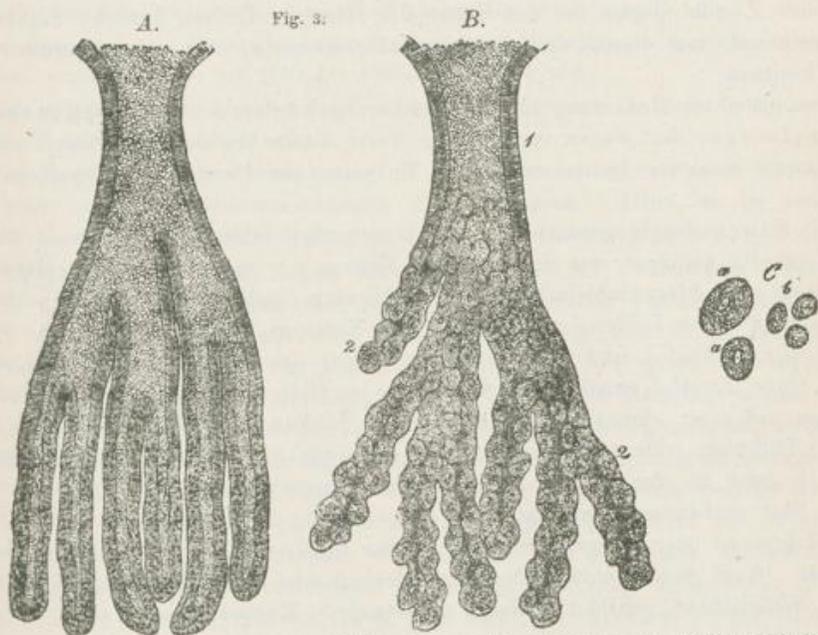
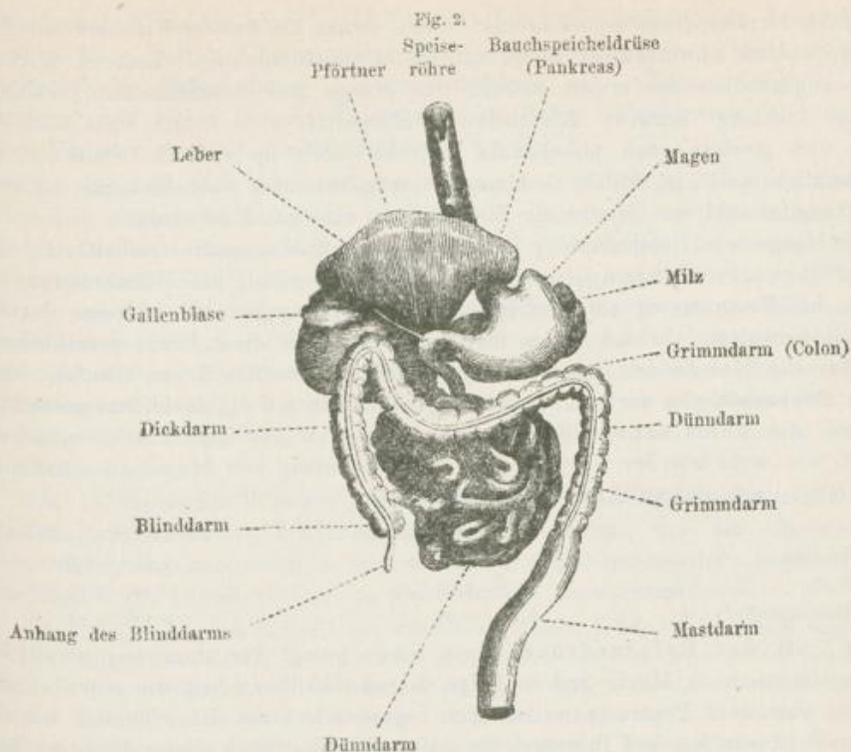
2. Die Verdauung im Magen und der Magensaft. Die durch Kauen und Einspeichelung im Munde zur Verdauung vorbereiteten Speisen verfallen im Magen der Einwirkung des Magensaftes. Letzterer wird von 2 Drüsenarten geliefert, nämlich von: 1. den Pylorus- oder Schleimdrüsen, welche die Pylorusstellen einnehmen und cylindrische, am Grunde zum Theil etwas verzweigte, mit cylindrischen Zellen ausgekleidete Schläuche bilden (vergl. Fig. 3); 2. den Fundus-, Lab- oder Pepsindrüsen im grösseren, röthlichen Theil der Schleimhaut, den vorigen ähnlich gestaltet, nur mit 2 Zellenarten versehen, nämlich a. Haupt- oder adelmorphen Zellen, in allen Theilen der Drüsen und im Drüsenhals ausschliesslich vorhanden, cylindrisch, den Zellen der Pylorusdrüsen ähnlich, b. Beleg- oder delomorphen Zellen, früher auch Lab- oder Pepsinzellen genannt, rundlich, im Drüsenkörper wandständig, hinter den Hauptzellen liegend, aber keine zusammenhängende Schicht bildend.

Durch das Cylinderepithel der Pylorusdrüsen wird Schleim von alkalischer Reaktion abgesondert, jedoch scheinen auch diese Drüsen die beiden Zymogene (Enzyme), Pepsin und Lab, zu enthalten.

Vorwiegend aber werden die beiden Enzyme von den Fundusdrüsen geliefert. Die Zellen dieser Drüsen bestehen aus einem eiweissreichen Protoplasma, die Kerne aus Nukleïn; ausserdem sind darin enthalten Fett, Cholesterin und Salze.

Die genannten Drüsen sondern nicht fortgesetzt Magensaft ab; die Absonderung ruht bei leerem Magen entweder ganz oder ist doch nur gering.

Nach Pawlow wirken auf die Absonderung vorwiegend zwei Umstände, nämlich ein Umstand psychischer Art: das leidenschaftliche Verlangen nach Speisen und



Zusammengesetzte Drüsen aus dem menschlichen Magen 100-mal vergr. A. Magenschleimdrüse vom Pylorustheil, B. Magensaftdrüse von der Cardia; 1. gemeinschaftliche Ausmündungshöhle, 2. die einfachen Schläuche bei A. mit Cylinderzellen, bei B. mit Labzellen. C. Einzelne Labzellen 350-mal vergrössert; a. grössere, delomorphe, b. kleinere, adelomorphe Zellen.

das Gefühl der Befriedigung bei ihrem Genuss, ferner als zweiter Umstand eine Einwirkung gewisser chemischer Stoffe auf die Magenschleimhaut. Letztere Wirkung tritt aber gegenüber der ersten, sowohl was Menge und Beschaffenheit (kräftigere Wirkung) anbelangt, zurück. Als chemische Reizmittel wirken nach Pawlow¹⁾ nur Wasser und gewisse noch unbekannte Extraktivstoffe im Fleisch, Fleischextrakt, wahrscheinlich auch in Milch; Kohlensäure Alkalien und Fett hemmen die Saftabsonderung, sowohl was Menge als Enzymgehalt des Saftes anbelangt.

Die Menge wie Beschaffenheit des abgesonderten Magensaftes richtet sich auch nach der Art der Nahrung, indem z. B. der Säuregehalt bei Fleischnahrung am grössten, bei Brotnahrung am niedrigsten sein soll, dagegen bei letzterer der Enzymgehalt vorwaltet. Jedoch lauten die Ergebnisse über diese Frage verschieden.

Ueber die Menge des täglich abgesonderten Magensaftes liegen ebenfalls keine sicheren Beobachtungen vor; K. Vierordt schätzt sie auf $\frac{1}{10}$ des Körpergewichtes.

Auch die chemische Zusammensetzung ist bis jetzt nicht eingehend ermittelt, was wohl mit der Schwierigkeit der Gewinnung von Magensaft zusammenhängen mag; nach einigen Analysen beträgt bei:

	Saft aus Pylorus-Drüsen	Saft aus Fundus-Drüsen
Spec. Gewicht	1,009—1,010	1,001—1,010
Feste Stoffe	1,65—2,05 %	0,60—2,70 %
davon Mineralstoffe ²⁾	0,15—0,22 "	0,12—0,25 "

Der Saft der Pylorusdrüsen (wie schon gesagt von durchweg alkalischer Reaktion) ist reich an Mucin und in Folge dessen dickflüssig fast wie eine Gallerte; er enthält aber auch Pepsin (zuweilen auch Salzsäure), wirkt daher ähnlich wie der Saft der Fundusdrüsen auf Proteinstoffe; seine Wirkung nach dieser Richtung tritt aber ohne Zweifel gegen die des Saftes der letzteren Drüsen zurück; dagegen soll er abweichend von diesen eine langsame stärkelösende, d. h. verzuckernde Eigenschaft besitzen.

Von grösserer Bedeutung für die Verdauung ist der Absonderungssaft der Fundusdrüsen, der wegen vorhandener freier Säure (Salz- oder Milchsäure) stets eine saure Reaktion besitzt und zwei Enzyme, das Pepsin und Chymosin (Lab) enthält.

Die Säure des Magensaftes besteht unter regelrechten Verhältnissen, wie man jetzt allgemein annimmt, aus Salzsäure. Früher war man der Ansicht, dass durch ein Enzym der Magenschleimhaut erst Milchsäure gebildet werde und diese aus Chlornatrium unter Bildung von milchsaurem Natrium Salzsäure frei mache, welche von Protein gebunden und bei der Peptonisirung des Proteins wieder frei werden sollte. Ohne Zweifel entsteht die Salzsäure im Blut und beruht die Absonderung derselben auf einer eigenartigen absondernden Wirkung der Drüsenzellen, ob durch einfache Diffusion oder sonst wie ist dagegen noch nicht erklärt. Man nimmt mit R. Maly jetzt an, dass die Salzsäure durch Massenwirkung von Kohlensäure auf das im Blut vorhandene Chlornatrium gebildet wird; denn es findet auch im Magen eines nüchternen oder hungernden Thieres eine regelrechte Absonderung von Magensaft statt. Auch wird während der Absonderung eine reichliche Menge Kohlensäure in der Schleimhaut gebildet. Nach anhaltendem Kochsalzhunger tritt, wie nicht

¹⁾ Pawlow: Die Arbeit der Verdauungsdrüsen. Wiesbaden 1898.

²⁾ Vorwiegend Kochsalz (0,10—0,15 %).

anders erwartet werden kann, wohl Pepsin, aber keine Salzsäure im Magensaft auf. Verabreicht man statt Chlornatrium, Brom- oder Jodnatrium, so tritt statt Chlorwasserstoffsäure Brom- bzw. Jodwasserstoffsäure auf. Dieser Umstand beweist allerdings noch nichts für die Entstehung der freien Salzsäure im Blut und muss dieser Vorgang noch als dunkel bezeichnet werden.

Der von Salzsäure saure Magensaft kann ziemlich lange Zeit ohne Zersetzung aufbewahrt werden; wird dagegen die Salzsäure neutralisirt, so tritt alsbald Gährung auf, bei welcher Milchsäure und andere organische Säuren gebildet werden; bei einem Gehalt von 0,07—0,12 % freier Salzsäure fällt der Magensaft noch keiner Milchsäuregährung anheim. Aus dieser Beobachtung schliesst man, dass die Milchsäure im Magen erst entsteht, wenn keine oder nur sehr wenig freie Salzsäure vorhanden ist, besonders auch bei krankhaften Zuständen (chronischem Magenkatarrh), wobei neben Milchsäure auch flüchtige Fettsäure, Essigsäure etc. und Gase wie Wasserstoff gebildet werden, welche Zustände sich durch Aufstossen, Sodbrennen und andere Anzeichen zu erkennen geben.

Der antiseptischen Wirkung der freien Salzsäure im Magensaft ist es auch zuzuschreiben, dass gewisse krankheitserregende Bakterien, wie der Cholerabacillus, gewisse Streptokokkusarten u. a. von demselben abgetödtet werden; auch auf gewisse Toxalbumine (S. 46) wirkt derselbe abschwächend bzw. vernichtend.

Zur Unterscheidung von Salzsäure und Milchsäure werden u. a. folgende Reaktionen vorgeschlagen:

1. 0,5 g Methylviolett werden in 1 l Wasser gelöst; setzt man von dieser Lösung einige Tropfen zu einer 1 %igen Salzsäure (10 ccm Salzsäure auf 1 l Wasser), so färbt sich die Flüssigkeit stahlblau, bei einer 0,8 %igen Milchsäure dagegen rothviolett.
2. Zu 2,0 g Karbolsäure in 100 ccm Wasser setzt man einige Tropfen Eisenchlorid bis zur bleibenden amethystblauen Färbung; letztere wird durch obige Salzsäure entfärbt, durch die Milchsäure-Lösung citronengelb.

Am sichersten aber schüttelt man zum Nachweise der Milchsäure im Magensaft letzteren mit Aether aus, verdunstet diesen und prüft den Rückstand auf Milchsäure.

Von grösster Bedeutung für die Verdauung sind neben der Salzsäure die beiden Enzyme, Pepsin und Chymosin.

Das Pepsin, als das wichtigere von beiden, ist wohl in seiner Wirksamkeit, nicht aber in seiner Zusammensetzung näher bekannt. Denn es ist nach den üblichen Verfahren noch nicht gelungen, das Pepsin rein zu gewinnen.

Pekelharing hält das Pepsin für ein Nukleoproteid, welches in Wasser und Glycerin löslich ist, beim Erhitzen der wässrigen Lösung gerinnt und allmählich zerstört wird, während es unzerstört in äusserst starker Verdünnung wirksam ist. In trockenem Zustande kann das Pepsin sogar auf über 100° erwärmt werden, ohne seine Wirkung einzubüssen. Bei neutraler oder alkalischer Reaktion ist das Pepsin unwirksam; in saurer Flüssigkeit löst es dagegen geronnene Proteinstoffe auf, wobei diese zunächst aufquellen und durchsichtig werden. Der günstigste Säuregrad beträgt 0,1 bis 0,25 % und scheint von allen Säuren Salzsäure die Wirkung am meisten zu unterstützen. Mit der Menge des Pepsins und steigender Temperatur bis zu gewissen Grenzen nimmt die proteïn-lösende Wirkung zu; die günstigste Temperatur ist 36—40°. Anhäufung grösserer Mengen Verdauungserzeugnisse hemmen die Wirkung, ebenso grössere Mengen Alkohol (10 % und darüber), Alkaloid-Verbindungen und Metallsalze, während kleinere Mengen Alkohol ohne Einfluss sind oder kleine Mengen von Salzen die Verdauung sogar befördern können.

Die Erzeugnisse der Proteinverdauung durch Pepsin sind Albumosen und Peptone (im älteren Sinne); das eigentliche Pepton Kühne entsteht erst bei der Pankreas-Einwirkung, vergl. S. 41. Das Verhältniss, in welchem die Albumosen bzw. Peptone (im älteren Sinne) gebildet werden, ist verschieden je nach Art der Proteinstoffe und nach Verlauf der Verdauung¹⁾.

Der bei der Verdauung der Nukleoproteinstoffe übrig bleibende unverdauliche Rest heisst Nukleïn bzw. Pseudonukleïn. Das Pseudonukleïn des Kaseïns kann sich bei anhaltender Verdauung lösen. Die den Proteinstoffen nahestehenden Stickstoffverbindungen (wie Leim, Mucin, Elastin etc.) liefern ähnliche Umsetzungsstoffe (vergl. S. 49).

Das zweite Enzym des Magens ist das Chymosin oder Lab, welches von der Magenschleimhaut des Menschen, besonders von dem Labmagen des Kalbes und Schafes — bei anderen Thieren ist es seltener — abgesondert und daraus in üblicher Weise gewonnen werden kann (vergl. S. 55). Die Natur dieses Enzyms ist noch weniger aufgeklärt, als die des Pepsins; es wird durch Erwärmen der wässrigen Lösung schon bei 60—70° in 10 Minuten, oder bei Anwesenheit von 0,3 % Salzsäure schon bei 37—40° also leichter als Pepsin zerstört und kann auf diese Weise von letzterem getrennt werden. Seine physiologische Wirkung besteht darin, Milch oder kalkhaltige Kaseïnlösungen zum Gerinnen zu bringen.

Indess scheint das Lab (Chymosin) nach N. Zuntz²⁾ für die Verdauung an sich nicht nothwendig, sondern ein Stoffwechselerzeugniss zu sein; denn es findet sich auch im Hoden — in Italien werden Hodenauszüge auch zum Dicklegen der Milch benutzt —, ferner in Mägen von Thieren, die wie Vögel, Fische, Frösche niemals Milch geniessen; endlich auch in Pflanzen und Bakterien. Nach L. Sternberg verzögert das Lab sogar die Verdauung des Kaseïns, und weil der Erwachsene mehr Lab absondert als der Säugling, so erklärt sich hieraus, dass der Säugling das Kaseïn der Milch besser ausnutzt, als der Erwachsene.

Durch die vorgeschilderten Vorgänge und durch die fortwährende Absonderung und Vermischung des Magensaftes mit den zerkleinerten Speisen nehmen letztere mehr und mehr eine breiige Beschaffenheit an, es bildet sich eine breiige Masse, welche Chymus genannt wird. Derselbe reagirt sauer und enthält die an sich in Wasser löslichen Bestandtheile der Nahrungsmittel, ferner die Umsetzungerzeugnisse der Proteinstoffe und Kohlenhydrate (letztere von der Einwirkung des Speichels her). Der Magensaft selbst ist ohne Einwirkung auf Kohlenhydrate, nur Rohrzucker kann durch die vorhandene Säure invertirt werden; bei krankhaften Zuständen kann Milchsäuregähmung eintreten (vergl. vorstehend S. 189).

Auch das Fett erfährt durch den Magensaft keine weitere Veränderung, als dass es bei der Körpertemperatur schmilzt; nur die stickstoffhaltige Membran des Fettzellgewebes wird vom Magensaft gelöst (verdaut), in Folge dessen das Fett frei und ebenfalls zum Schmelzen gebracht wird.

¹⁾ Bei lange fortgesetzter Verdauung mit Pepsin geht aber die Spaltung der Proteinstoffe auch mit Pepsin viel weiter. So fand Pfaunder (Zeitschr. f. physiol. Chem. 1890, 30, 90) nach halbjähriger Pepsineinwirkung auf Eiweiss weder aussalzbare Albumosen noch Stickstoffverbindungen, welche die Biuretreaktion der Peptone mehr gaben; auch mit Phosphorwolframsäure liessen sich erst Körper ausfällen, als die Masse vorher mit Salzsäure zerkoht war.

²⁾ Archiv f. Physiol. 1900, 362; vergl. Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahr.- u. Genussmittel 1901, 4, 601.

Die Zeit anlangend, welche die Speisen im Magen verweilen, so hängt dieselbe ganz von der Art und dem Zustande (gröbere oder feinere Zerkleinerung) derselben ab. Brot wird z. B. rasch in eine breiige Masse (Chymus) übergeführt, andere pflanzliche Nahrungsmittel dagegen z. B. Kartoffeln, wenn sie nicht hinreichend fein zerkaut werden, finden sich häufig mehrere Stunden nach einer Mahlzeit noch als feste und wenig veränderte Stückchen im Mageninhalt. Unter Umständen dauert es auch nur 15–30 Minuten, bis die Speisen durch den Pförtner in den Darm übergehen; es ist dieses besonders dann der Fall, wenn die Nahrungsmittel leicht verdaulich sind. In dieser Hinsicht muss man aber bei den proteinreichen Nahrungsmitteln, welche vorwiegend nur der Wirkung des Magensaftes unterliegen, unterscheiden zwischen der Geschwindigkeit, mit welcher die Proteinstoffe in Albumosen und Peptone übergeführt werden, und der Geschwindigkeit, mit welcher die Nahrungsmittel derart zu Chymus verarbeitet werden, dass sie in den Darm übergehen können. Es ist dieses besonders zu beachten bei krankhaften Zuständen. Wenn in Folge solcher die Verdauungsthätigkeit im Magen herabgesetzt ist, so empfiehlt es sich, solche Nahrungsmittel zu wählen, welche die Thätigkeit des Magens wenig in Anspruch nehmen, also letzteren thunlichst leicht und rasch verlassen, einerlei ob die Proteinstoffe derselben etwas leichter oder schwieriger in Albumosen bezw. Peptone übergeführt werden. Man wird daher für solche Fälle thunlichst flüssige oder breiig beschaffene Speisen wählen, auch wenn die Proteinstoffe in diesem Zustande weniger leicht hydrolysiert werden. Ein hart gekochtes Eiweiss (bezw. Ei) wird durch Magensaft (Pepsin) bei einem Salzsäuregehalt von 0,1–0,2% leichter peptonisirt, als flüssiges Eiweiss (rohes Ei); dennoch wird man ein rohes oder weich gekochtes Ei für magenschwache Zustände dem hartgekochten vorziehen. Aehnlich verhält sich gekochtes und rohes Fleisch.

3. Die Galle. Der mit dem sauren Magensaft durchtränkte und zum Theil ungeänderte Speisebrei, der Chymus, geht in den Darm (Dünndarm) über.

Hier unterliegt er zunächst der Einwirkung der Galle, dann der des Bauchspeichels oder Pankreassaftes und des Darmsaftes.

In den oberen Theilen des Dünndarms behält der Speisebrei seine von dem sauren Magensaft herrührende saure Reaktion bei, wird aber durch Vermischung mit den alkalischen Säften der Galle und der Bauchspeicheldrüse nach abwärts mehr und mehr alkalisch.

Die in den oberen Theil des Dünndarms sich ergiessende Galle ist das Absonderungserzeugniss der Leber. Sie ist ein Gemenge von der Absonderung der Leberzellen (Lebergalle), sowie von den Drüsen der Gallengänge und von der Schleimhaut der Gallenblase (Blasengalle).

Die Bildung der Galle beruht auf einer Zellenthätigkeit, anscheinend verknüpft mit einer Oxydation. Die Galle wird beständig abgesondert. Die wesentlichen Bestandtheile der Galle entstehen erst in der Leber und zwar die Gallenfarbstoffe wohl sicher aus dem Blutfarbstoff; denn das normale Blut, auch das der Leber zuströmende Blut enthält keine Gallenbestandtheile, auch nicht nach Unterbindung oder Exstirpation der Leber. Nur wenn der Abfluss der Galle aus der Leber behindert ist, wird das Blut gallehaltig; die Gewebe färben sich gelb, es tritt die Gelbsucht (Ikterus) auf und in dem grünlichbraunen Harn, durch welchen die in das Blut über-

gegangene Galle ausgeschieden wird, lassen sich Gallensäuren und Gallenfarbstoffe nachweisen¹⁾.

Die Galle ist nämlich durch folgende eigenartigen Bestandtheile ausgezeichnet:

a) Durch 2 Säuren, die Taurocholsäure ($C_{52}H_{45}NS_2O_{14}$) und Glykocholsäure ($C_{52}H_{43}NO_{12}$), welche beide an Natrium gebunden als Natriumsalze vorhanden sind.

Die gallensauren Alkalien sind löslich in Wasser und Alkohol, unlöslich in Aether, ferner wie die freien Säuren optisch aktiv und rechtsdrehend. Durch Kochen mit Säuren oder Alkalien spalten sie sich in die stickstofffreie Cholalsäure $C_{24}H_{40}O_5$ und in Taurin (Amidoäthansulfonsäure) $C_2H_4 \cdot NH_2 \cdot SO_2 \cdot OH$ bzw. Glykokoll (Amidoessigsäure) $CH_2 \cdot NH_2 \cdot COOH$. Ausser Tauro- und Glykocholsäure giebt es anscheinend noch eine 3. Gruppe Gallensäure in der Galle verschiedener Thiere. Die v. Pettenkofer'sche Reaktion¹⁾ auf Galle rührt von den Gallensäuren her.

b) Durch 2 Farbstoffe, einen gelbbraunen bzw. rothgelben, Bilirubin ($C_{33}H_{30}N_4O_6$) und einen grünen, Biliverdin ($C_{32}H_{36}N_6O_8$).

Das Bilirubin stammt anscheinend aus dem Hämatin des Blutes her, kommt vorwiegend als Bilirubinkalk in den Gallensteinen vor und geht durch Oxydation in Biliverdin und andere Farbstoffe über. Es ist unlöslich in Wasser, schwer löslich in Alkohol und Aether, dagegen leicht löslich in Chloroform.

Überschichtet man in einem Reagensglase Salpetersäure, welche etwas salpetrige Säure enthält, vorsichtig mit einer Lösung von Bilirubinalkali in Wasser, so entstehen farbige Schichten in folgender Reihenfolge von oben nach unten: grün, blau, violett, roth und rothgelb (v. Gmelin'sche Reaktion).

Das Biliverdin kommt ausser in der Galle in erbrochenem Mageninhalt, in Vogeleierschalen, im Harn bei Ikterus und zuweilen in Gallensteinen vor.

Es ist unlöslich in Wasser, Aether und Chloroform, dagegen in Alkohol und Eisessig mit schön grüner Farbe löslich. Durch Einwirkung von Ammoniumsulfhydrat kann das Biliverdin zu Bilirubin reducirt werden. Das Biliverdin giebt die Gmelin'sche Reaktion, mit der blauen Farbe anfangend.

c) Durch folgende, häufig vorkommende Bestandtheile: Cholesterin, Lecithin, Fette und Salze (Seifen) der Fettsäuren (Myristinsäure in der Rindergalle), Harnstoff (in den Gallen des Menschen und der meisten Thiere spurenweise, in denen von Haifisch und Rochen dagegen als Hauptbestandtheil in grossen Mengen). Die Gallensteine bestehen beim Menschen durchweg aus Cholesterin (Cholesterinsteine)²⁾.

Die Galle besitzt entweder eine neutrale oder alkalische Reaktion. Die Farbe ist bei verschiedenen Thieren wechselnd, goldgelb, gelbbraun, olivenbraun, braungrün,

¹⁾ Behufs Nachweises der Gallenstoffe mischt man nach v. Pettenkofer zweckmässig etwas der gallehaltigen Flüssigkeit mit konc. Schwefelsäure mit der Vorsicht, dass die Temperatur nicht höher wie bis 60 oder 70° steigt, setzt dann unter Umrühren mit einem Glasstabe tropfenweise eine 10 % - ige Rohrzuckerlösung zu. Bei Gegenwart von Galle erhält man eine schön rothe Flüssigkeit, die bei gewöhnlicher Temperatur allmählich blau-violett wird.

Da diese Reaktion auf der Bildung von Furfurol aus Zucker beruht, so kann man die Reaktion auch in der Weise anstellen, dass man die Galle in Alkohol löst, diese Lösung mit Thierkohle reinigt bzw. entfärbt, zu je 1 ccm der alkoholischen Lösung 1 Tropfen Furfurolösung und 1 ccm konc. Schwefelsäure zusetzt und dann abkühlt, um ein Erwärmen zu vermeiden.

²⁾ Zum Unterschied hiervon unterscheidet man als Gallensteine die Pigmentsteine, welche aus Pigmentkalk bestehen und vorwiegend bei Rindern und Schafen vorkommen. Eine dritte Art Gallensteine, welche aber selten vorkommen, besteht aus Calciumkarbonat und -phosphat.

gras- oder blaugrün. Das spec. Gewicht der Galle schwankt beim Menschen zwischen 1,01—1,04, und dementsprechend der Gehalt an festen Stoffen zwischen 2,0—17,0%. Die Lebergalle ist ärmer an festen Stoffen als die Blasengalle; für erstere fand Hammarsten im Mittel von 3 Proben, für letztere Frerichs und v. Gorup-Besanez im Mittel von 4 Proben folgende procentige Zusammensetzung:

Art der Galle	Wasser %	Mucin und Farbstoff %	Gallensaure Alkalien %	Taurocholat %	Glykocholat %	Fettsäuren aus Seifen %	Cholesterin %	Lecithin %	Fett %	Salze	
										lösliche %	unlösliche %
1. Lebergalle . .	97,14	0,49	1,22	0,24	0,98	0,11	0,12	0,04	0,05	0,73	0,03
2. Blasengalle . .	86,00	2,40	8,36	—	—	—	0,21	—	2,25	0,78	

Die Menschengalle ist durchweg (2—14-mal) reicher an Glykochol- als an Taurocholsäure.

Die Menge der Gallenabsonderung anlangend, so hat Ranke beim Menschen eine solche von 14 g für 1 kg Körpergewicht und 24 Stunden, Pfaff und Balch eine solche von 514—950 ccm in 24 Stunden beobachtet. Jedoch lassen sich auch hier wie bei anderen Verdauungssäften die Mengen nicht genau feststellen. Beim Hungern nimmt die Absonderung naturgemäss ab, nach Nahrungsaufnahme steigt sie wieder an. Viel Protein in der Nahrung, besonders Fleischnahrung, befördert die Absonderung, während Kohlenhydrate sie herabsetzen; über die Wirkung des Fettes ist man noch nicht einig; nach einigen Angaben wirkt es vermindernd, nach anderen Angaben als sog. Cholagogum fördernd auf die Gallenabsonderung.

Die Rolle der Galle bei der Magenverdauung ist unzweifelhaft eine sehr wichtige, wenngleich die Wirkung derselben im Einzelnen noch nicht ganz aufgeklärt ist. Es wird angenommen, dass die im Chymus gelösten Proteinstoffe und Leim durch die Gallensäuren gefällt werden, um später durch die Einwirkung des Sekrets der Bauchspeicheldrüsen wieder in Lösung zu gehen. Die saure Reaktion des Chymus geht mehr und mehr in eine neutrale bis alkalische über.

Die Peptonisierung, d. h. die Wirkung des Pepsins, wird durch die Galle von 1% aufwärts vermindert und bei 20% fast ganz aufgehoben (Chittenden und Cammins); die Glykocholsäure als solche soll die Thätigkeit des Pepsins nicht beeinträchtigen, während nach Maly und Emich schon 0,2% und nach Chittenden und Cammins 0,5% Taurocholsäure hinreichen, um die Wirkung des Pepsins aufzuheben.

Auf die stickstofffreien Extraktstoffe (Stärke, Gummi, Dextrin etc.) übt frische Galle verschiedener Thiere eine mehr oder minder schwache diastatische Wirkung aus (Nasse, v. Wittich); 0,2% Taurocholsäure und 0,5—1,0% Glykocholsäure als solche dagegen hemmen oder verhindern die diastatische Wirkung der Galle (Maly, Emich, Chittenden und Cammins). Es scheint somit, dass der hemmende Einfluss dieser Säuren bzw. deren Natriumverbindungen durch andere in der Galle natürlich vorkommende Stoffe theilweise aufgehoben wird.

Von grösster Bedeutung ist die Galle für die Verdauung des Fettes. Denn bei Ausschluss der Galle vom Darmkanal ist ebenso wie bei Ikterischen die Fett-

aufsaugung wesentlich herabgesetzt; ferner wird bei Abwesenheit von Galle das Verhältniss von Fettsäuren und Neutralfett derart verändert, dass etwa 80—90% des mit dem Koth unausgenutzt ausgestossenen Fettes aus Fettsäuren bestehen, dagegen unter regelrechten Verhältnissen nur etwa $\frac{1}{2}$ mal soviel, nämlich 30—40% (Röhmann und Munk). Die Art und Weise der Wirkung der Galle ist noch nicht völlig aufgeklärt. Nach der einen Ansicht bringt die Galle die Fette in einen fein vertheilten Zustand, in eine Emulsion und befördert dadurch ihre Aufnahme, nach der anderen vermag dieselbe — wie ebenso Pankreassaft — die Glyceride in freie Fettsäuren und Glycerin zu spalten, d. h. zu verseifen, indem sich durch die Umsetzung mit den gallensauren Natriumsalzen fettsaures Natrium bildet (M. Nencki¹⁾).

In der Verseifung der Fette kann aber nicht die wesentliche Wirkung der Galle für die Fettverdauung liegen, weil, wie schon gesagt, bei Ausschluss der Galle (wie auch des Pankreassaftes) das im Koth ausgeschiedene Fett zum allergrössten Theile aus freien Fettsäuren besteht. Das Auftreten freier Fettsäuren kann auch durch das fettspaltende Enzym, das Steapsin oder die Lipase, welche im Pankreassaft und Blut nachgewiesen sind, bedingt sein. Wenn aber auch bei Ausschluss von Galle und Pankreassaft grosse Mengen freier Fettsäuren im Koth auftreten, so muss die Bildung derselben im Darm vor sich gegangen sein, indem sich entweder auch im Darm fettspaltende Enzyme finden oder Lipase aus dem Blut in den Darm übertritt.

Kastle und Loewenhart²⁾ gewannen die Lipase in der That aus vielen thierischen Organen (Leber, Bauchspeicheldrüse, Dünndarm, Magen, Unterkieferdrüse und Nieren); sie spaltet einen Ester um so leichter, je grösser das Molekulargewicht der zugehörigen Säuren ist, und vermag auch in umgekehrter Weise eine synthetische Wirkung zu äussern, indem sie aus Buttersäure und Alkohol wieder Buttersäureester zu bilden im Stande ist.

Ebensowenig wie die Fettspaltung ist der Uebergang des Fettes ins Blut völlig aufgeklärt. Nachdem J. Munk³⁾ nachgewiesen hat, dass auch die dem thierischen Körper fremden Fette, wie Rüböl und Hammeltalg, als solche im Körper eines Hundes abgelagert werden, so nimmt man vielfach an, dass das Fett als solches in feinsten Emulsion aufgenommen werden könne, und sucht diesen Vorgang so zu erklären, dass bewegungsfähige, wandernde Zellen (Protoplasmazellen) aus dem Bindegewebe der Schleimhaut, zwischen den Cylinderzellen durch, an die Oberfläche kommen, dort das Fett aufnehmen, gleichsam fressen — ähnlich wie gewisse niedere Thiere, die Rhizopoden etc. überhaupt ihre Nahrung aufnehmen — und mit dem Fett beladen in die Milchsaftgefässe des Darmes zurückkehren, um es in diesen abzulagern. Man nennt diesen Vorgang in Bezug auf die Fettaufnahme bei den höheren Thieren die interepitheliale Resorption; für die Betheiligung der Cylinderepithelzellen bei der Fettaufnahme spricht die Thatsache, dass die Verbindungswege dieser Zellen mit den Milchsaftgefässen, welche jetzt hinreichend bekannt sind, während der Verdauungszeit stets reichlich mit Fetttröpfchen angefüllt gefunden werden. Da Farbstoffkörnchen, selbst wenn deren Grösse gleich der der feinen Fetttröpfchen ist, von den Cylinderepithelzellen nicht aufgenommen werden, so scheint im Darm eine Aus-

¹⁾ Archiv f. experim. Pathol. 20, 367.

²⁾ Americ. Chem. Journ. 1900, 24, 491; vergl. Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahr.- u. Genussmittel 1901, 4, 604.

³⁾ Virchow's Archiv f. pathol. Anatomie u. Physiol. etc. 1884, 95, 407 u. 1891, 123, 484.

wahl der zu resorbirenden Stoffe stattzufinden. Dass die Farbstofftheilchen im Darm nicht aufgenommen werden, liegt nicht daran, dass sie fest sind; denn nach den Versuchen Munk's wird Hammelfett, welches bei einer über der Körpertemperatur liegenden Wärme noch starr ist, im Darm aufgenommen.

J. Munk hat aber auch nachgewiesen, dass die in der Nahrung verabreichten freien Fettsäuren des Hammelfettes im Körper eines Hundes zu Fett und zwar zu Hammeltalg werden, dass Wallrath (Palmitinsäureacetyler) und ebenso Oelsäureamylester nicht als solche ins Blut übergehen, sondern gespalten werden, indem die Alkylgruppe ausgeschieden wird und sich an Stelle dieser Ester die Glyceride der betreffenden Fettsäure (wenigstens zum vorwiegenden Theil) bilden. Aehnliche Beobachtungen sind von anderer Seite gemacht.

O. Minkowsky¹⁾ verabreichte einem an Bauchwassersucht leidenden Menschen die dem menschlichen Organismus fremdartige Erucasäure und konnte später in der dem Kranken entnommenen Punktionsflüssigkeit das Glycerid der Erucasäure nachweisen. Nach Versuchen von O. Frank²⁾ geht von Fettsäureäthylestern nicht die geringste Menge in den Chymus bzw. ins Blut über; dieselben werden gespalten und bei der Aufnahme aus den Fettsäuren und Glycerin synthetisch Triglyceride gebildet. Henriques und Hansen³⁾ haben durch Zusammenschmelzen von Schweineschmalz und Paraffin und Behandeln des Gemisches mit schwacher Sodalösung eine Emulsion erhalten, in welcher jedes Fettröpfchen aus Fett und Paraffin bestand. Da von diesem Fett-Gemisch im Darm wohl das Fett, nicht aber das Paraffin aufgenommen wurde, so schliessen sie, dass Neutralfette nur in gelöster Form (als Seifen) nicht aber als solche bzw. in Emulsion aufgenommen werden können. Dieser Ansicht huldigt auch E. Pflüger⁴⁾. N. Zuntz⁵⁾ zeigt, dass weder künstliche noch natürliche Fetteulsionen, noch Seifenlösungen vom Hunde in nennenswerther Weise verdaut, d. h. ins Blut übergeführt werden, dass aber sofort eine erhebliche Aufnahme statthat, wenn der Emulsion ausgepresster Pankreassaft und Galle — Galle allein genügt nicht — beigemischt werden. Nach Zuntz genügt aber zur Erklärung dieses Vorganges die angezogene Spaltung der Fette für den Uebergang ins Blut nicht allein, es muss in der Galle und dem Pankreassaft noch ein anderer Umstand mitwirken; er glaubt, dass eine geringe Menge freier Fettsäuren das Fett verdaulicher macht.

Die Galle besitzt eine besondere Lösungsfähigkeit für freie Fettsäuren, so dass auch aus sauerem Darminhalt eine Fettaufnahme stattfinden kann. Man denkt sich daher mit Moore und Rockwood den Vorgang vielfach folgendermassen: Die Neutralfette werden durch die Galle (bzw. den Pankreassaft) gespalten und die freien Fettsäuren theils als solche von der Galle gelöst, theils an Alkali gebunden als Seifen aufgenommen. Aus den Fettsäuren wird darauf — nach J. Munk wahrscheinlich in den Lymphzellen der Darmschleimbaut⁶⁾ — Neutralfett zurückerzeugt, das freigewordene Alkali der Seifen wieder in den Darm zurück ausgeschieden und für neue

¹⁾ Archiv f. experim. Pathol. u. Pharmak. 21, 373.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1898, 36, 568.

³⁾ Centrabl. f. Physiol. 1900, 14, 313. J. Munk bekämpft (ebendort 1900, 14, 409) die Schlussfolgerung obiger Verfasser.

⁴⁾ Pflüger's Archiv d. ges. Physiol. 1900, 82, 303.

⁵⁾ Versammlung deutscher Naturforscher u. Aerzte 1891, 63, II, 179.

⁶⁾ Wenn man ausgeschnittene Darmschleimhaut mit Glycerin und Fettsäuren bei Bruttemperatur stehen lässt, so entstehen nach Munk Neutralfette.

Seifenbildung frei gemacht. Nach Kastle und Loewenhardt würde aber auch, wie vorstehend schon erwähnt, die Lipase im Stande sein, umgekehrt aus Fettsäure und Glycerin wieder Neutralfett zurückzubilden. Ohne Zweifel muss auf Grund vorstehender Versuche angenommen werden, dass, wenn nicht alles Fett, so doch ein grosser Theil desselben vor der Aufnahme in den Chylus gespalten wird und auch die Seifenbildung eine Form für die Aufsaugung des Fettes darstellt, zumal auch C. Schmidt und Hoppe-Seyler im Chylus bis 0,2% Seifen nachgewiesen haben.

Von der direkten Ablagerung des Nahrungsfettes in den Zellen des Körpers unabhängig ist die Fettbildung im Körper, welche aus anderen Stoffen, aus Proteinstoffen oder Kohlenhydraten statthat.

Eine andere wesentliche Wirkung der Galle besteht darin, dass sie eine faulige Zersetzung des Darminhalts verhindert.

4. Der Bauchspeichel oder Pankreassaft. Der Bauchspeichel (oder Pankreassaft) ist der Absonderungssaft der Pankreasdrüse, deren absondernde Grundmassen aus kernführenden Zellen bestehen (Fig. 4).

Die Grundmasse wird aus einer in Wasser stark aufquellenden Proteinsubstanz gebildet, in welcher zwei verschiedene Schichten zu unterscheiden sind; die äussere Schicht ist mehr gleichartig, die innere durch eine Menge von Körnchen trübe. Ungefähr an der Grenze zwischen den beiden Schichten liegt der Kern, dessen Lage jedoch mit der Grösse der beiden Schichten, die je nach der Thätigkeit der Drüse verschieden ist, wechseln kann. Im

Fig. 4.



Veränderungen der Pankreaszellen in verschiedenen Zeitabschnitten der Thätigkeit; — Nr. 2 im ersten Zeitabschnitt der Verdauung, — Nr. 3 im zweiten Zeitabschnitt, — Nr. 1 im Hungerzustande, — Nr. 4 bei der paralytischen Absonderung.

Fig. 5.



Gefässe des Pankreas des Kaninchens. Vergr. 45.

ersten Zeitabschnitt der Verdauung mit lebhafter Absonderung soll nämlich nach Heidenhain der innere Theil der Zellen an Grösse abnehmen, indem er zu Absonderungssaft wird, während gleichzeitig die äussere Schicht durch Aufnahme von neuer Nährmasse sich vergrössert. Mit dem Nachlassen der Absonderung soll eine umgekehrte Verschiebung der Schichten statthaben, indem die Masse der äusseren Schicht sich in die der inneren umwandelt.

Der Pankreassaft wird vom Pflanzenfresser beständig, von den Fleischfressern nur während der Verdauung abgesondert. Neben bedeutenden Mengen von Proteinstoffen (Albumin, Globulin, Nukleoproteid), Nuklein, Leucin, Tyrosin, Xanthin (0,1—0,8%), Hypoxanthin (0,3 bis 0,4%), Guanin (0,2—0,75%), sämtlich in der Trockensubstanz), Adenin, Inosit, Milchsäure, Fetten und Mineralstoffen finden sich in der Drüse mehrere Enzyme, oder richtiger Zymogene als Urstoffe der Enzyme.

Der Pankreassaft wird vom Pflanzenfresser beständig, von den Fleischfressern nur während der Verdauung abgesondert. Neben bedeutenden Mengen von Proteinstoffen (Albumin, Globulin, Nukleoproteid), Nuklein, Leucin, Tyrosin, Xanthin (0,1—0,8%), Hypoxanthin (0,3 bis 0,4%), Guanin (0,2—0,75%), sämtlich in der Trockensubstanz), Adenin, Inosit, Milchsäure, Fetten und Mineralstoffen finden sich in der Drüse mehrere Enzyme, oder richtiger Zymogene als Urstoffe der Enzyme.

Der Bauchspeichel eines Hundes enthielt nach Bidder und Schmidt:

	Wasser	feste Stoffe	organ. Stoffe	unorgan. Stoffe
1. Frische Fistel	90,08%	9,92%	9,04%	0,88%
2. Bestehende Fistel	97,68—98,46%	2,32—1,59%	1,64—0,92%	0,68—0,61%

Oidtmann fand für das Pankreas einer alten Frau 74,53% Wasser, 24,57% organische und 0,90% unorganische Stoffe, während Zadawsky für den ausfliessenden Saft einer Pankreasfistel, welche bei einer jungen Frau nach Exstirpation eines Pankreastumors blieb, folgende Zusammensetzung angiebt:

Wasser	organ. Stoffe	Proteinstoffe	Alkohol-Auszug	Salze
86,41%	13,25%	9,21%	0,83%	0,34%

Der Saft verwandelte bei 28° Stärke schnell in Maltose, Eiweiss in Pepton und führte Olivenöl in Emulsion über.

Der Pankreassaft ist meistens eine klare farb- und geruchlose Flüssigkeit von alkalischer Reaktion (letztere von Alkalikarbonat herrührend). Die täglich abgesonderte Menge Saft ist sehr wechselnd; sie betrug nach Pawlow bei einem mit Fisteln versehenen Hunde 21,8 ccm für 1 kg und 24 Stunden. Die Absonderung nimmt nach Aufnahme von Nahrung rasch zu, erreicht innerhalb der drei ersten Stunden den Höchstbetrag, fällt von da an, um in der 5.—7. Stunde, in welchen gewöhnlich grössere Mengen Nahrung aus dem Ventrikel in den Darm übergehen, wieder anzusteigen. Säuren — wie Salz- und Milchsäure —, Fette und Senföl wirken fördernd, Alkalikarbonate hemmend auf die Absonderung von Pankreassaft. Die Nahrung ist in der Weise von Einfluss, dass der Saft nach Brotnahrung besonders reich an diastatischem, nach Milchnahrung reich an steaptolytischem, nach Fleischnahrung besonders reich an proteolytischem Enzym ist.

Neben Eiweiss, Leucin, Fett und Seifen enthält der Pankreassaft mehrere Enzyme, von denen die drei genannten, das proteïn-lösende, fettsplattende und ver-zuckernde Enzym die wichtigsten sind.

- a) Das proteïnverdauernde Enzym, das Pankreatin oder Trypsin findet sich in der Drüse nicht selbst vor, sondern als Zymogen, aus welchem es bei der Absonderung des Saftes durch Spaltung gebildet wird. Diese Spaltung wird auch durch Liegen der Drüsen an der Luft, Einwirkung von Sauerstoff, sehr verdünnten Alkalien, Säuren, Platinmohr, Alkohol etc. bewirkt. Ueber die Elementarzusammensetzung vergl. S. 56. Das Trypsin ist löslich in Wasser, unlöslich in Alkohol; nur das unreine, nicht das reine Trypsin ist löslich in Glycerin. Wird die wässrige Lösung des Trypsins mit wenig Säuren zum Sieden erhitzt, so zerfällt das Trypsin in geronnenes Eiweiss und Pepton; bei einem Gehalt von 0,25—0,5% Natriumkarbonat wird das Trypsin bei 50°, in neutraler Lösung bei 45° vernichtet. Bei Temperaturen zwischen 30—40° ist die Wirkung des Trypsins am günstigsten und zwar in alkalischer Lösung bei 0,2—0,3% Natriumkarbonat; auch in neutraler Lösung wirkt das Trypsin rasch, freie Säuren (auch Salicylsäure) dagegen hemmen die Verdauung. Borax (und auch Cyankalium) sind von günstigem, Quecksilber-, Eisen- und andere Salze von ungünstigem Einfluss, ebenso die Anhäufung von Verdauungs-erzeugnissen.

Die hauptsächlichliche Wirkung des Trypsins besteht in der Lösung bzw. Verdauung der Proteinstoffe; es entstehen: Albumosen und Peptone, Leucin, Tyrosin, Asparaginsäure, Lysin, Lysatinin, Arginin und Histidin

bis hinab zu Ammoniak, ferner das sog. Proteïnochromogen oder Tryptophan. Die Umsetzung der Proteïnstoffe durch Trypsin geht also viel weiter wie die durch Pepsin; zum Unterschiede von der Pepsinverdauung bildet sich bei der Trypsinverdauung wahres Pepton, welches durch Ammonsulfat nicht mehr gefällt wird; bei lang fortgesetzter Verdauung bleibt nur das Antipepton übrig (vergl. S. 43). Die Wirkung des Trypsins auf andere Stoffe ist bis jetzt noch nicht genügend ermittelt.

- b) Das fettspaltende Enzym, das Steapsin oder die Lipase; ausser der Ueberführung der Fette in Emulsion besitzt der Pankreassaft auch die Eigenschaft Fett hydrolytisch zu spalten d. h. in freie Fettsäuren und Glycerin in derselben Weise wie bei der Verseifung zu zerlegen (vergl. S. 54). Diese Eigenschaft kommt dem Enzym Steapsin zu, welches zwar aus dem Saft noch nicht rein dargestellt ist, an dessen Vorhandensein jetzt aber nicht mehr gezweifelt wird. Die abgespaltenen Fettsäuren sollen sich im Darm mit Alkalien verbinden und die entstehenden Seifen kräftig emulgierend auf das Fett wirken, wodurch die Aufnahme des Fettes befördert werden soll (vergl. vorstehend S. 193—196).
- c) Das stärkelösende Enzym oder die Pankreas-Diastase. Die wichtigste Wirkung des Bauchspeichels ist unzweifelhaft die durch den Mundspeichel eingeleitete Ueberführung der stickstofffreien Extraktstoffe, der Stärke, des Dextrins, Gummis in löslichen und resorptionsfähigen Zucker. Diese Umwandlung oder Saccharificirung durch den Bauchspeichel erfolgt sehr rasch und vollständig; 1 g Bauchspeichel soll 4—5 g Stärke in Zucker umzuwandeln im Stande sein. Der aus der Stärke gebildete Zucker ist aber keine Glukose sondern Maltose. Nach F. Brown und J. Heron ist die Pankreasdiastase in ihrer Wirkung gleich der Malzdiastase, wie sie auch von Musculus und Mehring für das Speichelferment (Ptyalin) nachgewiesen wurde; sie unterscheidet sich nur dadurch von der Malzdiastase, dass sie bei längerer Einwirkung bei 40° die Maltose in Glukose umwendelt, welche Umwandlung die Malzdiastase selbst unter den günstigsten Verhältnissen nicht hervorzurufen vermag. Man nimmt aber an, dass diese Umwandlung durch ein weiteres Enzym (Glukase oder Maltase) bewirkt wird. So enthält der Pankreassaft auch Laktase, welche die Spaltung des Milchzuckers in d-Glukose und d-Galaktose bewirkt und welche sich durch den Genuss von Milchzucker auf eine noch unerklärte Weise im Pankreassaft vermehrt (E. Weinland)¹⁾.

Mit der Einwirkung des Bauchspeichels oder pankreatischen Saftes auf die eingenommene Nahrung hat die verdauende Thätigkeit des Magens und Darmes ihren Höhepunkt erreicht; denn wenn die Verdauung auch im Darm noch fortgesetzt wird, so ist dessen Wirkung doch eine erheblich schwächere als die des Bauchspeichels.

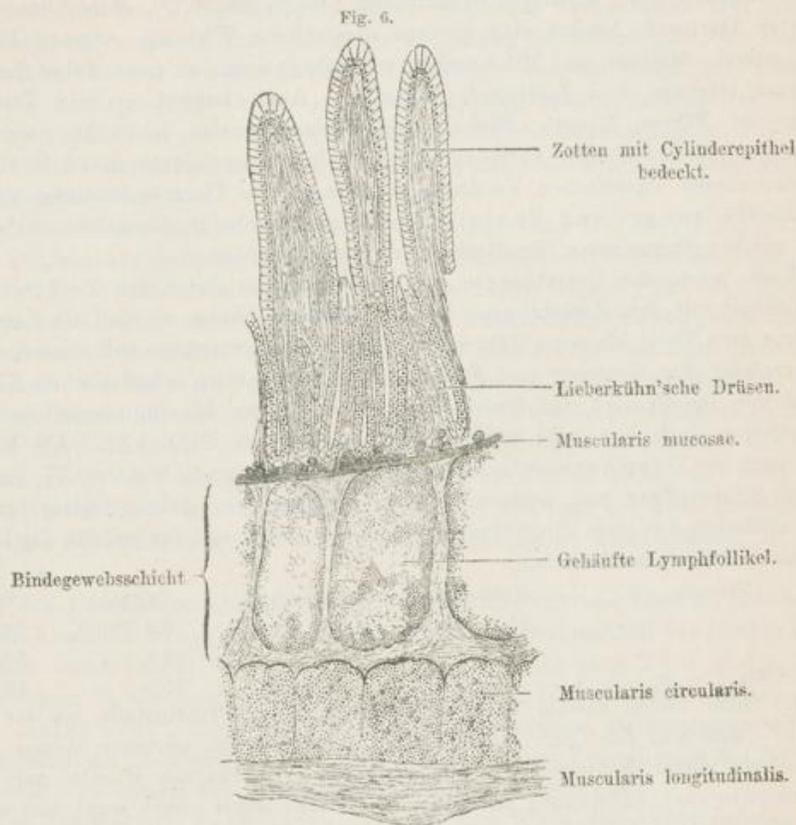
5. Der Darmsaft. Der Darm des Menschen ist ähnlich dem der fruchtfressenden Affen 10-mal länger als die Körperlänge vom Scheitel bis zum After.

Die Verdauungsflüssigkeit des Darmes wird von zahlreichen Drüsen der Darmschleimhaut abgesondert; die grösste Menge liefern die Lieberkühn'schen Drüsen,

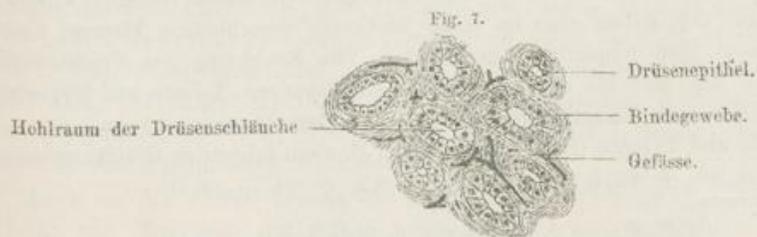
¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1900, 40, 385.

welche einfach schlauchförmig einem Handschuhfinger gleichen, dicht neben einander liegen und vorwiegend in der Darmschleimhaut des Dickdarmes vorkommen.

Zu dem Absonderungssaft der Lieberkühn'schen Drüsen gesellt sich im Duodenum der der kleinen traubenförmigen Brunner'schen Drüsen, jedoch in nur spär-



Längsschnitt durch den Dünndarm des Hundes (nach Schenk).



Querschnitt Lieberkühn'scher Drüsen (nach Schenk).

licher Menge. Letztere bilden cylindrische Zellen, welche denen der Pylorusdrüsen gleichen. Der körnchenreiche Inhalt derselben besteht aus Proteinstoffen, Mucin und Fermentsubstanzen, jedoch ist noch unbekannt, ob letztere ausser einer Auflösung der Proteinstoffe eine fermentative Wirkung auf Kohlenhydrate und Fette äussern.

Vom Duodenum an abwärts bildet das Sekret der Lieberkühn'schen Drüsen den Hauptbestandtheil des Darmsaftes. Derselbe fliesst während der Verdauung am reichlichsten, ist hellgelb, opalescirend, dünnflüssig und stark alkalisch; er enthält Proteinstoffe und mehrere Fermente, und besteht aus ungefähr 97,6% Wasser, 0,8% Proteinkörpern, 0,9% sonstigen organischen Stoffen und 0,7% Mineralstoffen.

Der Darmsaft besitzt eine geringe diastatische Wirkung, vermag Rohrzucker zu invertiren, Maltose und Milchzucker zu hydrolysiren; er muss daher die Enzyme: Invertase, Glukase und Laktase¹⁾ enthalten. Auch äussert er wie Trypsin und Pepsin auf Fibrin, Kasein, Fleisch und Pflanzeneiweiss schwache peptonisirende Wirkungen; ferner werden Fette von ihm emulgirt (vergl. vorstehend S. 194).

Von diesen eigentlichen Verdauungsvorgängen im Darm vollständig verschieden sind die Gährungs- und Fäulnisvorgänge, welche in demselben verlaufen und durch niedere Organismen (Spaltpilze) verursacht werden.

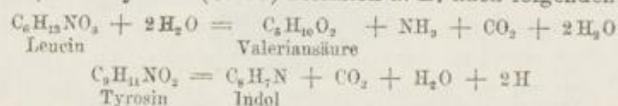
Wenn schon die Umsetzungen der Nahrungsstoffe durch den Pankreassaft viele Aehnlichkeit mit den Zersetzungen bei der Fäulnis haben, so sind die Zersetzungen im Darm zum Theil als reine Gährungs- bzw. Fäulnisvorgänge aufzufassen. Die zur Hervorrufung der Gährung und Fäulnis im Darmtraktus erforderlichen Kleinwesen werden mit den Speisen und Getränken, sowie mit der Mundflüssigkeit verschluckt. Sie entfalten dort eine bald stärkere bald schwächere Thätigkeit. Als Erzeugniss dieser sind die Darmgase aufzufassen, nämlich Wasserstoff, Methan CH₄ (unter Umständen Stickstoffgas und Ammoniak) und Kohlensäure, welche letztere zum Theil durch Diffusion aus dem Blut stammt. Kolbe und Ruge fanden für die Darmgase aus dem After eines Menschen:

Nahrung:	Kohlensäure	Wasserstoff	Methan	Stickstoff
Milch	16,8 Vol. %	43,8 Vol. %	0,9 Vol. %	38,3 Vol. %
Fleisch	12,4 "	2,1 "	27,5 "	57,8 "
Hülsenfrüchte	21,0 "	4,0 "	55,9 "	18,9 "

Die Gase treten sowohl bei der Zersetzung der Proteinstoffe als der Kohlenhydrate, Fette und der Cellulose auf. Die fast stets in geringer Menge ebenfalls vorhandenen Gase: Schwefelwasserstoff und Methylmerkaptan können nur aus den Proteinstoffen ihre Entstehung nehmen; das Stickstoffgas rührt wohl nur von stets mitverschluckter Luft her²⁾.

Die Gährung bzw. Fäulnis der *Proteinstoffe* wird durch spezifische Spaltpilze hervorgerufen, von denen man im Koth beständig verschiedene Formen nachgewiesen hat (vergl. den folgenden Abschnitt). Die Zerlegung der Proteinstoffe durch Pankreassaft geht nur bis zur Bildung der Amidosäuren (Leucin und Tyrosin); die Fäulnis im Dickdarm bringt aber tiefergehende Zersetzungen hervor.

Leucin (S. 73) und Tyrosin (S. 76) zerfallen z. B. nach folgenden Gleichungen:



Aus Leim entstehen: Kohlensäure, Essigsäure, Buttersäure, Baldriansäure, Glycerin, Leucin und Ammoniak.

¹⁾ Vergl. E. Weinland: Zeitschr. f. Biologie 1899, 38, 16 u. 607.

²⁾ Nur beim Verzehren von nitratreichen Nahrungsmitteln kann ein Theil des Stickstoffes in den Darmgasen durch Denitrifikationsvorgänge von den Nitraten herrühren.

Das Indol, C_8H_7N , (S. 79) ist ein beständiges Erzeugniss der Proteinfäulniss im Darm und ein beständiger Bestandtheil des Kothes; es ist die Vorstufe des Indikans im Harn, welches nach den Untersuchungen von E. Baumann, L. Brieger und Tiemann an den Schwefelsäurerest SO_3H und an Kalium gebunden als indoxylschwefelsaures Kalium ($C_8H_6 \cdot NSO_4K$) darin vorkommt. Das Indol tritt nur in geringer Menge auf, wenn die Erzeugnisse der Verdauung der Albuminate, die Peptone schnell resorbirt werden, dagegen in reichlicher Menge, wenn in Folge einer geringen und gestörten Resorption im Darm (z. B. beim Typhus, Magen-Darmkatarrh, Dünndarmkrankheiten, Cholera nostras etc.) die Fäulniss auf die Erzeugnisse der Pankreasverdauung stärker einwirken kann. In letzterem Falle erscheint auch eine grössere Menge Indikan im Harn.

Neben dem Indol entsteht bei der Eiweissfäulniss nach Brieger stets Skatol, C_9H_9N (S. 80), welches als Methylindol [$C_8H_6(CH_3)N$] aufgefasst werden kann und ebenfalls einen stetigen Bestandtheil des menschlichen Kothes bildet. Bei der Fäulniss der Proteinstoffe bildet sich, wie E. und H. Salkowski nachgewiesen haben, Skatolkarbonsäure, die sich leicht in Skatol und Kohlensäure zerlegt. Auch das Skatol erscheint im Harn als Schwefelsäure-Verbindung. So fand L. Brieger nach Fütterung von Skatol bei einem Hunde viel skatoloxylschwefelsaures Kalium im Harn.

E. und H. Salkowski¹⁾ nehmen an, dass sowohl Indol wie Skatol aus einer gemeinsamen im Protein fertig gebildeten Substanz entstehen, welche bei ihrer Zersetzung bald mehr Indol bald mehr Skatol liefert, je nachdem der diese Zersetzungstoffe liefernde Spaltpilz, also der hypothetische „Indolpilz“ oder „Skatolpilz“ vorherrschend ist.

Unter den Fäulniserzeugnissen des Fibrins mit Pankreas fand E. Baumann auch Phenol und L. Brieger wies dasselbe als steten Bestandtheil des Kothes nach. Das bei der Darmfäulniss sich entwickelnde Phenol geht zum Theil in den Harn über, in welchem es als phenolschwefelsaures Kalium ($C_6H_5O \cdot SO_3K$) auftritt. Nach E. und H. Salkowski scheint das Phenol unter denselben Bedingungen wie das Indol eine Zunahme im Darm zu erfahren, indem mit der Vermehrung des Indikans im Harn auch eine solche der Phenylschwefelsäure verbunden ist.

Bei der Fäulniss von Serumalbumin oder von Wolle mit Pankreasdrüse tritt ferner, wie E. und H. Salkowski nachgewiesen haben, Phenylessigsäure (α -Toluylsäure = $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CO_2H$) auf, und neben Buttersäure und Valeriansäure auch Phenylpropionsäure (Hydrozimmtsäure = $C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CO_2H$); erstere, die Phenylessigsäure, geht im Organismus in Phenylacetursäure = ($C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CO$) $NH \cdot CH_2 \cdot CO_2H$, die Phenylpropionsäure dagegen in Hippursäure (Benzoylglykokoll = (C_7H_5O) $NH \cdot CH_2 \cdot CO_2H$) über. Hieraus erklärt sich das Auftreten von Hippursäure bei Proteinfütterung.

Auch auf die *Fette* äussert die Fäulniss ihre Wirkung, indem unter der Einwirkung von Enzymen und Alkali neutrale Fette nach Aufnahme von Wasser in Glycerin und Fettsäuren zerlegt werden. Das Glycerin liefert unter dem Einfluss verschiedener Spaltpilze die verschiedenartigsten Zersetzungserzeugnisse. Mit Kreide und Käse liefert es wenig Aethylalkohol und Buttersäure; mit Kreide und Fleisch Aethylalkohol und höhere Homologe desselben, ferner Essigsäure, Propion-, Butter-,

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie, 8, 417.

Valerian- und Capronsäure, sowie Kohlensäure und Wasserstoff; in neutralen Lösungen auch Bernsteinsäure etc. Die aus dem Fett abgespaltenen Fettsäuren werden weiter in Kohlensäure, Methan und Wasserstoff etc. zerlegt; so liefert ameisen-saures Calcium bei der Gährung mit Kloakenschlamm Calciumkarbonat, Kohlensäure und Wasserstoff; essigsäures Calcium unter denselben Verhältnissen Calciumkarbonat, Kohlensäure und Methan.

Den mannigfachsten Zersetzungen unter dem Einfluss der Darmfäulnis und Gährung sind die *Kohlenhydrate* ausgesetzt. So wird Glukose ($C_6H_{12}O_6$) durch den Spaltpilz (*Bacterium lacticum* Cohn), welcher anserhalb des Organismus die Gerinnung der Milch verursacht und bei der Einsäuerung von Früchten sich bildet, in Milchsäure $2(C_3H_6O_3)$ umgewandelt. Derselbe Spaltpilz bewirkt durch die gleichzeitig vorhandene Laktase die Umwandlung des Milchzuckers ($C_{12}H_{22}O_{11}$) unter Hinzufügung von H_2O in d-Glukose und d-Galaktose, welche dann wie oben 4 Moleküle Milchsäure $4(C_3H_6O_3)$ liefern. Die Milchsäure wird durch den *Bacillus butyricus* oder *Bacillus amylobacter* van Tieghem weiter in Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff zerlegt nach der Gleichung:

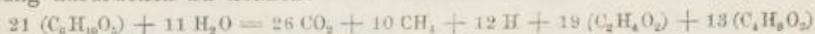


Auch Hefe kann im Darm vorkommen und die Bildung von Alkohol veranlassen; nach Fitz und Brieger vermögen gewisse Mikrokokken aus Zucker ebenfalls Alkohol als hauptsächlichstes Erzeugnis zu liefern; in beiden Fällen wird Milchzucker erst in Glukose und Galaktose umgewandelt. Einige noch unbekannte Schizomyceten im Darm sollen auch Stärke in Zucker umzuwandeln vermögen, während andere, wie der im Rübensaft sich bildende *Leuconostoc mesenterioïdes*, „Invertin“ ausscheiden, welches Rohrzucker in vergärbaren Invertzucker umwandelt.

Neuerdings wird von W. Tappeiner¹⁾ auch die Lösung der *Cellulose* im Darm auf die Thätigkeit von Spaltpilzen zurückgeführt, nachdem Hoppe-Seyler und Popoff nachgewiesen haben, dass Cellulose bei der Fäulnis mit Kloakenschlamm und in Sümpfen den Stoff für die Bildung von Methan abgibt. Man denkt sich diese Zersetzung wohl nach folgender Gleichung verlaufen:



Hiernach würde die Cellulose so gut wie gar keinen Nährwerth besitzen. H. Weiske, B. Schulze und E. Flechsig²⁾ glaubten auch durch einen Fütterungsversuch den thatsächlichen Beweis geliefert zu haben, dass die Cellulose keine proteinersparende Wirkung und damit keinen Nährwerth habe. Da aber bei der Cellulosegährung gleichzeitig flüchtige Fettsäuren, Essigsäure und Buttersäure, sowie Wasserstoff entstehen, so kann auf obige Weise die Zersetzung nicht verlaufen. W. Henneberg und F. Stohmann³⁾ glauben auf Grund der quantitativen Bestimmungen der Fäulnis-erzeugnisse der Cellulosegährung durch W. Tappeiner die Zersetzung durch folgende Gleichung ausdrücken zu können:



100 g Cellulose würden daher unter der Aufnahme von 5,82 g Wasser liefern:

Kohlensäure	Methan	Wasserstoff	Essigsäure	Buttersäure
33,63 g	4,70 g	0,35 g	33,51 g	33,63 g

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie, 1883, 19, 228 u. 1884, 20, 52.

²⁾ Ebendort 1886, 22, 613.

1885, 21, 613.

Hiernach besitzt die Cellulose allerdings nicht den vollen Nährwerth eines Kohlenhydrates, wie früher angenommen wurde, sondern ist um den Betrag des Wärmewerthes des Methans, nämlich um 15% geringer, indess bleibt die Cellulose doch noch ein Nährstoff von hoher Bedeutung, indem 266 Thle. derselben mit 100 Thln. Fett isodynam sein würden¹⁾.

Entgegen den Versuchsergebnissen von H. Weiske, Schulze und Flechsig kommt W. v. Knierim²⁾ durch umfangreiche Versuche zu dem Schluss, dass die bei der Lösung der Cellulose im Darm sich bildenden Umsetzungsstoffe sowohl Protein als Fett ersparen und H. Wilsing³⁾ zeigt in einem Fütterungsversuch mit einer Ziege, dass im Koth und Harn nur 4 g flüchtige Fettsäuren vorhanden waren, während nach der verdauten Menge Cellulose unter Zugrundelegung der Tappeiner'schen Vergärungsgleichung 157 g vorhanden gewesen sein müssten, wenn sämtliche gebildeten Fettsäuren für den Stoffwechsel verloren gegangen wären. Es mussten daher letztere entweder resorbirt sein, oder es fiel nur ein kleiner Theil der Cellulose der Vergärung anheim.

Fr. Lehmann und J. H. Vogel⁴⁾ finden, dass bei Schafen bezüglich der Proteinersparniss 100 Thle. stickstofffreie Extraktstoffe 61,0 Thln. Rohfaser und 100 Thle. Rohrzucker 75,7 Thln. Rohfaser von Haferstroh gleichwerthig sind. O. Kellner⁵⁾ liefert durch eingehende Versuche den Beweis, dass sich beim erwachsenen Rinde bezüglich des physiologischen Nutzeffektes 103 Thle. Strohstoff (Rohfaser), 242 Thle. Stärkemehl und 100 Thle. Fett isodynam verhalten, dass somit der Nährwerth der Cellulose den wahren Kohlenhydraten nahezu gleich ist. Beim Pferd dagegen ist die Cellulose nach Versuchen von E. Wolff und N. Zuntz⁶⁾ minderwerthig oder geradezu werthlos. Zuntz erklärt dieses aus der anatomischen Verschiedenheit der Verdauungswerkzeuge der Wiederkäuer und des Pferdes. Bei letzterem fehlen die Vormägen; in den Vormägen der Wiederkäuer findet aber schon eine starke Gährung statt und dieser unterliegen zunächst die löslichen Kohlenhydrate; durch diese Gährungsvorgänge wird dann die Cellulose aufgeschlossen und kommt an Stelle der löslichen oder bereits gelösten Kohlenhydrate zur Geltung.

Durch die Fäulniss im Darm, wobei zum Theil Umwandlungsstoffe wie durch Verdauungsenzyme entstehen, geht eine grössere oder geringere Menge Nährstoffe für den Körper verloren. Man hält diesen Verlust wohl für unvermeidlich, insofern als man annimmt, dass die Fäulniss an sich für die Verdauung nothwendig sei. Dieses ist aber nicht der Fall, denn auch im Hungerzustande finden Fäulnissvorgänge statt;

¹⁾ Der Wärmewerth der Gährungsstoffe beträgt nämlich nach Henneberg und Stohmann:

	100 g Cellulose	(100 × 4146) =	414 600 Cal.
Daraus geht hervor:	33,5 g Kohlensäure	0	Cal.
	4,7 g Methan	(4,7 × 13344) =	62 717 "
	33,6 g Essigsäure	(33,6 × 3505) =	17 768 "
	33,6 g Buttersäure	(33,6 × 5647) =	189 739 "
	Gährungswärme	44 376	"
			414 600 Cal.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie, 1885, 21, 67.

³⁾ Zeitschr. f. Biologie, 1885, 21, 625.

⁴⁾ Journ. f. Landw., 1889, 37, 251.

⁵⁾ O. Kellner: Untersuchungen über den Stoff- und Energieumsatz des erwachsenen Rindes, Berlin 1900.

⁶⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie, 1891, 49, 477.

es unterliegen dann Galle und andere Zellenabsonderungssäfte des eigenen Körpers der Fäulniss. Auch haben Nuttjar und Thierfelder¹⁾ gefunden, dass junge Thiere (Meerschweinchen), die lebend dem Mutterleibe durch *sectio caesarea* entnommen waren und in steriler Luft mit sterilisirter Nahrung (Milch oder Kakes) ernährt wurden, bei vollständigem Fehlen von Bakterien im Darm gut verdauten und regelrecht gediehen.

Die Fäulniss im Darm wird jedoch auf natürliche Weise in gewissen Grenzen gehalten, damit der Verlust an Nährstoffen nicht zu gross wird. Von den Gallenbestandtheilen besitzen die Tauro- und Glykocholsäure stark antiseptische Eigenschaften, aber nur im freien Zustande also in saurerer Lösung. Von den Nahrungsmitteln wirken Milch, Kefir, Kohlenhydrate — wahrscheinlich in Folge der aus diesen entstehenden Milchsäure — fäulnisshemmend. Indess ist die Frage, wie die Fäulnissvorgänge im Darm unter physiologischen Verhältnissen innerhalb gewisser Grenzen gehalten werden, noch nicht sicher beantwortet.

Der unverdaute Theil der Nahrung (der Koth bzw. die Fäces).

Der Dickdarm enthält nur sehr geringe Darmsaftfermente; deshalb überwiegen in ihm die Fäulniss- und Gährungszersetzungen über die eigentlichen Verdauungsumsetzungen. Dazu ist die aufsaugende Thätigkeit der Dickdarmwandung grösser, als die absondernde; aus dem Grunde wird der Darminhalt, welcher beim Eintritt in den Dickdarm noch breiig wässerig ist, im weiteren Verlaufe stetig wasserärmer und dicker. Es werden aber nicht allein Wasser und die in Lösung gebrachten Verdauungserzeugnisse aufgenommen, sondern unter Umständen auch unveränderte lösliche Stoffe, wie flüssiges Eiereiweiss, Milch und ihre Proteinstoffe, Fleischsaft, Leimlösung etc.

Die Formung des Unverdauten und die Bildung des Kothes erfolgt im unteren Theil des Dickdarmes. Der Koth enthält also unter anderem die unverdaulichen Rückstände der Gewebe thierischer oder pflanzlicher Nahrungsmittel wie Haare, Horngewebe, Rohfaser, Obstkerne, Spiralgefässe von Pflanzenzellen, ferner Bruchstücke sonst wohl verdaulicher, aber durch Kauen zu wenig zerkleinerter Stoffe, wie Bruchstücke von Muskelfasern, Sehnen, Knorpelstückchen, Flocken von Fettgewebe, Stücke von hartem Eiweiss, Pflanzenzellen, und etwas rohe Stärke, ferner unverändertes Mucin, vereinzelte Fetttröpfchen und Kalkseifen in Krystallnadeln.

Nachstehende mikroskopische Abbildung nach L. Landois²⁾ giebt eine Anschauung über die Bestandtheile des menschlichen Kothes.

O. Möller³⁾ hat auf Anregung von W. Prausnitz den menschlichen Koth unter verschiedenen Verhältnissen der Ernährung mit pflanzlichen Nahrungsmitteln mikroskopisch untersucht und gefunden, dass gesunde Personen selbst bei schwachen Darmkrankungen die Stärke der Getreidearten und Kartoffeln fast vollständig verdaut hatten, auch dann, wenn die stärkehaltigen Nahrungsmittel nur unvollständig mechanisch aufgeschlossen waren. Hieraus folgt, dass auch die zarten Zellen des Mehlkerns der Getreidearten und der Kartoffelknollen der Verdauung unterliegen.

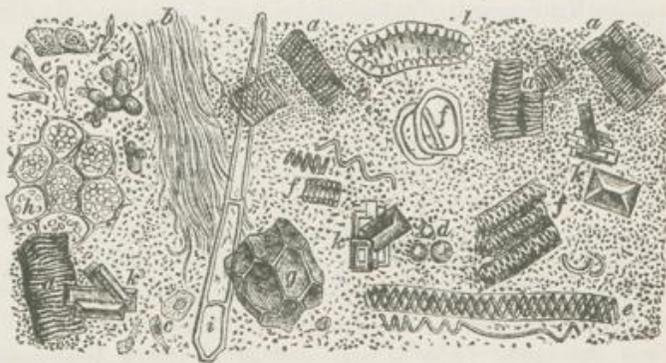
¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie, 1895/96, 21, 109; 1896/97, 22, 62.

²⁾ L. Landois: Lehrbuch d. Physiologie d. Menschen 1900, 10. Aufl. 369.

³⁾ Zeitschr. f. Biologie, 1897, 35, 291.

Dagegen befindet sich im Koth mehr unverdaute Stärke bei Genuss von Hülsenfrüchten und grünem Gemüse. Die derbwandigen Zellen der reifen Hülsenfrüchte scheinen, obwohl sie aus fast reiner Cellulose bestehen, garnicht verdaut zu werden, so dass nur jener Theil der Leguminosenstärke, der nach mechanischer Zertrümmerung der Zellen aus diesen herausgefallen ist, der Ernährung zu gute kommt.

Fig. 8.



Koth: a Muskelfasern, b Sehne, c Epithelien, d Leukocyten, e—i verschiedene Formen von Pflanzenzellen, dazwischen überall massenhafte Bakterien (l), zwischen h u. b Hefe, k phosphorsaures Ammonmagnesium.

Die Stärke unreifer Hülsenfrüchte dagegen wird ebenso vollständig verdaut wie die der Getreidearten, d. h. mit Einschluss der Zellmembranen des stärkehaltigen Gewebes. Unverdaut bleibt bei beiden nur die Schale, obwohl auch diese (d. i. die Palissadenschicht und die unter ihr gelegene Schicht der sog. Trägerzellen) aus fast reiner Cellulose besteht. Grünes Gemüse, sogar der breiig zubereitete Spinat, wird nur unvollständig verdaut. Aus dem Grunde empfiehlt sich grünes Gemüse nicht als Krankenkost.

Die Kleberschicht der Getreidearten verhält sich den Hülsenfrüchten ähnlich; ihre aus reiner Cellulose bestehenden Membranen werden nicht verdaut, ihr aus Proteïn und Fett bestehender Inhalt nur in soweit, als er durch Zerreißen der Zellen frei geworden ist. Die alte Streitfrage, ob feines oder grobes, kleberreiches Mehl, muss daher zu gunsten des feinen Mehles ausfallen.

Fr. Kermauner¹⁾ unterwarf in derselben Weise den menschlichen Koth bei gemischter oder Fleischkost einer mikroskopischen Untersuchung und fand, dass auch vom Fleisch unverdaute Reste in den Koth übergehen, die je nach Verhältnissen schwanken; in 3 Versuchen betrug die unverdauten Reste 0,2—1,04 % des genossenen Fleisches.

Aus diesen und anderen Untersuchungen schliesst W. Prausnitz²⁾, dass der menschliche Koth, von wenigen Ausnahmen abgesehen, zum grossen Theil nicht aus Nahrungsresten, sondern aus Darmabsonderungen besteht.

Fr. Voit³⁾ geht noch weiter als Prausnitz; er glaubt auf Grund von Ver-

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1897, 35, 316.

²⁾ Ebendort 1897, 35, 335.

³⁾ Ebendort 1892, 29, 325.

suchen annehmen zu können, dass 86—97 % der Kothrockensubstanz vom Dünndarm geliefert werden, während Leber und Pankreas an der Kothbildung keinen Antheil haben sollen. Diese Anschauung wird aber von J. Munk¹⁾ bekämpft, der wenigstens für die Galle eine direkte Betheiligung an der Kothbildung nachgewiesen hat.

Die Menge des Kothes ist hiernach abhängig von der Art der aufgenommenen Nahrung; manche Nahrungsmittel erfordern bei ihrer Verdauung die Absonderung einer grösseren Menge von Darmsäften als andere; es erscheint daher richtiger von mehr oder weniger kothbildenden, als von schlecht oder gut ausnutzbaren Nahrungsmitteln zu sprechen.

Aus dem Grunde pflegt nach Genuss vorwiegend pflanzlicher Kost die Menge des Kothes grösser zu sein, als nach Genuss vorwiegend thierischer Nahrungsmittel.

So fand Fr. Hoffmann unter vielen Anderen, dass ein Mann bei einer Nahrung von 100 g Kartoffeln, 207 g Linsen, 40 g Brot und Bier täglich 116 g trocknen Koth, oder 24 % der trocknen Nahrung ausschied, dass dagegen bei einer Nahrung von 390 g Fleisch und 126 g Fett mit gleichem Stickstoffgehalt nur 28,3 g trockner Koth ausgeschieden wurden. Bei gemischter Nahrung beträgt die Menge des frischen Kothes (mit rund 75 % Wasser und 25 % festen Bestandtheilen) für den erwachsenen Menschen im Tag etwa 120—150 g (mit 30—37 g festen Stoffen).

Im Durchschnitt enthält solcher Koth:

Wasser	Organische Stoffe	Stickstoff	Mineralstoffe	Kali	Phosphorsäure
75,0 %	21,6 %	1,3 %	3,4 %	0,35 %	0,57 %

Bei Genuss von einer Kost jedoch, welche wie Reis, Fleisch, Gebäck aus feinem Weizenmehl etc. fast vollständig verdaut und aufgenommen wird, enthält der Koth (Normalkoth) durchweg grössere Mengen Stickstoff, nämlich in der Trockensubstanz 8—9 %, ferner 12—18 % Aetherauszug und 11—15 % Mineralstoffe. Bei Aufnahme einer Nahrung, welche weniger gut ausgenutzt wird, sinkt wie oben gewöhnlich der Stickstoffgehalt des Kothes. Derselbe ist in Procenten der Trockensubstanz nie gleich dem der Nahrung, sondern stets höher, weil bei einer schlecht ausnutzbaren Kost den unverdauten Nahrungsresten stets nicht unerhebliche Mengen von stickstoffreichen Darmsäften beigemischt sind.

Die Mineralstoffe bestehen vorwiegend aus unlöslichen Phosphaten und Carbonaten. E. Salkowski hat im Koth auch Schwefel und unterschweflige Salze nachgewiesen. Dass der Koth auch die Erzeugnisse der Protein-Fäulnis und der Gährung (wie Phenol, Skatol, Indol, Milchsäure etc.) enthält, ist schon im vorigen Abschnitt erwähnt.

Die dunkle, braune Farbe des Kothes rührt von ausgeschiedenen Gallenfarbstoffen her; bei Abwesenheit von Galle hat der Koth in Folge grossen Gehaltes an unverdaulichem Fett eine graue Farbe²⁾.

Der Geruch des Kothes rührt z. Th. von flüchtigen Fettsäuren (Essigsäure, Isobuttersäure, Valeriansäure) und von den Fäulnisstoffen (Indol, Skatol etc.) her; jedoch ist der den eigentlichen Kothgeruch bedingende Körper noch unbekannt; er haftet

¹⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1894, 58, 386.

²⁾ Die grüne Farbe des Kinder-Kothes rührt scheinbar von Biliverdin, die eigelbe und grüngelbe Farbe von Bilirubin her. Der Koth nach Milchnahrung ist beim Erwachsenen hellgelb gefärbt.

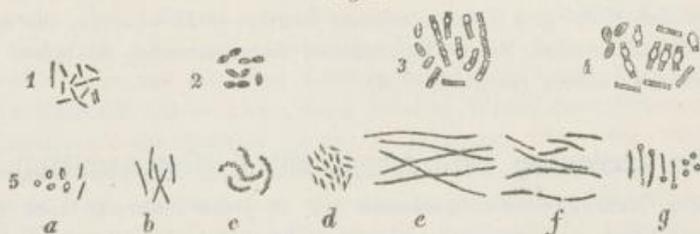
zwar dem Indol und Skatol so innig an, dass man diese früher als die den Kothgeruch bedingenden Stoffe ansah, indess sind diese, rein dargestellt, geruchlos.

Die Reaktion des Kothes ist sehr wechselnd; in Folge der Milchsäuregährung ist sie nach reichlich genossenen Kohlenhydraten bald sauer (wie beim Säugling), bald in Folge Ammoniakbildung im unteren Darm neutral bis alkalisch, wie durchweg beim erwachsenen Menschen.

Der Koth enthält in der Regel auch eine Reihe von Spaltpilzen.

Escherich suchte aus dem Darminhalt von Säuglingen, B. Bienstock¹⁾ aus dem von Erwachsenen durch Reinkulturen die einzelnen Spaltpilzarten festzustellen.

Fig. 9.



1. *Bacterium coli commune*. — 2. *Bacterium lactis aërogenes*. — 3. und 4. Die beiden grossen Bienstock'schen Bacillen mit theilweiser endogener Sporenbildung. — 5. (a—g) Die verschiedenen Entwicklungsstadien des *Bacillus der Proteinfäulniss* (nach Landois).

Von diesen Spaltpilzen sind das schlanke *Bacterium coli commune* (Nr. 1) wie *Bacterium lactis aërogenes* Nr. 2 (Milchsäuregährungspilz) kennzeichnend für den Koth der Säuglinge.

Die anderen Formen gehören dem Koth der Erwachsenen an. Die 2 grossen Bacillenarten Fig. 9 Nr. 3 und 4 gleichen dem *Bacillus subtilis* und unterscheiden sich nur durch die Form ihrer Reinkultur, durch die Art und Weise ihrer Sporenbildung wie durch den Mangel an Eigenbewegung von demselben. Der Spaltpilz Nr. 4 ist der spezifische Spaltpilz der Proteinzersetzung, welcher unter Kothgeruch die Fäulnisserzeugnisse der Proteinstoffe liefert; er fehlt im Koth von Säuglingen; Kasein und Kalialbuminat vermag er nicht zu zersetzen. Nr. 5 a—g stellt die Entwicklungsreihe dieser Spaltpilze dar; die Stadien c und g fehlen jedoch in dem Koth und finden sich nur in künstlichen Züchtungen.

W. Sucksdorff²⁾ bestimmte die Anzahl der im Koth unter regelrechten und abgeänderten Verhältnissen vorkommenden Spaltpilze und fand dieselben, wie nicht anders zu erwarten ist, ausserordentlich verschieden; dieselbe betrug bei gewöhnlichem Essen und Trinken für 1 mg Koth zwischen 25 000—2 304 347 (Mittel 381 000) Kolonien; Weisswein und Kaffee bis zu 1 l für den Tag hatten keinen Einfluss auf den Gehalt, dagegen bewirkte 1 l Rothwein eine bedeutende Abnahme, nämlich von obiger Zahl auf 7813—64 000 (Mittel 35 906) Kolonien für 1 mg Koth, ebenso 0,2—1,6 g Chinin für den Tag; durch Sterilisiren der Speisen und Getränke sank die Anzahl der Spaltpilzkolonien auf 53—15 000 (Mittel 10 395) in 1 mg Koth.

H. Hammerl³⁾ fand, dass die Anzahl der Bakterien im menschlichen Koth bei ver-

¹⁾ Zeitschr. f. klin. Medicin, 8, 1.

²⁾ Archiv f. Hygiene 1886, 4, 355.

³⁾ Zeitschr. f. Biologie 1897, 35, 355. Dasselbst findet sich auch eine Uebersicht über die sämtlichen Untersuchungen über diese Frage.

schiedener Kost zwischen 670—214000 Kolonien für 1 mg Koth schwankte. Bei rein pflanzlicher oder bei gemischter Kost war weder, was die Zahl noch die Art der Bakterien anbelangt, ein durchgreifender Unterschied vorhanden. Die meisten der auf Gelatine- oder Agar-Nährboden gewachsenen Bakterien gehörten der Gruppe des *Bacterium coli* oder des *Bacterium lactis aërogenes* an, nicht selten fanden sich, aber niemals in erheblicher Menge, Schimmelpilze. Auch machte es keinen wesentlichen Unterschied, ob keimhaltige oder keimfreie (sterilisirte) Nahrung genossen wurde. Die einzige wirkliche Folge der keimfreien Kost bestand in dem Verschwinden der in der Umgebung des Menschen und der Thiere gewöhnlich vorkommenden Saprophyten aus dem Koth. Die Platten zeigten schliesslich die Kolonien der Bakterien aus der Koli- und *Lact. aërogenes*-Gruppe in Reinkultur; die sonst häufig vorhandenen Schimmelpilze, die verflüssigenden fluorescirenden Stäbchen etc. kamen nicht mehr zum Vorschein (vergl. S. 204).

Die Verdauung befördernde Mittel (Genussmittel).

Neben den Nahrungsstoffen geniessen wir in jeder Nahrung noch eine grosse Anzahl anderer Stoffe, welche zwar nicht dazu bestimmt sind, den täglichen Verlust an Körpersubstanz zu decken, welche aber dadurch, dass sie uns die Nahrung wohl-schmeckender und geniessbarer machen, einen wohlthätigen Einfluss auf die Verdauungsthätigkeit und Nerven ausüben und so einerseits eine erhöhte Ausnutzung der Nahrung im Magen und Darm bewirken, andererseits nach ihrem Uebergange ins Blut durch ihren Reiz auf das Central-Nerven-System gewisse andere Vorgänge im Körper unterstützen und erhöhen.

Von diesen Centralorganen aus sind dann noch weitere Uebertragungen möglich, wodurch oft auf grossen Umwegen wieder Einflüsse zurück auf diejenigen Theile im Verdauungskanal ausgeübt werden können, welche sich bei der ursprünglichen Berührung mit dem Genussmittel noch neutral verhielten.

Zwar wird allem Anscheine nach die absolute Ausnutzungs- oder Verdaulichkeitsgrösse durch die Genussmittel nicht erhöht; denn Forster und Rijnders beobachteten z. B., dass mit Wasser ausgezogenes, ganz geschmackloses Fleisch in der gleichen Zeit und der gleichen Menge verdaut bzw. aufgenommen wurde als das nämliche Gewicht von gebratenem Fleisch; auch schien nach Flügge bei einer geschmacklosen gemischten Kost, die längere Zeit nur mit Widerwillen genossen werden konnte, die Grösse der Ausnutzung nicht beeinflusst zu sein; indess erleichtern die Genussmittel die Verdauungsthätigkeit und ersparen dadurch dem Körper viel Arbeit, die er für andere Zwecke benutzen kann.

Zu den Genussmitteln, welche durch ihren wohlthätigen Einfluss auf Geruchs- oder Geschmacks-Nerven in erster Linie die Absonderung der Verdauungssäfte befördern, gehören z. B. Kochsalz, Zucker, Gewürze, alter Käse etc.

Ein Tropfen verdünnter Kochsalz-Lösung auf die Magenschleimhaut eines Thieres gebracht, bewirkt einen Austritt von Saft aus den Drüsen; ebenso findet reichliche Absonderung von Speichel statt, wenn Kochsalz oder Zucker in den Mund eingeführt werden¹⁾.

¹⁾ J. Forster beobachtete sogar eine reichliche Absonderung von Galle, als er eine Zuckerlösung direkt in die Blutbahn (*Vena mesenterica*) einführte.

Ohne Kochsalz die Nahrung zu geniessen, wäre uns unmöglich; dasselbe bildet in salzarmen Gegenden einen wahren Leckerbissen, und sind um den Besitz von Salinen und Steinsalzlageru schon Kriege geführt.

Das Kochsalz wirkt aber nicht bloss fördernd auf die Absonderung der Verdauungssäfte, sondern wirkt nach A. Stutzer ¹⁾ auch direkt günstig auf die Verdauung der Proteinstoffe durch Pepsin bei Gegenwart von wenig Salzsäure oder bei Abwesenheit derselben (vergl. weiter unten über die Bedeutung der Mineralstoffe für den Stoffwechsel).

Auch die organischen Säuren, Milch-, Aepfel-, Wein- und Citronensäure, befördern die Proteinlösung durch Pepsin; Essig-, Propion- und Buttersäure waren im Gegensatz zu diesen Säuren und Ameisensäure von geringem Einfluss.

Der Zucker ist nicht nur ein wichtiger Nahrungsstoff, sondern auch vorwiegend ein Genussmittel; nur aus letzterem Grunde opfert man grosse Summen Geldes für ihn; denn als Nährstoff hat er kaum einen höheren Werth denn Stärkemehl, Dextrin etc. Der Geschmack des Zuckers ist uns so angenehm, dass wir häufig nach ihm alles bezeichnen, was uns angenehm schmeckt. Bei der blossen Vorstellung von etwas Leckerem läuft dem Menschen, wie man zu sagen pflegt, das Wasser im Munde zusammen. Moses tröstete sein Volk, sagt v. Pettenkofer, in der Wüste nicht ohne Erfolg mit der Verheissung, dass er es in ein Land führen werde, welches von Milch und Honig fiesse.

Die Wichtigkeit von Salz und Zucker für Absonderung der Verdauungssäfte und die Verdauung erkennen wir nach C. Voit dadurch an, dass wir eine reichliche Mahlzeit durch etwas Kaviar oder durch ein Glas Süsswein einzuleiten pflegen, von denen der Kaviar durch hohen Salzgehalt, der Süsswein durch Zucker ausgezeichnet ist.

Als verdauungsbefördernde Mittel verdienen auch besonders die Gewürze hervorgehoben zu werden. Von diesen wirken einige durch besondere eigenartige scharfe, bittere Stoffe fördernd auf die Absonderung der Verdauungssäfte, so der Pfeffer durch das Piperin, der Senf durch das Senföl (letzteres vorzugsweise auf Absonderung der Galle). Das Senföl ist auch der wirksame Bestandtheil von Rettig und Radieschen. Andere Gewürze sind durch wohlriechende, leicht flüchtige Oele ausgezeichnet, die durch Einwirkung auf die Geruchsnerve indirekt eine erhöhte Speichel-Absonderung zur Folge haben. Zu diesen gehören z. B. Vanille, Zimmet, Nelken, Muskatnuss etc., ferner viele Gemüse (Petersilie, Zwiebeln) und Obst aller Art, welches neben wohlriechenden aromatischen Oelen freie Säure, Aepfelsäure, enthält, welche direkt die Verdauung befördert.

Sehr trefflich schildert die Wirkung dieser Stoffe C. Voit mit folgenden Worten:

„Es hat noch vieles Andere auf den Verdauungsakt Einfluss, an was wir gewöhnlich gar nicht denken; wir suchen bei dem Essen noch alle möglichen anderen Genüsse uns zu verschaffen, so dass die mannigfaltigsten Verbindungen der Organe des Körpers existiren müssen, deren Erregungen mitbestimmend auf die Vorgänge im Darmkanal sind. Neben dem Geschmacks-Organ steht das Geruchsorgan obenan; die Speisen, welche flüchtige Stoffe enthalten, werden nicht geschmeckt, sondern gerochen; wir machen die Speise durch Zusätze wohlriechend; denn Speisen, welche einen Geruch haben, den wir an ihnen nicht gewöhnt sind, werden mit Widerwillen gegessen und meistens nicht ertragen. Wir suchen ferner unseren Gerichten angenehme Formen zu geben, wir tischen sie sauber auf, damit sie „appetitlich“ sind. In stinkenden und unsauberen Lokalen schmeckt es uns nicht. Auch die

¹⁾ Landw. Versuchsstationen 1891, 38, 257.

Gesamstimmung, in der wir uns befinden, ist von Wichtigkeit; bei Aerger oder Kammer bekommt uns das Essen nicht; ein mit lachenden Kindern und guten Freunden besetzter Tisch dient auch als Genussmittel; wir verdauen gewiss anders bei Aussicht in eine heitere Gegend, als auf Kerker und Klostermauern.²⁾

Ausser diesen Genussmitteln, welche durch ihre wohlthätige Einwirkung auf die Geruchs- und Geschmacks-Nerven und ferner auf die Drüsen-Thätigkeit der Verdauungs-Organen eine erhöhte Verdauung und Ausnutzung der Nahrung bewirken und damit ihre Aufgabe verrichtet haben, giebt es verschiedene andere, welche durch ihren Reiz zunächst auf das Centralnervensystem und von da aus auf besondere Nerven erst nach dem Uebertritt in das Blut zu wirken beginnen. Dazu gehören: Fleischextrakt, Kaffee, Thee, Bier, Wein. Auch der Tabak gehört zu dieser Art Genussmitteln, welche einmal durch den erregenden Einfluss auf die Nerven die geistige und körperliche Thätigkeit erhöhen, dann auch (wie der Tabak) das Gefühl des Wohlbehagens bei uns hervorrufen. Der wirksame Stoff in diesen Genussmitteln sind bei Fleischextrakt, Kaffee, Thee und Tabak Alkaloïde neben flüchtigen Oelen, bei Bier und Wein Alkohol und Aetherarten. Ob die Extraktivstoffe derselben in ähnlicher Weise wirken, erscheint noch zweifelhaft (vergl. weiter unten über den Einfluss von Alkohol und Kaffee etc. auf den Stoffwechsel).

Eine dieser Genussmitteln gemeinsame wohlthätige Wirkung besteht auch darin, dass sie einen schnelleren Blutumlauf hervorrufen. In Folge von körperlicher oder geistiger Thätigkeit sammeln sich in den Muskeln und Organen eine Menge Zersetzungsstoffe an, welche schliesslich zur Erschlaffung der thätigen Organe und des ganzen Körpers führen. Durch den Kreislauf des Blutes werden diese in den Organen abgelagerten und ermüdenden Stoffe fortgenommen und denselben wieder neue Zersetzungsstoffe für weitere Arbeitsleistung zugeführt. Je rascher das Blut den Organen zuströmt, desto schneller werden sie wieder leistungsfähig.

Auf diese Weise erhalten diese Art Genussmittel eine hohe Bedeutung in unserer Nahrung, einen Werth, der sie hoch über die direkten Nährstoffe stellt.

„Der Mensch“, sagt v. Pettenkofer, „hängt so sehr von Genussmitteln der verschiedensten Art ab und zwar nicht bloss für Zwecke der Verdauung und Ernährung, sondern auch noch für zahlreiche Nerventhätigkeiten in ganz anderen Richtungen, dass er dafür, um sich dieselben zu verschaffen, gern etwas Geld opfert oder bezahlt. Wie viele verzichten nicht auf ein Stück Brot, um sich eine Tasse Kaffee oder Thee³⁾, eine Prise Tabak, eine Gigarre, ein Glas Bier oder Wein zu sichern, wenn ihnen die Wahl gelassen wird, obwohl ein Stück Brot zum Fett- und Eiweissersatz am Körper beiträgt und die genannten Genussmittel nicht.“

„Die Genussmittel sind wahre Menschenfreunde, sie helfen unserem Organismus über manche Schwierigkeiten hinweg. Ich möchte sie mit der Anwendung der richtigen Schmiere bei Bewegungsmaschinen vergleichen, welche zwar nicht die Dampfkraft ersetzen und entbehrlich machen kann, aber dieser zu einer viel leichteren und regelmässigeren Wirksamkeit verhilft und ausserdem der Abnutzung der Maschine ganz wesentlich vorbeugt. Um letzteres thun zu können, ist bei der Wahl der Schmiermittel eine Bedingung unerlässlich: sie dürfen die Maschinentheile nicht angreifen, sie müssen, wie man sagt, unschädlich sein.“

Die Verdauung schädigende Mittel.

Werden vorstehende Genussmittel in zu starken Gaben genommen, so schlägt ihre vortheilhafte Wirkung in das Gegentheil um. Die Geschmacksnerven und die Drüsen-

²⁾ Nach C. Schultz-Schultzenstein (Zeitschr. f. physiol. Chemie 1894, 18, 131) wirkte Kaffee- und Theeaufguss hemmend auf die künstliche Verdauung von Proteinstoffen.

thätigkeit der Verdauungsorgane werden durch den übergrossen Reiz nach und nach abgestumpft und geschwächt. Dieses gilt besonders für einen sehr starken Genuss alkoholischer Getränke und des Kochsalzes. Auch der Tabak scheint bei seiner günstigen Wirkung auf das Central-Nervensystem einen hemmenden Einfluss auf die Verdauung auszuüben, da eine Pfeife Tabak oder eine Cigarre vor Tisch geraucht den Appetit abschwächt.

Als besonders verdauungshemmend müssen die Gerbsäure-haltigen Nahrungs- und Genussmittel genannt werden. Die Gerbsäure nämlich fällt aus den Verdauungssäften einerseits diejenigen Stoffe aus, welche wie z. B. das Pepsin die Lösung der Nährstoffe in der Nahrung bewirken, andererseits geht sie mit bereits gelösten Nährstoffen wie den Albumosen und Peptonen unlösliche Verbindungen ein. Hierauf ist die Wirkung des stark gerbsäurehaltigen Rothweines zurückzuführen, welchen wir mit Vorliebe zu trinken pflegen, wenn durch eine zu starke Absonderung der Verdauungssäfte die Verdauung gestört ist und unregelmässig verläuft. Bei stetigem Genuss dieser Mittel hört die besagte Wirkung allmählich auf.

Von ungünstigem Einfluss auf die Verdauung sind auch die Rohfaser- (Cellulose-) reichen Nahrungsmittel wie kleiehaltiges Schwarzbrot. So beobachtete Fr. Hoffmann eine stärkere Koth-Entleerung, wenn er einer Fleischkost Cellulose beimengte. Nach G. Meyer, M. Rubner und Anderen wird bei Genuss von kleiehaltigem Brot eine grössere Menge Koth als unverdauter Theil der Nahrung entleert, als bei Genuss von feinerem, nur wenig Cellulose enthaltendem Weissbrot. Hier bewirkt die Rohfaser oder Cellulose durch die stärkere Reibung der Darmwandungen eine schnellere Entleerung des Darm-Inhaltes.

Auch eine übergrosse Gabe von Stärkemehl-haltigen Nahrungsmitteln kann die Verdauung stören und herabsetzen. Die Stärke nämlich muss, um ins Blut übergehen zu können, durch die Verdauungssäfte erst in Zucker übergeführt werden. Ist aber die Menge der zu verarbeitenden und umzuwandelnden Stärke im Verhältniss zur Menge der Verdauungssäfte zu gross, so erleidet sie eine anderweitige Zersetzung, bei welcher sich organische Säuren, vor allem Buttersäure bilden. Diese Säuren bewirken alsdann ähnlich wie die Rohfaser-reichen Nahrungsmittel durch Erregung der peristaltischen Bewegung des Darmes eine rasche Entleerung des Stärkekchymus. Ohne Zweifel rühren die schwer stillbaren Durchfälle kleiner Kinder von dieser Umsetzung der Stärke im Darne her.

In Folge dieser Säure- (Buttersäure-) Bildung treten die Darm-Gase (Kohlensäure, Wasserstoff und Methan) auf, deren Menge bei Pflanzenfressern am stärksten zu sein pflegt.

Grösse der Ausnutzung der Nahrungsmittel.

Ueber die Grösse der Ausnutzung der Nahrungs- und Genussmittel liegen bis jetzt nur spärliche Untersuchungen vor. Auch wird sich dieselbe für die einzelnen Nahrungsmittel wohl nie zu einem sicheren Ausdruck bringen lassen; denn sie schwankt sehr nach der Eigenart, dem Alter, Geschlecht und der Berufsart. Dann aber ist es nur mit einigen wenigen Nahrungsmitteln möglich, den Menschen vollständig auf mehrere Tage allein zu ernähren. Wir sind gewohnt, eine gemischte Kost zu uns zu nehmen; ein einseitiges Nahrungsmittel auf mehrere Tage zu nehmen, widersteht sehr leicht, in Folge dessen die Ausnutzungsfähigkeit vermindert werden

kann. Um so höher müssen wir demnach Versuche schätzen, bei welchen es gelang, diese Schwierigkeiten einigermaßen zu überwinden.

1. Ausnutzung thierischer Nahrungsmittel.

a) **Milch und Käse.** Ueber die Ausnutzung der Milch sind viele Versuche sowohl bei Kindern wie Erwachsenen angestellt, welche im allgemeinen das Ergebniss geliefert haben, dass die Milch von Kindern besser ausgenutzt wird als von Erwachsenen.

α) **Verdaulichkeit der Milch bei Kindern.** W. Camerer¹⁾ fand unter anderem für Muttermilch, Lange²⁾ für Kuhmilch die Verdaulichkeit der Stickstoffsubstanz bei Kindern im Mittel wie folgt:

No.	Alter		Verzehrt Milchmenge im Tage g	Stickstoff in			Stickstoff	
	des Kindes			Nahrung g	Harn g	Koth g	un- ausgenutzt %	am Körper g
	Wochen	kg						
			Muttermilch					
1	2	3,5	500	2,0	1,0	0,1	5,0	+ 0,9
2	20	6,6	900	2,4	1,6	0,3	12,5	+ 0,5
			Kuhmilch					
3	1,5—24	2,9—5,5	588—888	2,5	1,8	0,12	4,9	+ 0,6

M. Rubner und O. Heubner³⁾ erhielten für die Verdaulichkeit der einzelnen Bestandtheile der Muttermilch bei einem Säugling in den ersten 9 Tagen folgende Zahlen:

Tägliche	Milch		Stickstoff	Fett	Milchzucker	Asche
	frisch	trocken				
1. Einnahme	608,4 g	69,70 g	1,03 %	16,71 g	43,02 g	1,27 g
2. Ausgabe ⁴⁾ im Koth	— ⁵⁾	3,78 „	0,174 „	1,07 „ ⁶⁾	0,00 „	0,26 „
Also unausgenutzt	—	5,42 %	16,88 % (?)	5,69 %	0,00 %	20,58 %

Auffallend hoch ist die in letzterem und obigem Versuch No. 2 (von Camerer) unausgenutzt ausgeschiedene Stickstoffmenge; Rubner erwähnt aber ausdrücklich, dass der Koth eine dünne und grünliche Beschaffenheit hatte, daher Verdauungsstörungen vorlagen.

W. O. Atwater⁷⁾ fand die Verdaulichkeit von Kuhmilch und von dieser unter Zusatz von Hafermehl wie folgt:

Tägliche Nahrung	Alter	Gewicht	Unausgenutzt durch den Koth ausgeschieden				
			Stickstoff- substanz	Fett	Kohlen- hydrate	Mineral- stoffe	Kalorien
	Monate	kg	%	%	%	%	%
1. 1219 g Kuhmilch	9	11,5	6,2	4,3	16,7	48,4	13,7
2. 1124 g desgl. + 302 g Hafermehl + 10 g Zucker	10	11,6	4,7	1,6	6,3	39,1	9,0

¹⁾ W. Camerer: Der Stoffwechsel des Kindes. Tübingen 1894.

²⁾ Jahrbücher f. Kinderheilkunde 1895, 39, 233.

³⁾ Zeitschr. f. Biologie 1898, 18, 1.

⁴⁾ Die tägliche Harnmenge betrug 314 g mit 0,520 g Stickstoff.

⁵⁾ Nicht frisch gewogen.

⁶⁾ Einschliesslich Fettsäuren und Seifen.

⁷⁾ Ann. Report of the Storrs Agric. Exper. Station. Storrs Conn., 1896, 9, 183.

Hier stellte sich die Ausnutzung von Kuhmilch mit Hafermehl sogar günstiger als die von Kuhmilch allein.

Blauberg¹⁾ verfolgte die Ausnutzung der Mineralstoffe bei Säuglingen und fand, dass ein natürlich ernährter, 5 Monate alter Säugling die Salze der Muttermilch zu 82 %, ein anderer Säugling (Flaschenkind) dagegen die Salze der Kuhmilch nur zu 61 % ausnutzte.

Im allgemeinen werden beim Kinde von den organischen Milchbestandtheilen nur 5 % unausgenutzt ausgeschieden und kann angenommen werden, dass diese vorwiegend von Darmabsonderungen, von Körpersäften bezw. Epithel, nicht aber, oder unter regelmässigen Verhältnissen nur zum geringen Theil von unverdauten Bestandtheilen der Milch herrühren.

J. Forster²⁾ fand bei einem Säugling, der mit Kuhmilch und Reiswasser ernährt wurde, dass auf 100 Thle. Nahrungstrockensubstanz 6,35 % Kothtrockensubstanz ausgeschieden wurden, während W. Camerer dieses Verhältniss bei einem Säugling, der Kuhmilch und Laktine genoss, wie 100:7,1 ermittelte.

Auch erwachsene Kinder können reine Milch noch gut ausnutzen; so fand W. Camerer²⁾ für zwei (10- und 12-jährige) Mädchen, die nur Kuhmilch und etwas Kaffee erhielten, im Mittel:

Tägliche	Milch		Hierin für den Tag		
	frisch	trocken	Stickstoff	Fett	Milchzucker
1. Zufuhr	1852 g	231,5 g	10,95 g	55,55 g	94,45 g
2. Ausfuhr im Koth	— „	13,1 „	0,48 „	1,55 „	(nicht angegeben)
Also unausgenutzt		5,7 %	4,4 %	2,8 %	—

P. Müller³⁾ schliesst daraus, dass im Koth des Säuglings bei Kuhmilchnahrung im Verhältniss zum Stickstoff nicht mehr organischer, von Nukleïn bezw. Kaseïn herrührender Phosphor als bei Ernährung mit Muttermilch, — das Verhältniss $\frac{N}{P}$ im Koth war bei Muttermilchnahrung = 143,7, bei Kuhmilchnahrung = 158,9 —, ausgeschieden wird, dass das Kuhkaseïn im vollkommen normalen Säuglingsdarm nicht mehr phosphorreiche Verdauungsrückstände hinterlässt, als das Frauenmilchkaseïn und wenn letzteres als völlig verdaulich angesehen werden kann, so gilt dieses auch vom Kuhkaseïn.

Von diesen Ergebnissen nicht unwesentliche Abweichungen erhielten M. E. Jaffa⁴⁾ in Kalifornien (Nr. 1) mit einem 8 Tage alten Kinde und Bryant⁵⁾ in Connecticut (Nr. 2 und 3) mit einem 9 Monate alten Kinde, die beide mit Kuhmilch ernährt wurden. Letzteres Kind erhielt in einem zweiten Versuch neben Kuhmilch auch noch Haferschleimwehl.

Es wurden von diesen Kindern in Procenten der verzehrten Menge ausgenutzt:

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1900, 40, 1 u. 36.

²⁾ Ebendort 1880, 16, 493.

³⁾ Ebendort 1900, 39, 451.

⁴⁾ California agric. Exper. Stat. 1900, 33, Bulletin No. 84.

⁵⁾ Connecticut Storrs Stat. Rpt. 1886, 183.

Nahrung	Organische Stoffe	Proteïn	Fett	Kohlenhydrate	Salze
1. Kuhmilch	90,8%	88,2% ¹⁾	95,8%	88,8%	75,4%
2. Desgl.	91,5 "	93,8 "	95,7 "	83,3 "	51,6 "
3. Desgl. + Haferschleim- mehl	96,6 "	95,3 "	98,4 "	93,7 "	60,9 "

Der Umstand, dass hier vom Milchzucker, der von allen anderen Versuchs-
anstellern als mehr oder weniger vollständig verdaulich angegeben wird, weniger aus-
genutzt ist als vom Fett, und die Mischung von Milch + Haferschleim-
mehl eine grössere Ausnutzung aufweist, als Milch allein, spricht für eine unregelmässige Beschaffenheit
entweder der Kinder oder der Kuhmilch in diesen Versuchen.

Dennoch auch der nachstehende Versuch von J. Uffelmann bestätigt die ersteren
Ergebnisse.

β. Verdaulichkeit der Milch und des Käses bei Erwachsenen.
J. Uffelmann²⁾ stellte Ausnutzungsversuche mit Kuhmilch an sich selbst und
Säuglingen im Alter von 4 Wochen bis 11 $\frac{1}{4}$ Monaten mit folgendem mittleren
Ergebniss an:

Versuchsperson	In Procenten der verzehrten Menge wurden ausgenutzt:					
	Trocken- substanz	Organische Substanz	Proteïn	Fett	Milchzucker	Salze
Säuglinge . . .	92,5	94,4	99,8	93,8	100	51,7
Erwachsener . .	91,2	93,1	98,8	94,2	100	51,7

Hier wurde die Kuhmilch im allgemeinen von den Säuglingen etwas besser
ausgenutzt als von einem Erwachsenen.

Dieses Ergebniss stimmt überein mit Versuchen von M. Rubner³⁾ (No. 1, 2
und 3) und W. Prausnitz⁴⁾ (No. 4) an erwachsenen Personen; die Versuche des
ersteren erstreckten sich auf 4 Personen, in No. 2 auf eine Person; in einer dritten
Reihe (3 Versuche umfassend) erhielten die Versuchspersonen neben rund 2,0–2,2 l
Milch 200–517 g Käse; letztere Versuche mögen hier gleich angeschlossen werden;
die Ergebnisse sind im Mittel folgende:

Nahrung	Trockensubstanz für den Tag		In der verzehrten Menge als ungenutzt durch den Koth ausgeschieden			
	in der Nahrung	im Koth	Trocken- substanz	Stickstoff	Fett	Salze
	g	g	%	%	%	%
1. Milch	376,7	34,4	9,1	8,3	6,4	47,1
2. "	308,7	17,6	5,7	7,0	7,1	24,3
3. Milch + Käse . .	475,0	39,8	8,0	3,8	7,3	37,5
4. Milch	350,6	31,4	8,9	11,2	5,1	37,1

Hiernach scheinen auch die Nährstoffe des Käses ebenso hoch ausgenutzt zu
werden, als die der Milch.

¹⁾ Die Stickstoff-Bilanz stellte sich im Tage wie folgt:

Stickstoff in:

Nahrung	Koth	Harn	Ansatz am Körper
5,40 g	0,64 g	2,99 g	1,77 g

²⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1882, 29, 354.

³⁾ Zeitschr. f. Biologie 1879, 15, 115; 1880, 16, 119 1897, 36, 56.

⁴⁾ Ebendort 1889, 25, 533.

Erst als neben 2209 g Milch 517 g anstatt 200 g Käse täglich verzehrt wurden, stieg die Menge der unausgenutzten Nährstoffe etwas, nämlich auf 11,3 % der Trockensubstanz, 4,9 % des Stickstoffes und 11,5 % des Fettes.

Im Anschluss hieran mag erwähnt sein, dass v. Klenze¹⁾ die Verdaulichkeit des Käse-Proteins auf künstlichem Wege (mit Pepsin-Salzsäure) ermittelte und fand, dass die Verdaulichkeit in ersterer Linie vom Reifezustande des Käses abhängt, indem durch Pepsin-Salzsäure von reifen Käsen 90,21—97,53%, von un- und handelsreifen Käsen dagegen nur 77,8—89,28% gelöst wurden. Diese Beobachtung verdient Beachtung im wirthschaftlichen Leben; die fetten theueren Käse gelten im allgemeinen bekömmlicher; man wird aber auch von den billigeren Magerkäsen vortheilhaften Gebrauch machen können, wenn sie genügend ausgereift sind.

Slatkowsky²⁾, Rudenko³⁾ und Markow⁴⁾ haben ebenfalls Ausnutzungsversuche mit Kuhmilch bei Erwachsenen mit folgenden Ergebnissen (Durchschnitt und Schwankungen von 44 Einzelversuchen) angestellt:

	Körpergewicht der Versuchspersonen kg	Täglich genossene Milch ccm	Stickstoff in			Stickstoff	
			Nahrung g	Harn g	Koth g	un- ausgenutzt %	am Körper g
Mittel . . .	—	2656	15,9	15,2	1,2	7,5	— 0,5
Schwankungen	43,8—112	856—5217	4,4—24,3	5,5—28,4	0,3—2,2	4,1—23,0	— 9,8 bis + 6,4

In diesen 44 Versuchen sind die Proteinstoffe der Milch von den Erwachsenen zwar ebenso gut ausgenutzt wie vom Kinde⁵⁾, indess ist es durchweg nicht möglich, mit Milch allein den Protein-Bestand am Körper des Erwachsenen zu erhalten; derselbe giebt im Durchschnitt noch etwas Protein-Stickstoff her, was beim Kinde nicht der Fall ist.

Diese Verhältnisse ändern sich anscheinend sofort, wenn neben der Milch feste Nahrungsmittel verabreicht werden. Laptschinsky⁶⁾ liess 5 männliche Personen von 54,8—73,1 kg Gewicht neben 2385—3405 ccm (Mittel 3133 ccm) Milch, wenig Brot, Listow⁷⁾ Wärterinnen (Ämmer⁸⁾) von 48,3—77,1 kg Gewicht neben 2300—3825 g (Mittel 3040 g) Milch, 400 g Weizenbrot und 500 g Zucker verzehren; sie fanden im Mittel für den Tag:

¹⁾ Milchztg. 1885, 14, 369.

²⁾ Zeitschr. f. klin. Med. 1880, Suppl. 7, 14.

³⁾ Rudenko: Ueber die Verdaulichkeit der Stickstoff-Substanz der Milch. Inaug.-Dissert. Petersburg 1885.

⁴⁾ Markow: Inaug.-Dissert. Petersburg 1888.

⁵⁾ P. Müller (Zeitschr. f. Biologie 1900, 39, 451) zieht daraus, dass das Verhältniss von Stickstoff zum organischen, vom Nuklein bezw. Kasein herrührenden Phosphor bei Erwachsenen im Koth nicht wesentlich anders ist als bei Kindern — $\frac{N}{P}$ war bei Milchnahrung im Koth der Erwachse-

nen = 112,6, der Kinder = 158,9 —, das Kuhmilch-Kasein bei Säuglingen aber nach oben S. 213 als gleich ansuetzungsfähig mit dem Muttermilch-Kasein angesehen werden muss, ebenfalls den Schluss, dass das Kuhmilch-Kasein auch vom Erwachsenen ziemlich vollständig verdaut wird, dass, wenn dennoch von Erwachsenen bei Milchnahrung verhältnissmässig mehr Stickstoff wie vom Kinde im Koth ausgeschieden wird, dieser von Darmsäften herrührt. Die Kuhmilch ist daher auch bei Erwachsenen nicht zu den schlechter ansuetzbaren, sondern weil sie sich zu dessen Ernährung weniger eignet, zu den mehr kothbildenden Nahrungsmitteln zu rechnen (vergl. S. 205).

⁶⁾ Wratsch, 1880, 480.

⁷⁾ Listow: Ansuetzung von frisch und sterilisirter Milch etc. Inaug.-Dissert. Petersburg 1892.

Nahrung	Stickstoff in			Stickstoff	
	Nahrung g	Harn g	Koth g	un- ausgenutzt %	am Körper g
1. Milch + wenig Brot	17,9	16,1	1,4	7,9	+ 0,4
2. Milch + 400 g Brot + 50 g Zucker	21,8	18,4	1,6	7,3	+ 1,8

In diesen Versuchen entspricht die procentige Ausnutzung der Stickstoffsubstanz der in den vorigen Versuchen mit alleiniger Milchnahrung, trotzdem die pflanzlichen Nahrungsmittel schlechter ausgenutzt werden, bezw. mehr Koth liefern als thierische Nahrungsmittel, gleichzeitig aber sehen wir auch, dass hier auch Proteïn am Körper angesetzt worden ist.

Hiernach kann die Milch allein nicht als ein geeignetes Nahrungsmittel für Erwachsene angesehen werden und erklären Zuntz und Sternberg¹⁾ die geringere Ausnutzung derselben durch Erwachsene dadurch, dass letztere mehr Lab im Magen absondern, als der Säugling, Labferment aber die Verdaulichkeit des Milch-Kaseïns beeinträchtigt (vergl. S. 190).

Listow zieht aus obigen Versuchen auch den Schluss, dass die Stickstoff-Substanz der sterilisirten Milch etwas weniger ausgenutzt wird, als die der rohen Milch, nämlich erstere zu 91,8%, die der rohen Milch zu 93,6%.

Auch scheint die Stickstoff-Substanz der gekochten Milch nach Versuchen von R. W. Rauditz²⁾ (bei Hunden) etwas geringer ausgenutzt zu werden, als die der rohen Milch.

b) **Eier.** Lehmann³⁾ giebt nach einem Versuch im Jahre 1842 an, dass von 30,2 g Eier-Stickstoff in der täglichen Nahrung, 25,6 g in den Harn und 0,6 g in den Koth übergangen, also nur rund 2% unausgenutzt blieben. M. Rubner (l. c.) findet die Ausnutzungsfähigkeit für hart gesottene Eier wie folgt:

Für den Tag Trockensubstanz in		Stickstoff für den Tag in			In Procenten der verzehrten Menge blieben unausgenutzt			
Nahrung g	Koth g	Nahrung g	Harn g	Koth g	Trocken- Substanz %	Stickstoff- Substanz %	Fett %	Salze %
247,4	13,0	20,71	21,89	0,61	5,2	2,9	5,0	18,4

Die Nährstoffe der hart gesottenen Eier sind daher in hohem Grade ausnutzungsfähig. Ueber den Unterschied dieser und der rohen bezw. weich gekochten Eier bei der Verdauung im Magen vergl. S. 191.

c) **Fleisch.** Ueber die Ausnutzung des Fleisches liegen Versuche vor von M. Rubner⁴⁾ und W. O. Atwater⁵⁾; Rubner ermittelte in 3 Versuchen (No. 1 Mittel) die Ausnutzung des Rindfleisches im gebratenen Zustande, Atwater (No. 2 u. 3) die Ausnutzung von Fischfleisch im gekochten und von Rindfleisch in theils gekochtem und gebratenem Zustande mit folgenden Ergebnissen:

¹⁾ Naturw. Rundschau 1900, 15, 324.

²⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1890, 14, 1.

³⁾ Journ. f. prakt. Chemie 1842, 27, 259.

⁴⁾ Zeitschr. f. Biologie 1879, 15, 115.

⁵⁾ Ebendort 1887, 24, 16.

Nahrung	Für den Tag Trockensubstanz in		Stickstoff für den Tag in			Von den verzehrten Bestandtheilen in Procenten unausgenutzt			
	Fleisch	Koth	Nahrung	Koth	Harn	Trocken- Substanz	Stickstoff- Substanz	Fett	Salze
	g	g	g	g	g	%	%	%	%
1. Rindfleisch	288,9	13,4	36,65	0,88	37,29	4,5	2,3	13,3	14,8
2. desgl.	321,0	13,8	38,5	0,97	37,1	4,3	2,5	5,2	21,5
3. Fischfleisch	326,0	16,0	45,1	0,93	44,1	4,9	2,0	9,0	22,5

K. Osawa¹⁾ giebt für die Ausnutzung verschiedener Fleischsorten folgende Zahlen an:

Unausgenutzt im Koth ausgeschieden:	Rindfleisch	Fischfleisch		Häring	Stockfisch
		Serranus mar- ginalis (frisch)	Lachs (frisch)	getrocknet	
		%	%	%	%
Trockensubstanz . . .	5,1	3,7	3,1	7,6	4,9
Stickstoffsubstanz . .	2,1	2,0	2,3	7,1	4,7

Aehnliche Ergebnisse wie hier bei Häring und Stockfisch erzielte Kijanizyn²⁾ bei konservirtem Dorschfleisch, von dessen Stickstoffsubstanz im Koth unausgenutzt ausgeschieden wurden:

Dorsch:	gesalzen	getrocknet	gesalzen bei gemischter Nahrung	getrocknet
	9,98%	10,99%	5,56%	6,58%

Hiernach wird wenigstens das frische Fischfleisch, das für schwer verdaulich gehalten wird, ebenso gut ausgenutzt als Rindfleisch, nur getrockneter Häring und Stockfisch verhalten sich etwas ungünstiger. Solutzew³⁾ verglich frisch gekochtes und eingemachtes Fleisch (Hammel- und Rindfleisch) je für sich allein und in Gemeinschaft mit Brot etc. bei Gefangenen im Gewicht von 66—80 kg und erhielt für die alleinige Fleischnahrung folgende Ergebnisse im Mittel von je 6 bzw. 7 Versuchen:

Fleisch	Verzehrte Menge	Stickstoff für den Tag in:			Stickstoff	
		Nahrung	Harn	Koth	un- ausgenutzt	am Körper
		g	g	g	%	g
Frisch gekocht	716—1661	57,4	41,9	4,6	8,0	+ 10,9
Geklopft bzw. eingemacht	885—1643	62,1	39,4	6,6	10,6	+ 16,1

Hier zeigt das Fleisch eine verhältnissmässig niedrige Ausnutzung, die vielleicht ebenso wie der hohe Stickstoffansatz auf die aussergewöhnlich grosse Menge des verzehrten Stickstoffs zurückgeführt werden muss. Im übrigen scheint nach Solutzew unter sonst gleichen Verhältnissen das frisch gekochte Fleisch etwas besser als das geklopfte bzw. eingemachte Fleisch ausgenutzt zu werden.

Solche Beziehungen scheinen aber nicht beständig aufzutreten. G. Lebbin

¹⁾ Vergl. O. Kellner: Zeitschr. f. Biologie 1889, 25, 121.

²⁾ Vergl. Smolenski: Hygien. Rundschau 1897, 7, 1170.

³⁾ Solutzew: Ueber Armeekonserven etc. Inaug.-Dissertation, Petersburg 1886.

und K. Förster¹⁾ theilen nämlich über die Ausnutzung des Rindfleisches bei verschiedener Zubereitung folgende Ausnutzungswerthe mit:

Zubereitung	Unausgenutzt von Trocken- substanz			Unausgenutzt von Stickstoff		
	Hinter- schenkel	Schulter- stück	Rindfleisch überhaupt	Hinter- schenkel	Schulter- stück	Rindfleisch überhaupt
	%	%	%	%	%	%
Rohes Schabefleisch	6,53	5,98	6,15	3,44	3,30	3,34
Gebratenes Fleisch (in Butter)	6,20	4,50	5,35	3,69	2,29	2,99
Geröstetes Fleisch (auf dem Rost)	7,87	—	—	4,18	—	—
Suppenfleisch (mit kaltem Wasser angesetzt)	10,50	6,13	7,27	4,87	3,17	3,79
Wellfleisch (mit siedendem Wasser angesetzt)	7,17	—	—	3,46	—	—
Pökelfleisch	—	5,73	—	—	3,19	—
Bauchfleisch	—	4,83	—	—	2,65	—

Nach diesen Versuchen würde sich Rauchfleisch am günstigsten für die Verdauung verhalten und darnach abnehmend folgen: gebratenes Fleisch, Pökelfleisch, rohes Schabefleisch, Wellfleisch, Suppenfleisch, geröstetes Fleisch. Das Fleisch vom Schulterstück wurde stets besser ausgenutzt als das vom Hinterschenkelstück.

Wegen des in vorstehenden Versuchen zum Theil hervortretenden Widerspruches mögen hier auch noch einige künstliche Verdauungsversuche mit verschieden zubereitetem Fleisch mitgetheilt werden.

M. Popoff²⁾ stellte z. B. bei der Behandlung der verschieden zubereiteten Fleischsorten mit Pepsin-Salzsäure folgende Löslichkeit der Stickstoffsubstanz in Procenten der vorhandenen Menge fest:

Rindfleisch				Aal			Scholle		
roh	gekocht	ge- röchert	geröchert u. gekocht	roh	gekocht	ge- röchert	roh	gekocht	ge- röchert
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
100	83,4	71,0	60,6	71,1	68,9	91,3	66,8	60,6	100,1

Nach diesen Versuchen hat wenigstens beim Rindfleisch das Kochen und Röchern die Verdaulichkeit der Stickstoffsubstanz durch Pepsin-Salzsäure erheblich beeinträchtigt, beim Fischfleisch nur das Kochen, das Röchern ist hier von vortheilhaftestem Einfluss gewesen. Diese Unterschiede werden darauf zurückgeführt, dass durch Kochen einerseits das Eiweiss gerinnt und schwerer verdaulich wird, dass andererseits hierdurch das Bindegewebe gelockert, d. h. mehr oder weniger gelöst wird, dass diese Aufschliessung aber bei Fischfleisch schneller vor sich geht, als bei Rindfleisch.

Giggiberger ermittelte (allerdings nur für eine einzige Versuchsperson) die Zeitdauer, welche die einzelnen Fleischspeisen im Magen verweilen, und fand, dass gesottenes Kalbshirn und Bröschchen die kürzeste Zeit (2 Stunden 30—40 Min.), Fleisch von Ente, Gans und Hase, ferner Rindszunge 30—60 Min. länger im Magen verweilen und dass rohes Fleisch schneller den Magen verlässt als gekochtes. Wenngleich diese Beobachtung über die wirkliche Ausnutzung (Verdauung) der

¹⁾ Nach K. Förster: Inaug.-Dissertation 1897 in Aerztl. Sachverständigen-Ztg. 1898, 4, 437 u. Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahr.- u. Genussmittel 1899, 2, 575.

²⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1890, 14, 524.

Fleischsorten keinen Aufschluss giebt, so zeigt sie doch, dass die einzelnen Fleischsorten dem Magen mehr oder weniger Beschwerden bereiten.

A. H. Chittenden und W. Commins¹⁾ fanden für die Verdaulichkeit der einzelnen Fleischsorten durch künstlichen Magensaft folgende Ergebnisse, wenn die Verdaulichkeit von Rindfleisch = 100 gesetzt wird:

Kalbfleisch	94,89 %	Makrele	86,24 %	Weissbarsch	72,94 %
Hammel	92,15 "	Flunder	85,32 "	Aal	71,82 "
Lamm	87,93 "	Hecht	82,99 "	Junger Hummer	87,81 "
Huhn (helles Fleisch)	86,72 "	Häring	82,34 "	Grosser weibl. Hummer	79,06 "
" (dunkles "	84,42 "	Schellfisch	82,50 "	" männl. "	69,13 "
Lachs	92,29 "	Seebarsch	80,99 "	Krebs	67,13 "
Goldforelle	87,03 "	Bachforelle	78,45 "	Froschschenkel	80,40 "

Versuche über die Verdaulichkeit des gekochten und rohen Fleisches ergaben, dass, wenn unter sonst gleichen Verhältnissen vom gekochten Rindfleisch 100, so vom rohen 142,38 % verdaut wurden. Desgleichen erwies sich das Fleisch junger Thiere weniger leicht verdaulich als das älterer Thiere gleicher Art.

Mit künstlichem Magensaft erwies sich das Fischfleisch entsprechend der allgemeinen Annahme durchweg als weniger leicht verdaulich, denn das Fleisch von landwirthschaftlichen Nutztbieren; es kann aber das Verhalten gegen Magensaft nicht als alleiniger Massstab für die wirkliche Ausnutzung der Stickstoffsubstanz im Darm angesehen werden; denn der Magensaft bildet nur einen Theil der lösenden Verdauungsflüssigkeiten und spricht der obige Versuch von Atwater für die gleiche Ausnutzungsfähigkeit von Rind- und Fischfleisch.

d) **Schlachtabgänge.** Für die Volksernährung ist es auch von Wichtigkeit, wie sich verschiedene verhältnissmässig billige Abfälle wie Knochen, Knorpel und Sehnen bezüglich ihrer Verdaulichkeit verhalten. Hierüber hat J. Etzinger²⁾ einige Versuche an einem Hunde angestellt, welcher wie der Mensch Fleisch so gut wie vollständig verdaut. Etzinger fand, dass von dem trocknen Knochenknorpel (aus der vermehrten Harnstoffausscheidung berechnet)³⁾ 53 % zur Aufnahme gelangt waren. Von den Knorpeln wurde offenbar noch mehr verdaut, da sich in dem Koth nur einzelne weisslich durchscheinende Plättchen als Reste der verzehrten Knorpel vorfanden. Von den Sehnen wurden an 2 Tagen 727,4 g frische Sehnen mit 254,8 g Trockensubstanz verabreicht; abgegeben wurden 188,3 g frischer Koth mit 53,1 g Trockensubstanz, so dass 79 % verdaut worden wären. Die verdaute Menge ist aber ohne Zweifel noch grösser, weil die obige Zahl auch den Koth von 10 Hungertagen miteinschliesst. Thatsächlich liessen sich in dem Koth nur einzelne kleine unverdaute Sehnenstückchen nachweisen.

F. King⁴⁾ schliesst daraus, dass der Leim, weil er von Magen- und Pankreassaft verhältnissmässig rasch gelöst wird, auch im Körper unter Bildung der den Albumosen und Peptonen mehr oder weniger ähnlichen Verbindungen ganz zur Ausnutzung gelangt.

Wirkliche Ausnutzungsversuche mit Schlachtabgängen stellten dagegen P. So-

¹⁾ Amer. Chem.-Journ., 4, 318.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1874, 10, 84.

³⁾ Nach den direkten Bestimmungen waren in 406,8 g verzehrtem Knochenknorpel 114 g organische Substanz enthalten, während in den entsprechenden 374,2 g Koth 75 g organische Substanz sich fanden; darnach wären nur 39 g oder 34 % organ. Substanz der Knochenknorpel ausgenutzt.

⁴⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1899, 48, 100.

lomin¹⁾ und K. Mann²⁾ an. Ersterer verwendete zu seinen Versuchen die sog. Kuttelflecke, d. h. den in Stückchen zerschnittenen Magen des Rindes³⁾, von denen neben Brot, Butter und Bier 900—1000 g täglich an einen Erwachsenen in 3 Mahlzeiten verabreicht wurden. In einer 2. Versuchsreihe verzehrte die Versuchsperson neben gleichen Mengen Brot, Butter und Bier 800 g Fleisch.

Die Ergebnisse beider Versuchsreihen waren folgende:

Nahrung: Brot und Butter +	Für den Tag Trockensubstanz in		Von der verzehrten Menge blieben ungenutzt				Stickstoff für den Tag in:			Stick- stoff am Körper g
	Nah- rung g	Koth g	Trocken- substanz %	Stickstoff- substanz %	Fett %	Salze %	Nahrung g	Koth g	Harn g	
1. Kuttelflecke . . .	555,1	36,1	6,51	10,84	4,64	17,5	23,7	2,57	18,39	2,74
2. Fleisch . . .	528,7	33,2	6,29	9,59	4,04	18,3	28,5	2,73	23,62	2,15

Hieraus lässt sich über die Ausnutzung der Kuttelflecke allein ein Schluss nicht ziehen, indess folgt aus dem vergleichenden Versuch, dass die Nährstoffe der Kuttelflecke unter sonst gleichen Ernährungsverhältnissen fast ebenso hoch ausgenutzt werden, als die des Fleisches.

K. Mann prüfte an sich selbst (rund 63,5 kg schwer) die Ausnutzungsfähigkeit des Elastins⁴⁾ in der Weise, dass er in einem Vor- und Nach-Versuch täglich 400 g Weizenbrot, 200 g Romadourkäse, 150 g Cervelatwurst, 30 g Butter und 70 g Zucker verzehrte, während in dem Elastin-Versuch die Nahrung aus 400 g Weizenbrot, 150 g Butter, 143,75 g Zucker und 71,77 g Elastin bestand. Im Mittel wurde gefunden:

Nahrung:	Trocken- substanz in der Nahrung g	Stickstoff für den Tag in			Stickstoff unngenutzt %	Stickstoff am Körper g
		Nah- rung g	Harn g	Koth g		
1. Gewöhnliche	550	16,83	15,57	1,25	7,4	+ 0,05
2. Mit Elastin	565	16,83	14,63	2,20	13,1	± 0
3. Gewöhnliche	606	16,83	15,39	1,45	8,5	- 0,03

Hiernach wurde der Elastin-Stickstoff um 5,15 % im Darm weniger ausgenutzt als der von Käse und Wurst; jedoch konnte sich der Körper auch mit Elastin-Stickstoff im Stickstoff-Gleichgewicht halten.

¹⁾ Archiv f. Hygiene 1896, 27, 176.

²⁾ Ebendort 1900, 36, 166.

³⁾ In anderen Gegenden Deutschlands versteht man unter „Kuttelflecke“ den in Stückchen zerschnittenen Darm. In Norddeutschland werden die in derselben Weise verarbeiteten Abgänge, Darm und Netz als „Kaldannen“ bezeichnet.

⁴⁾ Dasselbe wurde durch wiederholtes Behandeln des Nackenbandes mit Essigsäure und Salzsäure, sowie mit Aether und Alkohol dargestellt; von 2 kg Nackenband blieben 400 g Trockenrückstand.

2. Ausnutzung einzelner besonders zubereiteter Nahrungsmittel.

An die Ausnutzung thierischer Nahrungsmittel und vor der der pflanzlichen Nahrungsmittel mögen sich einzelne, auf besondere Weise dargestellte Nahrungsmittel anschliessen, welche theils aus thierischen, theils aus pflanzlichen Abfallstoffen hergestellt werden.

a) *Kaseon* oder *Plasmon*. Dasselbe wird durch Erhitzen von Magermilch unter Zusatz von Essigsäure, durch Neutralisation der letzteren mit Natriumkarbonat, Trocknen und Pulvern des Quarges gewonnen. Die Masse enthält nach 3 Analysen:

Wasser	Stickstoffsub- stanz	Fett	Kohlenhydrate (Milchzucker)	Salze
11,99 %	70,12 %	0,67 %	9,73 %	7,54 %

Pfuhl und Wintgen¹⁾ verabreichten täglich an 2 Versuchspersonen neben 200 g Reis, 400 g Weizenbrot, 86–103 g Butterfett, 62–65 g Zucker, $\frac{2}{3}$ l Bier das Kaseon bezw. Plasmon zu 275 g einerseits in Form von Suppen, andererseits in Form von Zwieback (Kaseon-Zwieback) und fanden im Mittel je zweier Versuche:

Nahrung:	Trockensubstanz für den Tag		Von den verzehrten Mengen blieben unausgenutzt				
	Nahrung	Koth	Trocken- substanz	Organische Substanz	Stickstoff	Fett	Mineral- stoffe
	g	g	%	%	%	%	%
1. Kaseon in Sup- penform . . .	835,93	43,88	5,25	3,83	6,65	2,74	47,76
2. Desgl. in Zwie- backform . . .	647,30	74,60	11,43	10,30	30,47	29,22	34,98

Hiernach wäre das Kaseon oder Plasmon in Form von gebackenem Zwieback weniger gut ausnutzbar als in Form von mit Reis etc. gekochten Suppen. Da aber dasselbe gleichzeitig mit pflanzlichen Nahrungsmitteln verabreicht ist und die Stickstoffsubstanz der letzteren verhältnissmässig niedrig ausgenutzt wird, so wird die Ausnutzbarkeit für die Stickstoffsubstanz des Plasmons noch höher liegen, wie dieses z. B. auch thatsächlich die Versuche von W. Prausnitz und H. Poda²⁾ ergeben haben. Dieselben liessen 3 bezw. 2 kräftige Versuchspersonen von 67–80 kg Körpergewicht 200 g Plasmon in Form von Brot mit Kümmel neben Butter, Zucker und Wein — in der ersten Versuchsreihe auch Bouillon mit 25 g Plasmon — verzehren und stellten in einer zweiten Versuchsreihe fest, in wie weit auch das Plasmon das Fleisch (350 g) in der Nahrung zu vertreten im Stande ist. Da der Kümmel in dem Kümmelbrot als unverdaut im Koth sich zu erkennen gab, so wurde die Menge seiner Bestandtheile bei der Berechnung der Ausnutzungs-Koeffizienten (b) in Abzug gebracht. Es ergab sich so im Mittel:

¹⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1899, 2, 761.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1900, 39, 279.

Nahrung:	Trocken- substanz in der tägl. Nahrung g	Von den verzehrten Mengen blieben unausgenutzt					Stickstoff in			Stick- stoff am Körper g
		Trocken- substanz % %	Organ. Substanz % %	Stick- stoff % %	Fett % %	Miner- Stoffe % %	Nah- rung g	Koth g	Harn g	
1. Plasmon . . .	633,95	a. 4,09 b. 3,68	3,33 2,88	6,71 6,43	3,87 3,87	31,87 31,47	20,53	1,57	18,52	+ 0,44
2. Fleisch . . .	589,50	3,64	3,19	7,42	3,74	21,18	19,41	1,46	18,72	- 0,77

Selbst unter Einschluss des schwer ausnutzbaren Kümmels — die verzehrten 10 g konnten im Koth wieder fast vollständig ausgelesen werden — erweist sich die Plasmon-Nahrung bis auf die Mineralstoffe als wesentlich gleich oder höher ausgenutzt, denn die Fleisch-Nahrung. Auch bezüglich des Stickstoffgleichgewichts verhielt sich die Plasmon-Nahrung mindestens ebenso günstig als die Fleisch-Nahrung. Legt man für Weizenmehl bezw. -brot die sonst gefundenen Ausnutzungs-Koeffizienten zu Grunde und bringt die so berechneten Werthe für die Ausnutzung der verzehrten Mehlbestandtheile in Abzug, so stellt sich die Ausnutzung des Plasmon-Stickstoffs noch günstiger, indem nur 0,36—1,4 % unausgenutzt übrig blieben.

Aehnlich günstige Ergebnisse bezüglich der Ausnutzung (95,6 %) und des Stickstoffgleichgewichtes erhielt — freilich nur durch einen eintägigen Versuch — E. Laves ¹⁾ bei Plasmon-Nahrung.

A. Albu ²⁾ ersetzte in der Nahrung von Kranken bei chronischer Unterernährung in einer ersten Versuchsreihe die Hälfte, in einer zweiten die ganze Menge des Nahrungsproteins durch Kaseon mit folgendem mittleren Ergebniss für den Stickstoff:

Nahrung:	Erste Versuchsreihe		Zweite Versuchsreihe	
	Uausgenutzt im Koth	Angesetzt am Körper	Uausgenutzt im Koth	Angesetzt am Körper
	%	%	%	%
Ohne Plasmon	6,37	15,6	6,93	16,2
Mit „	3,60	17,0	9,35	8,9

K. Micko ³⁾ schliesst aus der Untersuchung des bei Plasmon- und Fleisch-Nahrung ausgeschiedenen Kothes auf Nuklein-Phosphor, dass, weil von letzterem bei Plasmon-Nahrung nicht mehr oder gar weniger vorhanden war als bei Fleisch-Nahrung, das Plasmon ebenso vollständig oder noch vollständiger ausgenutzt wird, als das Fleisch.

b) *Sanatogen* oder glycerinphosphorsaures Natriumkasein, d. h. ein durch glycerinphosphorsaures Natrium löslich gemachtes Kasein verhält sich nach Vis und Treupel ⁴⁾ für die Ernährung dem Fleisch gleichwerthig. Die Versuchsperson erhielt 6 Tage lang eine Nahrung, welche 129 g Protein (= 20,6 g Stickstoff), 132,6 g Fett und 345,9 g Kohlenhydrate enthielt; von der Gesamt-

¹⁾ Münchener medic. Wochenschr. 1900, 47, 1339.

²⁾ Fortschr. d. Medicin 1899, 17, 505.

³⁾ Zeitschr. f. Biologie 1900, 39, 430.

⁴⁾ Münchener medic. Wochenschr. 1898, 45, 611.

Stickstoffmenge wurde ungefähr die Hälfte in den einzelnen Versuchsreihen durch eine andere Proteinart ersetzt. Bei der Verabreichung von Sanatogen gegenüber Fleisch fanden sich im ausgeschiedenen Koth nahezu die gleichen Stickstoffmengen, woraus die Versuchsansteller schliessen, dass das Sanatogen ebenso hoch ausgenutzt wird, als Fleisch.

c) *Nutrose*, ein saures Natriumsalz des Kaseins, mit 73,68 % Protein bei 11,67 % Wasser, wurde von R. Neumann¹⁾ in der Weise auf Nährfähigkeit beim Menschen geprüft, dass in einem Vor- und Nachversuch von 7 bzw. 3 Tagen eine regelmässige, Stickstoffgleichgewicht bewirkende Kost (Brot ohne Rinde, Schweinefett, Romadurkäse, Cervelatwurst und Wasser) verabreicht und in einem mittleren Zeitraum von 9 Tagen ein Theil des Stickstoffs durch Nutrose ersetzt wurde. Er fand:

Nahrung:	Stickstoff für den Tag			Stickstoff	
	in der Nahrung	im Harn	im Koth	unausgenutzt im Koth	am Körper
	g	g	g	%	g
1. Ohne Nutrose . . .	12,41	11,00	1,72	13,8	- 0,31
2. Mit " . . .	12,41	10,99	1,71	13,8	- 0,29
3. Ohne " . . .	12,41	10,49	1,87	15,2	+ 0,05

Der Nutrose-Stickstoff wurde daher einerseits gerade so gut ausgenutzt, wie der in Form von Käse und Cervelatwurst, andererseits vermochte er auch den Körper im Stickstoffgleichgewicht zu erhalten und wurde dauernd gut vertragen. Auch B. Oppler²⁾, G. Freudenthal³⁾ und B. Buxbaum⁴⁾ äussern sich günstig über Nutrose als diätetisches wie Fleisch-Ersatzmittel.

d) *Galaktogen*. G. Lebbin⁵⁾ prüfte die Ausnutzungsfähigkeit des Galaktogens, eines aus Milchkasein hergestellten Proteinnährmittels (mit 8,18 % Wasser, 75,67 % Roh-Protein, davon 72,59 % wasserlöslich, 1,11 % Fett, 8,90 % Kohlenhydraten und 6,14 % Asche), indem er davon einen 65 kg schweren Laboratoriumsdiener neben Wasser in einem Versuch täglich 247,3 g Galaktogen (älteres Fabrikat), in einem zweiten Versuch 259,99 g Galaktogen (neues Fabrikat) verzehren liess. Durch den Koth wurden in Procenten der verzehrten Nährstoffe unausgenutzt ausgeschieden:

Galaktogen:	Trockensubstanz	Organische Substanz	Protein	Asche
Altes Fabrikat	11,20 %	9,21 %	3,74 %	36,84 %
Neues "	6,67 "	5,56 "	1,84 "	30,75 "

Ebenso verhältnissmässig günstig zeigte sich die Ansnutzung des Galaktogens in einem Gemisch mit Kakao, von dem das Protein sehr schwer ausgenutzt wird.

e) *Tropon*. Das Tropon Finkler's wird aus thierischen oder pflanzlichen Roh- oder Abfallstoffen, die sich sonst nicht direkt zur menschlichen Ernährung verwenden lassen, durch Behandeln mit verdünntem Alkali (vergl. weiter unten) ge-

¹⁾ Münchener medic. Wochenschr. 1898, 45, 72 u. 116.

²⁾ Therapeutische Monatshefte 1897, April.

³⁾ Die ärztliche Praxis 1898, No. 14 u. 15.

⁴⁾ Aerztlicher Central-Anzeiger 1897, 31. Jan.

⁵⁾ Nach einem Privat-Bericht.

wonnen; dasselbe hat nach H. Lichtenfeldt¹⁾ im Mittel von 468 Analysen folgende Zusammensetzung:

Wasser	Protein	Fett	Mineralstoffe
8,41 %	90,57 %	0,15 %	0,87 %

Das aus pflanzlichen Roh- oder Abfallstoffen gewonnene Tropon schliesst unter Umständen etwas Cellulose bezw. stickstofffreie Extraktstoffe ein. Die Elementarzusammensetzung fand H. Lichtenfeldt wie folgt:

	C	H	N	S	O	Asche
Thierisches Tropon	51,49 %	7,86 %	16,03 %	0,79 %	23,19 %	0,64 %
Pflanzliches "	50,23 "	7,11 "	16,38 "	0,54 "	23,00 "	2,74 "

Ueber die Ausnutzung des Tropons vom Menschen sind Versuche von Platt²⁾, Strauss³⁾, Schmillinki und Kleine⁴⁾, Neumann, Fröhner und Hoppe⁵⁾, J. Frentzel⁶⁾, J. Kaup⁷⁾, Lichtenfeldt¹⁾ durchweg in der Weise angestellt, dass die Versuchspersonen erst eine übliche Nahrung, dann eine solche unter Zusatz wechselnder Mengen von Tropon erhielten; die Ergebnisse waren nach der Zusammenstellung von H. Lichtenfeldt (l. c.) folgende:

Stickstoff für den Tag in						Von dem verzehrten Stickstoff blieben unausgenutzt	
Nahrung		Harn		Koth		Schwankungen %	Mittel %
Schwankungen g	Mittel g	Schwankungen g	Mittel g	Schwankungen g	Mittel g		
12,85—23,59	18,08	4,8—14,91	11,42	0,93—5,93	2,49	4,5—29,70	13,77

E. Laves⁸⁾ giebt die Menge des vom Tropon nicht ausgenutzten Stickstoffs nach einem 3-tägigen Versuch zu 28 % an. Die grossen Schwankungen der Stickstoff-Ausscheidung im Koth nach Verzehr von Tropon, wie das nicht günstige Durchschnittsergebniss erklärt Lichtenfeldt daraus, dass sich die Ausnutzungsversuche auf einzelne Tage erstreckten und die Ausnutzung an einzelnen Tagen grossen Schwankungen — Bleibtreu und Wendelstadt⁹⁾ fanden bei gleicher Stickstoff-Zufuhr Schwankungen in der Stickstoff-Ausscheidung im Koth an verschiedenen Tagen von 3,6—11,7 % — unterliegen können. H. Lichtenfeldt dehnte daher seinen Ernährungsversuch über einen Monat aus, sammelte den Koth von je 5 Tagen und fand im Vergleich zur Ernährung ohne Tropon:

Nahrung ohne Tropon			Nahrung mit Tropon			
Stickstoff in der Nahrung g	Stickstoff im Koth g	Unausgenutzt vom verzehrten Stickstoff %	Stickstoff in der Nahrung g	Stickstoff im Tropon g	Stickstoff im Koth g	Unausgenutzt vom verzehrten Stickstoff %
13,42	2,89	21,57	20,70	7,28	1,59	7,72

¹⁾ Berliner klin. Wochenschr. 1899, No. 42.

²⁾ Zeitschr. f. Diät. u. physik. Therapie 1898, 1, 62.

³⁾ Therapeutische Monatshefte 1898, No. 5.

⁴⁾ Münchener medic. Wochenschr. 1898, No. 31.

⁵⁾ Ebendort 1899, No. 2.

⁶⁾ Berliner klin. Wochenschr. 1898, No. 50.

⁷⁾ Wiener klin. Wochenschr. 1899, No. 19.

⁸⁾ Münchener medic. Wochenschr. 1900, 47, 1339.

⁹⁾ Deutsche medic. Wochenschr. 1895, No. 22.

Die günstige Ausnutzung des Stickstoffs während der Ernährung mit Tropon ergab sich aus der grösseren Menge umgesetzten Proteins, gemessen nach der Stickstoff-Ausscheidung im Harn; die Menge des Harnstoffs für den Tag betrug im Mittel bei Nahrung:

Ohne Tropon	Mit Tropon				Kein Tropon mehr
	10 g	20 g	30 g	50 g	
62,76 g	67,81 g	65,19 g	80,51 g	94,61 g	72,26 g

Die Einführung von Tropon in die Nahrung hob im allgemeinen die Ausnutzung der Stickstoffsubstanz derselben und bewirkte auch Stickstoffansatz am Körper. Das Tropon kann daher nach Lichtenfeldt ebenfalls als ein gut verdaulicher Protein-Nährstoff bezeichnet werden, der im Stande ist, das in den Nahrungsmitteln selbst enthaltene Protein zu ersetzen.

f) *Soson*. Es wird wie das Tropon aus Fleischabfällen gewonnen, nur mit dem Unterschiede, dass die Abfälle durch Erhitzen mit 70-90grädigem Alkohol unter Druck gereinigt werden. Es enthält nach 4 Analysen im Mittel:

4,82% Wasser, 93,75% Protein, 0,35% Fett und 1,08% Salze.

R. O. Neumann¹⁾ prüfte die Ausnutzungsfähigkeit des Sosons in der Weise, dass er in einem Vor- und Nachversuch 300 g mageres Ochsenfleisch, 350 g Schwarzbrot, 92,5 g Schweinefett und 50,0 g Zucker verzehrte, dann in dem eigentlichen Versuch das Ochsenfleisch durch eine äquivalente Menge Soson, nämlich 68,9 g mit ebenfalls 10,21 g Stickstoff ersetzte.

Die Ergebnisse waren folgende:

Nahrung mit	Stickstoff für den Tag in			Stickstoff	
	Nahrung	Koth	Harn	am Körper	unausgenutzt im Koth ausgeschieden
	g	g	g	g	%
Fleisch (Vorversuch)	14,02	2,17	12,25	- 0,41	15,32
Soson (Hauptversuch)	14,02	3,14	12,29	- 1,41	22,16
Fleisch (Nachversuch)	14,02	2,26	12,30	- 0,54	15,95

Hier stellt sich die Ausnutzung des Soson-Stickstoffs ungünstiger als die des Fleisches, indess ist Neumann der Ansicht, dass dieser Unterschied durch Mehreinnahme des an sich billigen Sosons ausgeglichen werden könne.

K. Knauth²⁾ erhielt dagegen durch Versuche an sich selbst günstigere Ergebnisse; auch er machte einen Vor- und Nachversuch, indem er neben 153 g Kakes, 100 g Reismehl, 100 g Butter, 180 g Rohrzucker rund 500 g Hackfleisch verzehrte und bei dem Hauptversuch das Hackfleisch durch 118 g Soson ersetzte; er fand im Mittel:

Bei Fleisch-Nahrung	21,7	1,76	18,60	+ 1,34	8,11
„ Soson-Nahrung	21,7	1,70	18,77	+ 1,23	7,83

In diesen Versuchen hat sich der Soson-Stickstoff als gleichwertig mit dem Fleisch-Stickstoff erwiesen.

¹⁾ Münchener medic. Wochenschr. 1899, No. 40.

²⁾ Deutsche Aerzte-Ztg. 1909, Heft 22.

g) **Eisenhaltige Nährmittel aus Blut (Fersan und Roborin).** Aus dem thierischen Blut werden neuerdings mehrere Arten Nährmittel — über die Darstellung vergl. weiter unten — hergestellt, von denen das Fersan von Menzer¹⁾, das Roborin von Lebbin²⁾ auf Ausnutzungsfähigkeit untersucht wurde. Das Fersan besteht aus löslichen, das Roborin aus unlöslichen Proteinstoffen des Blutes.

Menzer verabreichte an eine Kranke in einem Vorversuch:

80 g gekochtes, 80 g rohes Rindfleisch, $\frac{1}{4}$ l Milch, 2 Eier, 2 Schrippen, $\frac{1}{2}$ l Milchsemmelsuppe, 40 g Butter, 290 g Gemüse, $\frac{1}{10}$ l Süsswein und 20 g Kaffee;

ersetzte dann in einem zweiten Zeitabschnitt einen Theil des Fleisch- und Milch-Stickstoffs (rund $\frac{1}{3}$) durch Fersan-Stickstoff (nämlich 4,48 g), während in einem dritten Abschnitt wieder die erstere Nahrung folgte. Menzer fand:

Nahrung	Stickstoff für den Tag in			Stickstoff	
	Nahrung	Harn	Koth	angesetzt am Körper	unausgenutzt ausgeschieden
	g	g	g	g	%
1. Ohne Fersan	14,35	11,57	0,92	+ 1,86	6,3
2. Mit „	15,57	11,93	0,42	+ 3,22	2,7
3. Ohne „	14,35	12,92	0,72	+ 0,71	5,0

Die Ausnutzung der Nahrung erscheint bei den ziemlich bedeutenden Gaben von Gemüse an sich sehr hoch, indess zeigt der Versuch, dass sich das Fersan bezüglich seiner Nährwirkung mindestens ebenso günstig verhält, als Milch und Fleisch.

Lebbin liess seinen Diener einmal Milch für sich allein und dann unter Zusatz von Roborin (3800 ccm Milch und 100,5 g Roborin) verzehren. Bei reiner Milchnahrung wurden von den Proteinstoffen 9,49 %, bei der gemischten Nahrung von den Proteinstoffen des Roborins — nach Abzug des auf die Milchproteinstoffe entfallenden Verlustes — nur 0,44 % im Koth unausgenutzt ausgeschieden. Wenngleich beide Versuchsreihen streng genommen nicht vergleichbar sind, insofern Milch für sich allein, wie wir gesehen haben, für einen Erwachsenen kein geeignetes Nahrungsmittel ist, so folgt doch auch aus diesem Versuch, dass auch die in Wasser unlöslichen Proteinstoffe des Roborins vom Darm gut ausgenutzt werden.

h) **Somatose, Proteosen und Pepton.** Die Somatose unterscheidet sich von den vorstehenden Nährmitteln dadurch, dass sie die stickstoffhaltigen Nährmittel in löslicher Form, nämlich in der von Proteosen und Pepton enthält; sie enthält nach mehreren Analysen³⁾: 10,91 % Wasser, 76,59 % Proteosen, 2,79 % Pepton, 6,09 % Mineralstoffe.

R. O. Neumann hat in ähnlicher Weise wie die Nutrose, so auch die Somatose auf ihre Fähigkeit, die Stickstoffsubstanz in der Nahrung zu ersetzen, durch einen 5-tägigen Ernährungsversuch geprüft und gefunden:

¹⁾ Therapie d. Gegenwart 1901, Februar-Heft.

²⁾ Die medic. Woche 1901, No. 16 vom 22. April.

³⁾ R. O. Neumann fand für die von ihm verwendeten Somatosepräparate folgenden Gehalt:

Fleisch-Somatose	5,23 % Wasser	80,42 % stickstoffhaltige Substanz	5,43 % Salze
Milch-Somatose	10,20 „ „	68,07 „ „	9,66 „ „

Nahrung	Stickstoff für den Tag in			Stickstoff	
	Nahrung g	Harn g	Koth g	angesetzt am Körper g	unausgenutzt im Koth %
1. Ohne Somatose	12,19	11,02	1,64	- 0,47	13,4
2. Mit "	11,49	8,63	3,99	- 1,13	34,7
3. Ohne "	12,22	10,12	1,79	+ 0,31	14,6

Hiernach hat die Beigabe von Somatose bewirkt, dass eine erhebliche Menge Stickstoffsubstanz unausgenutzt im Koth ausgeschieden wurde, vorwiegend wohl deshalb, weil schon nach Gaben von 20 g Somatose die Stühle breiig diarrhöisch wurden; es trat lästiges Afterjucken auf. Auch vermochte in diesem Falle die Somatose den Körper nicht im Stickstoffgleichgewicht zu halten.

J. Munk fand für Antweiler's Pepton (wohl ähnlich der Somatose), O. Deiters für Denayer's Pepton folgende Beziehungen zwischen den Stickstoff-Einnahmen und -Ausgaben bzw. Ausnutzung:

Nahrung + Stickstoff in Form von	Stickstoff für den Tag in			Stickstoff	
	Nahrung g	Harn g	Koth g	angesetzt am Körper g	unausgenutzt im Koth %
1. Versuch von J. Munk:					
a. Fleischlösung	15,9	16,0	1,4	- 1,5	8,8
b. Pepton (Antweiler)	15,9	15,5	1,3	- 0,9	8,2
2. Versuche von O. Deiters:					
a. Fleisch und Fleischextrakt	13,5	11,5	1,5	+ 0,7	9,6
b. Pepton (Denayer)	13,2	11,7	1,5	+ 0	11,4

Hier haben die beiden der Somatose sehr ähnlich zusammengesetzten Peptone für die Ernährung nahezu dasselbe geleistet, als Fleischlösung bzw. Fleisch und Fleischextrakt.

Immerhin verhalten sich diese Art Erzeugnisse bei den einzelnen Menschen verschieden und lassen durchweg besonders, was Geschmack anbelangt, zu wünschen übrig (vergl. auch weiter unten über den Einfluss der Albumosen und Peptone auf den Stoffwechsel).

i) *Kumys und Kefir*. Kumys und Kefir haben mit vorstehenden Nahrungsmitteln insofern Aehnlichkeit, als ein Theil der Stickstoffsubstanz in leicht lösliche Form, Kaseose (bzw. Albumose) und Pepton übergeführt ist (vergl. weiter unten); sie werden wegen ihrer leichten Verdaulichkeit für Kranke besonders für Schwindsüchtige empfohlen. Korkonnow¹⁾ ermittelte die Nährwirkung des Kumys mit Brot, Milch und Thee im Vergleich zu den 3 letzteren Nahrungsmitteln allein und fand im Mittel zweier Versuche²⁾:

¹⁾ Wratsch 6, 729.

²⁾ Ein Versuch wurde wegen der aussergewöhnlichen Ergebnisse nicht berücksichtigt.

Nahrung	Stickstoff für den Tag in			Stickstoff		
	Nahrung g	Harn g	Koth g	am Körper g	unausgenutzt im Koth %	
Brot und Milch	a. ohne Kumys	19,7	15,7	2,3	+ 1,7	11,9
	b. mit „	22,3	19,0	2,0	+ 1,3	8,9

Alexejew¹⁾ prüfte in derselben Weise Kefir neben Brot, Brombeeren im Vergleich zu Fleisch und Fleischsuppe mit folgendem Ergebniss im Mittel von 13 bezw. 10 Versuchen:

Brot, Brom- beeren +	a. Fleisch u. Fleischsuppe	24,3	17,1	2,8	+ 4,4	11,5
	b. Kefir	24,0	17,9	2,2	+ 3,9	9,1

Aus diesen Versuchen ergibt sich die gute Ausnutzungsfähigkeit des Kumys- und Kefir-Stickstoffs und die vortheilhafte Wirkung auf Stickstoff-Ansatz am Körper. Das versteht sich aber nur für gemischte Nahrung. Bei Ernährung mit Kefir allein bezw. neben Brot verliert der Körper Stickstoff. Bei Kefirnahrung steigt die Stickstoffaufnahme, aber auch die Stickstoffausscheidung im Harn, was auf einen erhöhten Stoffwechsel hindeutet.

k) *Alkalialbuminate*. Malakhowski²⁾ setzte zu Gefangenenkost, die vorwiegend aus pflanzlichen Nahrungsmitteln (Brot, Brombeeren, Suppe) bestand, Proteinpulver von stark alkalischer Beschaffenheit, nämlich von 0,269 % Alkalität, und zwar als Kali- und Natronalbuminat. Kuznetsow³⁾ unterwarf ähnliche Ergebnisse im Vergleich zu Fleisch einem Ernährungsversuch an sich (54 kg schwer). Die Ergebnisse waren im Mittel folgende:

Nahrung	Stickstoff für den Tag in			Stickstoff		
	Nahrung g	Harn g	Koth g	am Körper g	unausgenutzt im Koth %	
Pflanzen- kost +	a. Kalialbuminat	22,0	17,9	4,7	- 0,6	21,3
	b. Natronalbuminat	20,1	15,0	4,3	+ 0,8	21,4
Versuchsperson K.						
Brot, Suppe, Zucker, Thee +						
a. Fleisch	18,9	16,5	2,2	+ 0,2	11,7	
b. Kalialbuminat (Tataalbuminat)	20,2	17,9	1,8	+ 0,5	8,9	
Versuchsperson M.						
a. Fleisch	14,3	12,9	1,8	- 0,4	12,6	
b. Natronalbuminat	13,7	13,4	1,6	- 1,3	11,7	

Die Ausnutzung der Stickstoffsubstanz der Gefangenenkost wurde durch den Zusatz der Albuminpulver, wie der Verf. bemerkt, gehoben, ist aber auch so noch gering. Im übrigen lässt sich auch durch diese Proteinstoffe Stickstoffgleichgewicht am Körper erreichen. Wenn in der ersten Versuchsreihe von Malakhowski das Natronalbuminat sich nach dieser Richtung etwas günstiger verhält, als das Kalialbuminat, so wird dieses Ergebniss durch den zweiten Versuch nicht bestätigt.

¹⁾ Alexejew: Stickstoffaufnahme bei Kefir-Nahrung. Inaug. Dissert. Petersburg 1888.

²⁾ Malakhowski: Zusammensetzung und Aufnahme von Alkalialbumin. Inaug. Dissert. Petersburg 1889.

³⁾ Kuznetsow: Ernährung mit künstlichem Albumin. Inaug. Dissert. Petersburg 1889.

1) **Weizenkleber, Aleuronat und Roborat.** Bei der technischen Darstellung von Weizenstärke fällt der Weizenkleber ab, der sich nach dem Verfahren von Hundthausen als geeignetes menschliches Nahrungsmittel wieder gewinnen lässt. Das staubfeine, Aleuronat genannte Pulver enthält im Durchschnitt:

Wasser	Protein	Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
9,05 %	77,72 %	1,17 %	10,71 %	0,20 %	1,15 %

Bei reinen Sorten geht der Protein- (Kleber-) Gehalt bis 88 % hinauf.

M. Rubner (vergl. weiter unten S. 234) verabreichte an einen Menschen einmal gewöhnliche Nudeln (mit 12,5 % Protein in der Trockensubstanz) und dann solche mit Kleberzusatz (mit 24,3 % Protein in der Trockensubstanz); in ersterem Falle wurden 17 %, in letzterem 11 % des verzehrten Stickstoffs unausgenutzt im Koth ausgeschieden, woraus auf die hohe Ausnutzungsfähigkeit des Klebers geschlossen werden kann.

In gleichem Sinne lauten die Versuche von Lott mit gewöhnlichem und Aleuronatzwieback (vergl. S. 234). Bei einem Ausnutzungsversuch mit Aleuronat allein wurden durch den Koth vom verzehrten Kleber unausgenutzt ausgeschieden: 5,73 % Trockensubstanz und 3,42 % Protein.

Constantinidi¹⁾ liess 200 g Weizenkleber in 200 ccm einer 1 %-igen Kochsalzlösung über Nacht aufquellen, dann täglich mit 1700 g geschälten Kartoffeln in 1 l Wasser unter Zusatz von 100 g Butterschmalz und 8 g Kochsalz aufkochen. Neben diesem Speisebrei trank die 74 kg schwere Versuchsperson noch 600 ccm Wasser und 500 ccm Bier im Tage. Der Versuch dauerte 3 Tage; in demselben stellte sich die Einnahme und Ausgabe wie folgt:

	Stickstoff	Fett	Kohlenhydrate	Rohfaser (Cellulose)
Aufgenommen in der Nahrung	95,091 g	302,800 g	1138,800 g	16,920 g
Abgegeben im Koth	6,075 "	7,782 "	4,373 "	8,704 "
Also unausgenutzt	6,39 %	2,57 %	0,30 %	21,80 %

Da nach einem hierauf folgenden Versuch nur mit Kartoffelnahrung von der Stickstoffsubstanz der Kartoffeln erheblich mehr, nämlich 19,53 % unausgenutzt blieben, kann angenommen werden, dass der Kleberstickstoff so gut wie ganz verdaut worden ist.

Denselben Schluss zieht M. Gruber²⁾ aus Versuchen an 2 Männern, die 3 Tage lang Aleuronatbrot [mit 35,54 % Wasser, 15,62 % Protein (= 24,2 % in der Trockensubstanz) und 39,35 % Stärke] verzehrten; im Durchschnitt beider Personen wurde gefunden:

Täglich verzehrte Brotmenge			Von der verzehrten Menge blieben unausgenutzt	
frisch	trocken	Stickstoffsubstanz	Trockensubstanz	Stickstoffsubstanz
712 g	504 g	108,25 g	4,45 %	8,81 %

Da nach anderweitigen Versuchen (siehe unten) die Brotbestandtheile in grösserer Menge (z. B. von der Trockensubstanz 10—11 %) unausgenutzt im Koth abgehen, so stellt sich auch in diesem Versuch die Ausnutzung des Weizenklebers als sehr günstig dar.

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1886, 22, 433.

²⁾ Oesterr. landw. Centralbl. 1892, Heft 5.

E. Laves¹⁾ ersetzte Fleisch bzw. Milch und Eier einmal durch Aleuronat und dann durch Roborat, ein ebenfalls aus dem Getreidekorn gewonnenes Protein-Nährmittel und fand:

Nahrung mit	Täglicher Nahrungsstickstoff in Form von			Stickstoff			Stickstoff unangemischt ausgeschieden		
	thierischem	pflanzlichem	Nährmittel-Protein	im Harn	im Koth	am Körper	im Ganzen	vom Fleisch bzw. Nährmittel	
	Protein		g	g	g	g	g	%	%
	g	g							
1. Fleisch . .	14,8	5,6	—	17,1	1,5	+ 1,8	8,4	3,4	
2. Aleuronat .	5,7	4,5	10,0	20,4	1,7	— 1,9	8,4	5,7	
3. Roborat . .	6,3	5,7	9,5	18,1	1,8	+ 1,6	8,4	3,2	

Der Stickstoff im Aleuronat und Roborat verhielt sich hiernach mehr oder weniger gleichwerthig mit dem in Form von Fleisch bzw. thierischem Protein. Bei Zugabe der pflanzlichen Protein-Nährmittel an Stelle von thierischem Protein nahm der Säuregehalt (Harnsäure) des Harns zu, der Gehalt an Kreatinin dagegen, wie nicht anders erwartet werden konnte, ab.

m) *Thierisches und pflanzliches Fett.* Die vorstehenden Versuche Rubner's (S. 214 u. ff.) haben ergeben, dass selbst bei grossen Mengen Milch-, Käse- und Eierfett (zwischen 100—200 g in der täglichen Nahrung) nicht oder kaum mehr Fett unangemischt im Koth ausgeschieden wurde, als bei Einnahme von 20—24 g Fett in Form von Fleisch. Dieser Umstand veranlasste M. Rubner (i. c.) die Höhe der Fettausnutzung bei grossen Gaben von Butter und Speck zu ermitteln. Die Versuchspersonen erhielten neben rund durchschnittlich 600 g Fleisch und 450 g Brot 100—250 g Fett und steigende Mengen Kochsalz, nämlich 5,7—11,2 g im Tage.

Es wurde gefunden:

Nahrung	In Procenten der verzehrten Menge im Koth ausgeschieden					Stickstoff		Stickstoff an (+) oder vom (-) Körper
	Trocken-	Stick-	Fett	Kohlen-	Asche	in der	im Koth	
	substanz	stoff		hydrate		in der	im Koth	
	%	%	%	%	%	g	g	g
1. Fleisch + Brot + 100 Speck . .	8,5	12,1	17,4	1,6	28,5	23,6	26,36	- 2,76
2. desgl. + 200 " . .	9,2	14,0	7,8	6,2	25,1	23,58	21,64	+ 1,89
3. desgl. + 240 Butter . .	6,7	11,3	2,7	6,2	20,0	22,98	18,80	+ 4,18
4. desgl. + $\left. \begin{array}{l} 233 \text{ Butter} \\ 145,8 \text{ Speck} \end{array} \right\}$	10,5	9,2	12,7	6,8	27,7	23,37	17,64	+ 5,73

Man sieht hieraus, dass der menschliche Magen grosse Mengen Fett zu verarbeiten und aufzunehmen im Stande ist; von 99 g Fett im Speck wurden 17,2 g, von 194,7 g nur 15,2 g Fett als nicht aufgenommen im Koth ausgeschieden. Aber damit ist die Höhe der Fettaufnahme noch nicht erreicht; als 350 g Fett in Form von Speck und Butter verabreicht wurden, wurden 305,9 g aufgenommen und 44,6 g abgegeben. Auch scheint das Butterfett höher als das Speckfett verdaulich zu sein, indem bei einer Einnahme von 191 g Speck und 194,7 g Nahrungs-Fett im Koth

¹⁾ Münchener medic. Wochenschr. 1900, 47, 1339.

15,2 g, bei einer Einnahme von 240 g Butter und 214 g Nahrungs-Fett nur 5,8 g Fett im Koth abgegeben wurden. Das erklärt sich wohl daraus, dass das Fett im Speck in Zellen eingeschlossen ist, während das Butterfett aus freien Fettkügelchen besteht.

Die erhöhte Fett-Einnahme hat die Ausnutzung der Kohlenhydrate in der Nahrung herabgesetzt; bei annähernd gleichen Mengen Kohlenhydraten in der Nahrung werden bei einer Einnahme von etwa 100 g Fett nur 1,6 % bei einer Einnahme von 193—300 g Fett dagegen 6,2—6,8 % der Nahrungs-Kohlenhydrate der Ausnutzung entzogen.

W. Tschernoff¹⁾ fand, dass bei gesunden Erwachsenen und Kindern vom Milchfett 90—95 % verdaut wurden.

Diese Versuche zeigen die hohe Ausnutzungsfähigkeit des thierischen Fettes.

Ueber die Verdaulichkeit des pflanzlichen Fettes im Vergleich zum thierischen lauten die Versuchsergebnisse verschieden.

Ad. Mayer²⁾ ermittelte die Verdaulichkeit von Naturbutter- und Kunstbutterfett, indem er zu einer sonst regelrechten Kost einmal 62 g bzw. 72 g Naturbutter, dann 62 bzw. 72 g Kunstbutter setzte und die Menge des im Koth eines Erwachsenen und Knaben ausgeschiedenen Fettes bestimmte. Das Naturbutterfett wurde rund bis auf 2 % das der Kunstbutter bis auf 4 % verdaut. Dem entsprechend erwies sich das Milchbutterfett auch leichter verseifbar als das der Kunstbutter.

Auch N. Kienzl³⁾ findet eine geringere Ausnutzung der Margarine gegenüber Kuhbutter; er liess eine 30 Jahre alte Person neben 218—250 g Fleisch und 343—425 g Brot etc. je 2-mal 2 Tage lang abwechselnd andere Fette, nämlich Margarine + Margarineschmalz (bzw. Oleomargarin) und Kuhbutter + Butterschmalz verzehren und gelangte im Mittel zu folgenden Ergebnissen:

Fleisch und Brot +	Fett in der Nahrung	Von dem verzehrten Fett im Koth ungenutzt ausgeschieden
Margarine	199,5 g	4,32 %
Kuhbutter	183,0 „	3,35 „

Trotz der hohen Fettgabe sehen wir auch hier eine gute Fettausnutzung, die aber bei Kuhbutter rund 1 % höher ist, als bei Margarine.

Einen noch etwas grösseren Unterschied zwischen beiden Fetten erhielten Hultgren und Landergren⁴⁾ durch 5 Versuche an sich selbst, indem sie die Fette ausschliesslich neben Roggenbrot, Rothwein und Wasser verzehrten, sie fanden:

Brot +	Hultgren		Landergren	
	Fett in der Nahrung g	Fettverlust im Koth %	Fett in der Nahrung g	Fettverlust im Koth %
Margarine	100,9	4,58	125,5	7,81
Kuhbutter	104,8	2,72	140,8	6,40

Wenngleich bei beiden Versuchsanstellern die Fettausnutzung verschieden war, so haben doch beide das Kuhbutterfett besser, nämlich H. um 1,86 %, L. um 1,41 % besser ausgenutzt, als das Margarinefett.

¹⁾ Arch. f. pathol. Anatomie 1884, 98, 231.

²⁾ Landw. Versuchsstationen 1883, 29, 215.

³⁾ Oesterr. Chem.-Ztg. 1898, 1, 198.

⁴⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahr.- u. Genussmittel 1899, 2, 770.

Entgegen diesen Ergebnissen kommt H. Lührig¹⁾ durch eingehende Versuche zu dem Schluss, dass die verschiedenen Arten thierischer und pflanzlicher Fette mehr oder weniger gleich ausgenutzt werden. Er verabreichte in einer Reihe von Versuchen einem 29-jährigen Manne von 74 kg Körpergewicht eine regelrechte, gleichmässig zusammengesetzte Nahrung, die in der ersten Versuchsreihe aus Fleisch, Brot, Kartoffeln (zuweilen auch Linsen oder Bohnen), Zucker und Bier bestand; in späteren Versuchen ersetzte Lührig das Fleisch auch durch Tropon oder Eulaktol, um eine noch grössere Gleichmässigkeit in der Zusammensetzung der Nahrung zu erzielen. Die Versuche dauerten erst 4 bezw. 5, später jedes Mal 3 Tage, der Koth zwischen den einzelnen Abschnitten wurde durch Heidelbeeren-Gabe abgetrennt. In Vergleich gezogen wurden Kuhbutter, Margarine, Schweineschmalz, Kunstspeisefett und Palmin (Cocosnussbutter); im Mittel wurde gefunden:

Regelrechte Nahrung +	Anzahl der Versuche	Fett in der täglichen Nahrung g	Kothtrocken- substanz g	Fett in der Kothtrocken- substanz %	Gesamtfett in täglichen Koth g	Fett, unaus- genutzt %
1. Kuhbutter . .	2 ²⁾	116,41	33,07	10,77	3,46	2,99
2. Margarine . .	4	120,39	34,25	12,06	3,91	3,23
3. Schweineschmalz	1	102,72	47,37	12,13	5,83	5,67
4. Kunstspeisefett .	2	102,75	41,87	13,76	5,68	5,52
5. Palmin . . .	2	117,27	34,19	11,63	4,01	3,59

Diese Unterschiede zwischen der Ausnutzungsgrösse einerseits von Kuhbutter und Margarine, andererseits von Schweineschmalz und Kunstspeisefett sind zu gering, als dass eine grössere oder geringere Ausnutzungsfähigkeit des einen oder anderen Fettes daraus abgeleitet werden könnte. Die Unterschiede werden auch noch geringer, wenn man die durch Aether neben Fett gelösten Bestandtheile (Lecithin und unverseifbare Stoffe) des Kothes in Abzug bringt und nur den verseifbaren Antheil des Fettes als unverdaut in Rechnung stellt. Die Menge des unausgenutzten Fettes beträgt alsdann nur bei:

Kuhbutterfett	Margarinefett	Schweinefett	Kunstspeisefett
2,14 %	2,45 %	3,64 %	3,71 %

H. Lührig schliesst aus diesen Versuchen, dass sich die verschiedenen Fette bezüglich der Ausnutzungsfähigkeit in den Verdauungswegen der Menschen gleich verhalten und als absolut verdauungsfähig angesehen werden können.

Zu demselben Ergebniss gelangen N. Zuntz, Wibbens und Huizenga³⁾; auch sie finden, dass Margarine und die nach Liebreich's Vorschrift durch Emulsion mit Mandelmilch hergestellte „Sana“ dieselbe Ausnutzung wie echte Kuhbutter besitzt.

Bourot und Jean⁴⁾ geben sogar an, dass in einem Versuch mit einem Manne von Cocosbutter nur 2,0 %⁰, von Kuhbutter dagegen 4,2 % Fett unausgenutzt im Koth ausgeschieden wurden.

¹⁾ Zeitschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genussmittel 1899, 2, 484, 622, 769; 1900, 3, 73.

²⁾ Ein erster Versuch mit Kuhbutter wurde nicht mitberücksichtigt, weil derselbe, wie H. Lührig glaubt, nicht regelmässig verlaufen ist.

³⁾ Pflügers's Arch. f. d. ges. Physiologie 1901, 83, 609.

⁴⁾ Chem. Centralbl. 1896, II, 1001.

Man muss aber zwischen der absoluten Ausnutzungsgrösse und der leichteren Ausnutzungsfähigkeit der Fette unterscheiden. Die allgemeine Bevorzugung des Kuhbutter- und Schmalzfettes vor anderen Fetten steht, abgesehen von dem zusagehenden Geschmack wohl auch mit der geringeren Beschwerde bei der Verdauung in Zusammenhang und diese sucht man durch die leichtere Verseifbarkeit und Emulsionsfähigkeit besonders des Kuhbutterfettes zu erklären. Kreis und Wolf¹⁾ sowie H. Lührig²⁾ haben zwar gezeigt, dass bei theilweiser oder kalter Verseifung, z. B. zwischen Kuhbutterfett, Rindsfett, Olivenöl bezw. zwischen ersterem, Margarine, Schweineschmalz, Baumwollensaatöl, Sesamöl und Cocosnussbutter kein Unterschied in der Verseifungsgeschwindigkeit besteht; die von den Untersuchern zur Verseifung angewendete alkoholische Kalilauge lässt sich aber wohl nicht mit den fettverdauenden Flüssigkeiten vergleichen, womit der Darm arbeitet.

Thatsächlich wird durch die fettspaltenden Enzyme Butyrin eher und leichter gespalten, als die Glyceride der höheren Fettsäuren und dürften für die leichtere oder schwerere Ausnutzung der verschiedenen Fette ferner die Beschaffenheit der Verdauungswerkzeuge des einzelnen Menschen und die Gewohnheit mit massgebend sein.

3. Pflanzliche Nahrungsmittel.

a) *Die Getreidearten.* Unter den pflanzlichen Nahrungsmitteln nehmen die Getreidearten in unserer Nahrung den ersten Platz ein und zwar vorwiegend in Form von Brot und Backwaaren oder von Mehlsuppen. Mit der Untersuchung von Brot und Backwaaren aus Getreide auf Verdaulichkeit haben sich u. A. befasst: G. Meyer³⁾, M. Rubner⁴⁾, H. Wicke⁵⁾, K. B. Lehmann⁶⁾, W. Prausnitz und Menicanti⁷⁾, E. Bromberg⁸⁾, Lebbin⁹⁾, Hultgren und Landergren¹⁰⁾, Woods und Merrill¹¹⁾, Plagge, Lebbin, Lott und Pannwitz¹²⁾, W. Prausnitz und H. Poda¹³⁾. Da sich die Versuche der genannten Forscher durchweg gleichzeitig auf mehrere Brotsorten bezw. auf Brot aus Mehl von verschiedener Feinheit beziehen, so mögen hier die Ergebnisse, einheitlich nach letzteren Gesichtspunkten geordnet, mitgetheilt werden.

a) *Brot und Backwaaren aus Weizenmehl.*

1. Aus feinem Weizenmehl. Zu den Backwaaren aus feinem Mehl können auch die sog. Spätzeln und Makaroninudeln gerechnet werden, von denen daher die Ausnutzungsergebnisse vorweg mitgetheilt werden mögen. M. Rubner verabreichte die Spätzeln nur mit Wasser, die Makaroninudeln mit Wasser und Fett zubereitet an einen 44 Jahre alten Laboratoriumsdiener mit folgendem Ergebniss:

¹⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahr- und Genussmittel 1899, 2, 914.

²⁾ Chem.-Ztg. 1900, 24, 646.

³⁾ Zeitschr. f. Biologie 1871, 7, 1.

⁴⁾ Ebendort 1879, 15, 115; 1880, 16, 119; 1883, 19, 19 u. 45.

⁵⁾ Arch. f. Hygiene 1890, 11, 335; vergl. hierüber auch M. Rubner: Ebendort 1891, 13, 122.

⁶⁾ Ebendort 1894, 21, 247.

⁷⁾ Zeitschr. f. Biologie 1894, 30, 328.

⁸⁾ Arch. f. Hygiene 1897, 28, 244.

⁹⁾ Hygien. Rundschau 1900, 10, 409.

¹⁰⁾ Nach Skand. Arch. f. Hygiene 1891, 2, 373 in Chem.-Ztg. 1891, 15, Rep. 242.

¹¹⁾ Bulletin U. S. Departements of Agriculture, Office of Exper. Stat. Washington 1900, No. 85.

¹²⁾ Veröffentlichungen aus d. Gebiete d. Militär-Sanitätswesens, Heft 12, Untersuchungen über das Soldatenbrot 1897.

¹³⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahr- u. Genussmittel 1898, 1, 472.

Nahrung	Trockensubstanz für den Tag		Von der verzehrten Menge unangewandt ausgeschieden					Stickstoff für den Tag			
	Nahrung	Koth	Trockensubstanz	Stickstoff	Fett	Kohlenhydrate	Salze	in der Nahrung	im Koth	im Harn	in am Körper
1. Spätzeln . . .	743,0	36,3	4,9	20,5	—	1,6	20,9	11,92	2,31	14,00	— 4,39
2. Makaroninudeln	626,3	27,0	4,3	17,1	5,7	1,2	24,1	10,88	1,86	25,98	— 6,97
3. Desgl. mit Kleberzusatz . .	664,0	38,1	5,7	11,2	7,0	2,3	22,2	22,60	2,53	17,92	+ 2,13
Mittel	—	—	5,0	16,3	6,4	1,7	22,4	—	—	—	—

Die Ausnutzungsversuche mit Brot aus feinem Weizenmehl anlangend, so verwendete G. Meyer (No. 1) zu seinen Versuchen die sog. Semmel, M. Rubner (No. 2—4) Brot aus Mehl von nur 30 % Ausbeute des Weizenkornes, und aus demselben Mehl, welches zu den obigen Versuchen mit Spätzeln und Makaroninudeln verwendet worden war, Woods und Merrill (No. 5)¹⁾ das in Amerika übliche Weissbrot, Pannwitz (No. 6) Zwieback (hart) aus feinem Weizenmehl (ohne Hefe, unter Zusatz von Kümmel und doppeltkohlen-saurem Natrium zubereitet), Lott denselben Zwieback (No. 7), engl. Albert-Kakes (No. 8), Aleuronatzwieback (No. 9), H. Poda Brot aus bestem Weizenmehl (No. 10).

Die Ergebnisse waren folgende:

1. Semmel . . .	439,5	25,0	5,6	19,8	—	—	30,2	8,83	1,76	—	— 5,6
2. Brot aus feinstem Mehl . . .	615,3	24,8	4,1	21,3	(44,7)?	1,1	(19,3)?	10,2	2,2	13,6	— 5,59
3. Weissbrot (wenig) . . .	438,8	23,5	5,2	25,7	—	1,4	25,4	7,59	1,95	11,23	— 1,91
4. Desgl. (mehr)	752,9	28,9	3,7	18,7	—	0,8	17,8	13,04	2,44	12,51	—
5. Amerik. Weissbrot	—	—	4,0	18,6	26,5	1,7	—	—	—	—	—
6. Zwieback ²⁾ . . .	437,9	26,6	6,0	18,7	—	—	51,7	8,20	1,49	—	—
7. Desgl. ²⁾ . . .	—	—	5,1	19,6	—	2,1	53,2	—	—	—	—
8. Engl. Albert-Kakes ²⁾ . . .	—	—	5,1	23,1	—	1,9	46,3	—	—	—	—
9. Aleuronatzwieback ²⁾ . . .	—	—	6,7	14,9	—	—	57,0	—	—	—	—
10. Feinstes Brot ²⁾ . . .	557,9	—	3,6	16,3	3,4	—	33,9	—	—	—	—
Mittel	—	—	4,9	19,2	(24,9)	1,5	39,4	—	—	—	—

2. Brot aus mittelfeinem Weizenmehl; hierüber liegt bis jetzt nur ein Versuch von M. Rubner vor, welcher das Mehl von 70 % Ausmahlung verwendete, und folgende Ausnutzung fand:

¹⁾ Die Zahlen bilden das Mittel aus 13 Versuchen, von denen 4 ohne, 9 mit Zugabe von Milch angestellt wurden. In letzteren Fällen wurden die unangewandten Antheile der Milch in Abzug gebracht.

²⁾ No. 6 Mittel aus 2, No. 7 Mittel aus 4, No. 8 Mittel aus 2, No. 9 Mittel aus 4, No. 10 Mittel aus 3 Versuchen.

Nahrung Weizenbrot	Trockensubstanz für den Tag		Von der verzehrten Menge unaus- genutzt ausgeschieden					Stickstoff für den Tag			
	Nahrung g	Koth g	Trocken- substanz %	Stickstoff %	Fett %	Kohlen- hydrate %	Salze %	in der Nahrung g	im Koth g	im Harn g	am Körper g
Brot aus mittel- feinem Mehl .	612,5	40,8	6,7	24,6	(62,9)	2,6	30,2	12,2	3,2	13,2	— 4,2

3. Brot aus ganzem Korn, sog. Graham-Brot. Bei der Bereitung des Graham-Brottes wird von dem Weizenkorn nur der Schmutz und die äussere Haut abgetrennt (Dekortikation genannt), und das hierbei zurückbleibende ganze Korn vermahlen und zu Brot verarbeitet. Der Verlust beträgt hierbei nur 5% des Kornes. M. Rubner (No. 1), ferner Woods und Merrill (No. 2) fanden für die Ausnutzung solchen Brottes folgende Zahlen:

1. aus ganzem Korn . . .	617,1	75,7	12,3	30,5	(51,1)	7,4	45,0	12,5	3,8	13,0	— 4,3
2. deagl. Graham- Brot ¹⁾ . . .	—	—	8,0	23,0	41,9	7,6	—	—	—	—	—
Mittel	—	—	10,2	26,8	(46,5)	7,5	45,0	—	—	—	—

Nach vorstehenden Versuchen wird ein Weizenbrot um so weniger ausgenutzt oder bildet um so mehr Koth, je gröber bzw. schalenreicher es ist. Man erklärt dieses daraus, dass die Schalen d. h. die Zellmembrane durch ihren Reiz auf die Darmwandung eine schnellere Entleerung des Speisebreies aus dem Darm und dadurch eine schlechtere Ausnutzung des gröberen Brottes bewirken. So sah auch Fr. Hofmann bei Zusatz von Cellulose zu Fleisch die Kothmenge erheblich anwachsen. Hierbei scheint aber ferner die Art der Vermahlung des Kornes, oder die Beschaffenheit des letzteren, vielleicht auch die Beschaffenheit des Darmes eine Rolle mitzuspielen; denn Prausnitz und Menicanti beobachteten z. B. für Brot aus geschältem und ungeschältem (dekorticiertem und nicht dekorticiertem) Weizen folgende Ausnutzungsgrade:

1. Dekorticiert . .	640,8	31,2	4,86	13,35	—	^{Cellulose} 55,41	21,38	—	—	—	—
2. Nicht dekorticiert	605,5	41,3	6,74	16,93	—	47,00	26,38	—	—	—	—

Hier ist zwar auch das Brot aus nicht entschältem Weizen schlechter ausgenutzt, als das aus entschältem (dekorticiertem) Weizen, indess stellen sich bei letzterem die Ausnutzungsverhältnisse hier weit günstiger als in vorstehenden Versuchen von Rubner sowie Woods und Merrill mit Graham-Brot. Letztere fanden die Ausnutzung des Brottes aus ganzem Weizenkorn sogar höher als die aus entschältem Weizen. Diese von vorstehenden abweichenden Ergebnisse können wohl nur auf die besagten Umstände zurückgeführt werden.

¹⁾ Mittel aus 6 Versuchen. Woods und Merrill verabreichten neben dem Brot Milch; bei der Berechnung der Ausnutzungsgrösse des Brottes wurde die der Milch in Abzug gebracht. Rubner liess die Versuchsperson neben Brot nur Milch und Wasser verzehren.

Auch scheint die Art der Zubereitung des Brotes von Einfluss auf die Ausnutzungsfähigkeit zu sein. So fanden Prausnitz und Menicanti für Weizen-Roggenbrot, welches theils mit Hefe, theils mit Sauerteig zubereitet war, folgende Beziehung in der Ausnutzungsgrösse:

Nahrung: Weizen-Roggenbrot hergestellt	Trockensubstanz		Von der verzehrten Menge unausgenutzt ausgeschieden			
	in der Nahrung g	im Koth g	Trockensubstanz %	Stickstoff %	Cellulose %	Salze %
1. Mit Hefe	585,6	98,4	6,5	16,8	56,6	28,3
2. „ Sauerteig	588,2	41,5	7,0	18,3	53,2	31,9

Die geringere Ausnutzung des Sauerteigbrotes hat vielleicht ihre Ursache darin, dass die in dem Sauerteig in grösserer Menge vorhandenen Bakterien eine reichlichere Abscheidung von Darmsäften und damit die Bildung grösserer Kothmengen zur Folge hatten.

Die durchweg grössere Menge freier Säure im Sauerteig-Brot kann schwerlich die Ursache der schlechteren Ausnutzung des Sauerteig-Brotes sein. Denn K. B. Lehmann¹⁾ fand für ein mässig und ein stark saueres Brot ($\frac{1}{3}$ Weizen, $\frac{2}{3}$ Roggen), das er neben Fleisch an 4 verschiedene Versuchspersonen verabreichte, unter Annahme der vollen Ausnutzung des Fleisches folgende Werthe für die Ausnutzung des Brotes unter sonst gleichen Verhältnissen:

Brot:	Säuregrad des Brotes	Nahrung: Brot + Fleisch. Vom Brot unausgenutzt ausgeschieden		Nahrung: Brot allein. Vom Brot unausgenutzt ausgeschieden	
		Trockensubstanz %	Stickstoff %	Trockensubstanz %	Stickstoff %
1. Wenig sauer . . .	6,5	8,4	24,7	—	—
2. Stark „	15,3	7,5	21,9	6,1	18,2

Wenn also die Säure des Brotes nicht so hoch ist, dass sie zu Diarrhöen Veranlassung giebt, beeinträchtigt sie die Ausnutzung des Brotes nicht.

Grössere Unterschiede sind durch die Eigenart der einzelnen Menschen bedingt. So schwankte bei den 4 Versuchspersonen in letzteren Versuchen die procentige Ausscheidung der Brot-Trockensubstanz zwischen 6,49–10,06% (bei No. 1) bzw. 6,06–9,06% (bei No. 2), die des Stickstoffs zwischen 20,40–29,00% (bei No. 1) bzw. 19,4–28,32% (bei No. 2).

In den Versuchen von Prausnitz und Menicanti nutzte die eine Versuchsperson in beiden Fällen die Trockensubstanz um rund 1,5%, den Stickstoff um 2,0–2,5% höher aus, als die andere Versuchsperson. Im allgemeinen aber wird geschlossen werden müssen, dass ein Weizenbrot um so höher ausgenutzt wird bzw. um so weniger Koth bildet, je feiner es ist, d. h. je weniger Rohfaser (Zellenmembrane) es enthält und umgekehrt. Man wird daher durch thunlichst feine Mahlung des Getreidekornes (so dass das Mehl durch ein Sieb von 0,05 qmm Maschenweite geht), die Ausnutzungsfähigkeit des Brotes wesentlich unter-

¹⁾ Archiv f. Hygiene 1894, 20, 1.

stützen können. Auch die Zubereitung mit Hefe an Stelle von Sauerteig scheint günstig zu sein.

Die oft besprochene Frage, ob Brot aus feinem, aber kleberärmerem Mehl oder aus ganzem Korn mit vollem Klebergehalt zweckmässiger ist, erledigt sich durch folgende Erwägungen. Nach den Versuchen Rubner's stellten sich die Preise für 1 kg des rohen Mehles und der aufnahmefähigen Stoffe wie folgt:

	Rohes Mehl	Ausgenutzte Masse
1. Feinste Sorte	39 Pfennige	45 Pfennige
2. Mittelsorte	35 "	43 "
3. Ganzes Korn	29 "	37 "

Hiernach bezahlt der, welcher Brot aus feinstem Mehl isst, entsprechend mehr, als der, welcher grobes Brot verzehrt.

In Wirklichkeit ist die absolute Menge ausnutzbarer Stoffe, welche von einer Ackerfläche geerntet werden, bei Verwendung des ganzen Kornes zur Brotbereitung natürlich grösser, als wenn nur Feinmehl dazu verwendet wird; so erhält man, wenn man eine Mittelernnte von 2000 kg Weizen für 1 ha annimmt:

Bei 95% Ausmahlung	1900 kg Mehl mit	1417 kg ausnutzbaren Stoffen
" 80% "	1600 " " "	1260 " " "
Also bei 95% Ausmahlung	mehr	157 kg ausnutzbare Stoffe.

Diesem Mehrgewinn an ausnutzbaren Stoffen für den Menschen steht aber bei der geringeren Mehlausbeute der Abfall an Kleien gegenüber, welche ebenfalls einen Handelswerth besitzen und schon aus dem Grunde für die Viehfütterung zu empfehlen sind, weil sie von dem Vieh besser als von dem Menschen ausgenutzt werden.

In Zeiten der Noth bezw. wenn Mangel an Brotgetreide vorhanden ist, wird man daher thunlichst von dem ganzen Korn Gebrauch machen; wenn aber genügend Brotgetreide zur Verfügung steht, wird man zweckmässig nur das feinere Mehl zur Brotbereitung verwenden und die für uns schwer ausnutzbare Kleie dem Vieh überlassen, welches sie uns in Form von Milch, Fleisch oder Fett wieder zuführt.

β) Brot aus Roggenmehl.

Ueber die Ausnutzung des Roggenbrotes bei verschiedener Mahlung des Kornes liegen eine grosse Anzahl von Ausnutzungsversuchen vor. Ich will aber auch hier nur 3 Gruppen Brot, nämlich aus feinem, mittelfeinem Mehl und aus ganzem Korn unterscheiden und die Versuche besonders von Pannwitz und Romberg (l. c.), welche eine Reihe Mehle von der verschiedensten Mahlung bezw. vom verschiedensten Feinheitsgrade zu den Ausnutzungsversuchen verwendeten, hiernach eintheilen.

1. Roggenbrot aus feinem Roggenmehl. Hierzu sind solche Brote gerechnet, die aus Mehl mit 20% und mehr Kleieabfall bezw. mit weniger als 80% Ausmahlung des Kornes gewonnen worden sind und ein mehr oder weniger weisses Aussehen hatten. Für solche Brote erhielten: E. Romberg (No. 1 im Mittel von 16 Versuchen), Pannwitz (No. 2 im Mittel von 3 Versuchen) und H. Poda (No. 3) folgende Ergebnisse:

Nahrung		Trockensubstanz für den Tag		Von der verzehrten Menge un- ausgenutzt ausgeschieden				Stickstoff für den Tag			
		Nahrung g	Koth g	Trocken- substanz %	Stickstoff %	Kohlen- hydrate (Cellulose) %	Salze %	in der Nahrung g	im Koth g	im Harn g	am Körper g
Brot aus fein gemahlenem Mehl	No. 1 . . .	413,9	26,48	6,40	25,74	2,86	65,60	7,28	1,87	—	—
	" 2 . . .	504,5	47,87	9,47	33,75	5,61	43,77	7,42	2,51	—	—
	" 3 . . .	541,8	27,60	5,09	32,05	—	42,80	5,55	1,76	—	—
Mittel		—	—	6,99	30,51	4,23	50,72	—	—	—	—

2. Roggenbrot aus mittelfeinem Mehl. Hierzu mögen die Brote aus Roggenmehl mit rund 15 % Kleieabfall bzw. mit 85 % Ausmahlung des Kornes, also auch durchweg das Soldatenbrot, gerechnet werden. Die Versuche von E. Romberg (No. 1, Mittel von 15 Versuchen), von Pannwitz (No. 2, Mittel von 20 Versuchen), G. Meyer (No. 3 und 4), R. Lebbin¹⁾ (No. 5 für sog. Schillerbrot, feuchte Kleieabsonderung nach Gelink's Verfahren, mit 76,11 % Mehlausbeute) ergaben:

Brot aus mittelfeinem Roggenmehl	No. 1	354,5	48,2	13,61	30,59	8,65	60,61	8,37	2,57	—	—
	No. 2. Soldatenbrot.	460,9	59,7	12,93	41,31	8,09	41,31	7,14	2,94	—	—
	No. 3. Horsford- Liebig, Roggen- brot ²⁾	436,8	50,5	11,50	32,4	—	38,1	8,66	2,81	—	—
	No. 4. Münchener Roggenbrot ²⁾ . . .	438,1	44,2	10,10	22,2	—	30,5	10,47	2,33	—	—
	No. 5. Schillerbrot .	423,9	39,8	9,39	33,69	3,60	—	8,25	2,77	—	—
	Mittel	—	—	11,51	32,04	6,78	42,63	—	—	—	—

3. Roggenbrot aus ganzem bzw. nur entschältem Roggenkorn (also mit höchstens 5 % Kleieabfall). Wie beim Weizen, so wird auch beim Roggen nach einem neueren Verfahren von Uhlhorn und Steffek das Korn nur von der äussersten Schale befreit (dekorticiert); das Schwarzbrot (bzw. westfälischer Pumpernickel) wird jedoch vielfach aus ganzem gemahlenem Korn mit keinem oder nur wenig Kleieabfall gewonnen, während nach dem Gelink'schen Verfahren das Korn in Wasser eingeweicht, von äusserem Schmutz befreit (gewaschen) und dann im zerquetschten Zustande als ganzes Korn zur Brotbereitung dient. Diese sämtlichen Brotsorten pflegen meistens unter Sauerteig-Zusatz zubereitet zu werden. Die Versuche von H. Wicke (No. 1^a und 1^b), von Prausnitz und Menicanti (No. 2^a und 2^b), von K. B. Lehmann (No. 3^a und 3^b), von G. Meyer (No. 4), M. Rubner (No. 5), Hultgren und Landergren (No. 6), Pannwitz (No. 7 und 8), Gorokhow No. 9)³⁾ ergaben:

¹⁾ Hygien. Rundschau 1900, 10, 409.

²⁾ Unter No. 3 ist das unter Zusatz von Horsford-Liebig's Backpulver hergestellte Brot zu verstehen; No. 4 bestand aus gebenteltem Roggenmehl und grobem Weizenmehl, unter Zusatz von Sauerteig hergestellt; wegen des Gehaltes an Weizenmehl stellt sich die Ausnutzung wohl etwas höher als bei Brot aus reinem Roggenmehl.

³⁾ Gorokhow: Inaug. Dissertation. St. Petersburg 1894.

Roggenbrot	Trockensubstanz für den Tag		Von der verzehrten Menge unausgenutzt ausgeschieden					Stickstoff für den Tag			
	Nahrung g	Koth g	Trockensubstanz %	Stickstoff %	Fett (Cellulose) %	Kohlenhydrate %	Salze %	in der Nahrung g	im Koth g	im Harn g	am Körper g
1 ^a Aus dekort-	613,4	80,4	13,11	36,72	72,70	7,88	41,45	11,22	4,37	9,69	- 2,84
2 ^a cirtem Korn	616,6	64,1	10,38	30,33	50,55	9,25	43,59	12,00	3,64	—	—
3 ^a Desgl. nach Ge- link ¹⁾	—	—	15,65	— ¹⁾	—	—	—	—	—	—	—
Mittel 1 ^a —3 ^a	—	—	13,05	33,52	(61,63)	8,57	42,52	—	—	—	—
1 ^b Aus nicht dekor-	582,0	121,6	20,89	46,60	92,90	14,29	72,70	11,02	4,75	9,91	- 3,64
2 ^b ticirtem Korn	596,4	60,2	10,25	30,68	61,82	8,77	40,08	12,58	3,85	—	—
3 ^b Desgl. nach Ge- link ¹⁾	—	—	18,65	— ¹⁾	—	—	—	—	—	—	—
Mittel 1 ^b —3 ^b	—	—	16,60	38,64	(77,36)	11,53	56,39	—	—	—	—
4. Nordd. Schwarz- brot (Pumper- nickel). . . .	422,7	81,8	19,3	42,3	—	—	96,60	9,38	3,97	—	—
5. Desgl. . . .	764,7	115,8	15,00	32,0	—	10,9	36,00	13,30	4,26	12,57	- 3,53
6. Schwedisches . (292,0)	—	—	15,65	44,95	—	9,20	—	5,45	2,45	10,25	- 7,25
7. Westfäl. Pumper- nickel	490,9	76,9	15,66	52,04	—	9,70	82,58	7,12	3,71	—	—
8. Gelink'sches .	392,0	83,3	21,40	50,31	—	11,98	80,44	7,48	3,77	—	—
9. Russisches . .	—	—	—	32,20	—	—	—	15,3	4,9	16,4	- 6,0
Mittel ²⁾ 1 ^a —9	—	—	16,00	39,81	—	10,28	61,68	—	—	—	—

Aus diesen Versuchen ergibt sich somit, dass Roggenbrot in derselben Weise wie Weizenbrot um so besser ausgenutzt wird, je feiner das zur Brotbereitung verwendete Mehl ist und umgekehrt. M. Rubner³⁾ berechnet sogar, dass die Nährstoffe der Schale des Kornes nicht nur für sich allein unausgenutzt den Darm verlassen, sondern auch noch andere aufnahmefähige Stoffe mit sich fortreissen und in erhöhter Menge zur Ausscheidung bringen.

Im übrigen werden bei Roggenbrot-Nahrung mehr Nährstoffe unausgenutzt im Koth ausgeschieden als bei Weizenbrot-Nahrung; Brot aus grübstem Weizenmehl (Graham-Brot) verhält sich nicht wesentlich ungünstiger, als Brot aus feinem Roggenmehl.

¹⁾ Die Nahrung bestand aus 500 g Brot und 450 g Fleisch neben 45 g Butter und $\frac{1}{4}$ l Bier. Die Ausnutzung des Stickstoffs von 3^a und 3^b Hessen sich wegen ungleicher Stickstoff-Mengen nicht vergleichen.

²⁾ Das Mittel ist aus sämtlichen Versuchen, einschliesslich derer mit dekortirtem Roggen, berechnet, weil die Unterschiede gegenüber dem Brot aus nicht entschältem Roggen nicht grösser sind, als sie bei den einzelnen Versuchen mit Brot aus schwach oder nicht entkleietem Mehl auftreten.

³⁾ Archiv f. Hygiene 1891, 13, 122.

γ) *Reis und Mais.*

M. Rubner (l. c. S. 233) prüfte Reis- und Maismehl (No. 1), K. Osawa¹⁾ gekochten Reis (No. 2), H. Malafatti²⁾ Maismehl (Polenta No. 2—4) für sich allein und unter Beigabe von Butter und Käse auf ihre Ausnutzung durch den Menschen. Rubner kochte Reis und Mais unter Zusatz von etwas Fleischextrakt und Rindsmark zu Suppen; der Mais wurde auch theilweise als Polenta mit Wasser unter Zusatz von Käse zubereitet und daneben 1½ l Bier für den Tag genossen.

Die Ergebnisse waren folgende:

Nahrung:	Trockensubstanz für den Tag		Von der verzehrten Menge unausgenutzt ausgeschieden					Stickstoff für den Tag			
	Nahrung g	Koth g	Trockensubstanz %	Stickstoff %	Fett %	Kohlenhydrate %	Asche %	in der Nahrung g	im Koth g	im Harn g	am Körper g
Reis:											
No. 1	551,9	27,2	4,1	20,4	7,1	0,9	15,0	10,4	2,13	11,59	— 3,32
No. 2	—	—	3,8	20,7	—	—	—	—	—	—	—
Mais:											
Allein No. 1	641,4	49,3	6,7	15,5	17,5	3,2	30,0	14,69	2,27	15,18	— 2,76
Desgl. No. 2	540,9	34,1	6,3	18,3	42,1	3,4	30,5	6,86	1,25	8,49	— 2,88
+ Butter No. 3	749,7	53,2	7,9	31,5	56,8	3,7	35,9	8,62	2,67	10,55	— 4,60
+ Käse No. 4	774,0	32,5	4,2	7,3	9,3	2,3	19,4	14,35	1,05	17,00	— 3,70
Mittel No. 1—2	—	—	6,5	16,9	29,8	3,3	30,3	—	—	—	—

Reis und Mais zeigen daher eine Ausnutzungsfähigkeit, ähnlich wie feines und mittelfeines Weizenmehl.

Nach dem Versuch 4 unter Mais scheint es fast, als wenn durch die Beigabe von einem stickstoffreichen Nahrungsmittel (Käse) die Ausnutzungsfähigkeit des Maismehles erhöht wird.

δ) *Sonstige Getreidesorten.*

Von sonstigen Getreidesorten ist besonders Hafermehl (Grütze) in Form von Brei, Suppe (Kissel und Owsjanka) und Brot auf Ausnutzbarkeit von Wolkow³⁾ und W. Chlopin⁴⁾ untersucht worden. „Kissel“ wird in Russland aus 2 Raumthln. Hafergrütze und 5 Raumthln. Wasser in der Weise zubereitet, dass man eine Kruste sauren Schwarzbrottes hinzusetzt, damit 10 Stunden in einem warmen Raum stehen lässt, das Ganze durch ein Sieb schlägt, kocht, abkühlt und die gewonnene Gallerte genießt. „Owsjanka“ wird aus 1 Thl. Grütze und 6 Thln. Wasser hergestellt, unfiltrirt gekocht und genossen; der von Chlopin auf Ausnutzung geprüfte Haferbrei wurde durch Kochen mit 42 g Butter und 25 g Zucker hergestellt. In Procenten der in den Hafermehlspesen verzehrten Bestandtheile wurden unausgenutzt im Koth ausgeschieden:

¹⁾ Nach O. Kellner in Zeitschr. f. Biologie 1889, 25, 121.

²⁾ Sitzungsbericht d. Wiener Akademie d. Wissenschaften 1889, 110, III. Abth., Dec.-Heft.

³⁾ Wolkow: Der Hafer, seine chem. Zusammensetzung u. sein Nährwerth. Inaug. Dissertation. St. Petersburg 1894.

⁴⁾ Zeitschr. f. Untersuchung der Nahr.- u. Genussmittel 1901, 4, 481.

	Kissel	Owsjanka	Haferbrot	Wasser-Haferbrei	Milch-Haferbrei
Trockensubstanz . . .	12,43 %	13,25 %	18,93 %	12,57 %	7,14 %
Protein-Stickstoff . . .	23,86 „	29,93 „	30,96 „	28,07 „	13,80 „

Hiernach wird das Hafermehl in Form von gekochtem Brei besser ausgenutzt als in Form von Brot; auch wird die Ausnutzbarkeit durch Verkochen mit Milch wesentlich erhöht.

Kurtscheninow¹⁾ suchte die Verdaulichkeit der von der Schale befreiten Hirse zu ermitteln, indem er dieselbe in Form eines dünnen und dicken Breies neben Fleischsuppe, Butter, Zucker und 30 g Blaubeeren verabreichen liess; er fand:

Nahrung g	Stickstoff für den Tag in		Stickstoff	
	Harn g	Koth g	am Körper g	unausgenutzt aus- geschieden %
5,6	7,2	3,0	— 4,6	53,6

Von der Stickstoffsubstanz einer abwechselnd gereichten gemischten Kost (mit 20,9—28,1 g Stickstoff im Tage) wurden nur 9—10 % unausgenutzt ausgeschieden. Nach Golunsky's Versuchen blieben vom Hirseprotein 48,28 % unausgenutzt; es erweist sich daher das Hirseprotein als sehr schwer verdaulich, was aber zum Theil an dem zu geringen Gehalt der Nahrung an Protein überhaupt und dann daran liegen dürfte, dass die Versuchspersonen nicht an Hirsemehl gewöhnt waren.

Aber auch für geschälte und gekochte Gerste fand K. Osawa (l. c.) eine ähnliche, noch schlechtere Ausnutzung des Proteins, indem davon 56,7 % von der Trockensubstanz dagegen nur 15,1 % unausgenutzt im Koth ausgeschieden wurden.

Buchweizenmehl, welches im Anschluss hieran erwähnt sein mag, verhält sich anscheinend sogar günstiger, als Hirse und Gerste, indem davon in Form von Brei nach den Versuchen von Sudakow, Golunsky und Popow im Mittel ungenutzt blieben:

Trockensubstanz	Stickstoffsubstanz
10,0 %	31,2 %

Es verhalten sich daher von den Getreidefrüchten Weizen, Roggen, Reis und Mais für die Ausnutzung am günstigsten und liegt hierin ohne Zweifel ihr Uebergewicht in der Verwendung als menschliche Nahrungsmittel.

b) **Hülsenfrüchte.** Als solche wurden Erbsen (No. 1 und 2 von M. Rubner²⁾ und No. 3 und 4 von H. Malafatti (l. c.)), reife weisse Bohnen (No. 5 von W. Prausnitz³⁾) und frische grüne Bohnen (No. 6 von M. Rubner²⁾) geprüft.

Zu den Versuchen No. 1 und 2 wurden die Erbsen entschält, nach dem Weichkochen in Wasser durch ein Sieb geschlagen und mit Salz neben 1 l Bier genossen; zu Versuch No. 3 wurden ebenfalls geschälte (sog. gebrochene) Erbsen für sich allein, zu Versuch No. 4 solche unter Zusatz von Butter verwendet.

¹⁾ Kurtscheninow: Die Ausnutzung des Hirseproteins: Inaug. Dissertation. St. Petersburg 1887.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1880, 16, 119.

³⁾ Ebendort 1890, 26, 227.

W. Prausnitz liess die weissen Bohnen (500 g) über Nacht in Wasser einweichen, dann unter Zusatz von 9—27 g Mehl, 20—33 g Schmalz, 8—24 g Salz und 9—10 g Essig zu einer Suppe verarbeiten, neben welcher täglich 1 l Bier getrunken wurde.

Zu dem Versuch No. 6 dienten frische, mit Butter gedünstete Bohnen, jedoch ist der Versuch nicht massgebend, weil zu geringe Mengen Trockensubstanz und Nährstoffe verzehrt wurden.

Die Ergebnisse waren folgende:

Nahrung:	Trockensubstanz für den Tag		Von der verzehrten Menge unausgenutzt ausgeschieden					Stickstoff für den Tag			
	Nahrung g	Koth g	Trockensubstanz %	Stickstoff %	Fett %	Kohlenhydrate %	Salze %	in der Nahrung g	im Koth g	im Harn g	am Körper g
No. 1: Erbsen (viel)	835,6	124,0	14,5	27,8	75,4	6,9	35,8	32,67	9,09	21,54	+ 2,04
No. 2: Desgl. (weniger) . .	521,1	48,5	9,1	17,5	63,9	3,6	32,5	20,37	3,57	17,60	— 0,80
No. 3: Desgl. (allein) . . .	502,1	49,5	9,86	13,76	111,07	4,07	41,10	21,54	2,96	17,03	+ 1,55
No. 4: Desgl. + Butter . .	544,3	47,3	8,69	15,20	8,64	4,19	34,91	20,65	3,14	17,03	+ 0,48
Mittel (No. 2—4)	—	—	9,22	15,49	61,20	3,95	36,17	—	—	—	—
No. 5: Weisse Bohnen, reife . .	494,2	90,5	18,32	30,25	17,57	—	28,30	17,87	5,41	14,72	— 2,27
No. 6: Desgl. unreife	(40,1	15,2	37,9	51,1	8,5	15,4	22,8	1,41	0,72	10,69	— 10,00

Hiernach werden geschälte Erbsen in Brei-(Suppen-) Form annähernd gleichhoch, wie mittelfines Getreidemehl ausgenutzt; bei grossen Mengen Erbsen ist die Ausnutzung geringer als bei kleineren Mengen.

Die Bohnen werden weniger gut ausgenutzt, wahrscheinlich weil sie mit Schalen genossen und wie Linsen zum Theil ganz verschluckt werden.

Im Uebrigen lässt sich das Stickstoffgleichgewicht am Körper anscheinend durch die Hülsenfrüchte eher erhalten, als durch die Getreidearten. Als weiterer Beweis dafür, von welchem Einfluss auf die Aufsaugung im Darm des Menschen die Art der Zubereitung zu sein scheint, kann ein Versuch von A. Strümpel¹⁾ dienen. Derselbe genoss Leguminosenmehl einmal in Form von Kuchen, die mit abgewogenen Mengen Milch, Butter und Eiern zubereitet waren, dann im ungemahlten Zustande Linsen, die nur in Wasser gequollen und dann gekocht wurden. Er fand:

Zubereitungsform:	In der Nahrung		Ausgeschieden		Unausgenutzt
	Trockensubstanz	Stickstoff	Koth, trocken	Stickstoff	
1. Leguminosen in Kuchenform . . .	875,0 g ²⁾	86,9 g ³⁾	47,6 g	3,04 g	9,2 %
2. Linsen im ungemahlten Zustande . .	223,5 „	8,7 „	—	3,50 „	40,1 „

¹⁾ Centrabl. f. d. medicin. Wiss. 1876, 47.

²⁾ Nahrung während 4 Tage.

³⁾ Hiervon kommen 8 g Stickstoff auf Milch und Eier.

Hier ist also das besonders zubereitete Leguminosenmehl wesentlich höher im Darne ausgenutzt als die ungemahlene und nur gekochten Linsen.

K. Osawa fand (l. c.) für die ganzen, mit Shoju gekochten Sojabohnen eine schlechte Ausnutzung, indem 29,7% der Trockensubstanz und gar 34,7% der Proteinstoffe unausgenutzt im Koth ausgeschieden wurden; dagegen betrug für den Bohnenkäse (Tofu), ein Erzeugniss aus den Sojabohnen (vergl. unter Sojabohnen), die unausgenutzte Menge der Trockensubstanz nur 6,2%, die des Proteins nur 3,9%.

Also nicht die Nährstoffe der Hülsenfrüchte als solche sind wesentlich schwerer ausnutzbar, sondern nur die ganzen Früchte bzw. deren nicht besonders zubereiteten Mehle oder Speisen, bei denen die Nährstoffe in festen Zellen eingeschlossen bleiben. Wenn es gelingt, die Hülsenfrüchte genügend aufzuschliessen und für die Verdauung vorzubereiten, werden sie eine ähnliche Ausnutzungsfähigkeit erlangen wie die Erzeugnisse aus dem Roggen.

c) **Kartoffeln.** M. Rubner (l. c.) liess einen erwachsenen Mann täglich 3078 g Kartoffeln, mit Butter und Essig zu Salat angemacht, Constantinidi (l. c. S. 229) 1700 g Kartoffeln, mit 100 g Butter und 12,25 g Kochsalz zu einem Brei gekocht, verzehren; in ersterem Falle wurden 1½ l, in letzterem ¼ l Bier nebenher getrunken. Die Ausnutzung war folgende:

Nahrung	Trockensubstanz für den Tag		Von der verzehrten Menge unausgenutzt ausgeschieden					Stickstoff für den Tag			
	Nahrung	Koth	Trockensubstanz	Stickstoff	Fett	Kohlenhydrate	Salze	in der Nahrung	im Koth	im Harn	am Körper
g	g	g	%	%	%	%	%	g	g	g	g
3078	819,3	93,8	9,4	32,2	3,7	7,6	15,8	11,45	3,69	8,80	- 1,04
1700	488,6	20,1	4,6	19,5	1,2	0,8	21,1	7,17	1,40	8,15	- 2,38
Mittel	—	—	7,0	25,8	2,5	4,2	—	—	—	—	—

In letzterem Versuch sind die Kartoffeln erheblich besser ausgenutzt als im ersten Versuch. Es liegt dieses wohl ohne Zweifel daran, dass im ersten Versuch ausserordentlich grosse Mengen Kartoffeln verzehrt wurden und diese ferner nicht so breiig zubereitet waren, wie im letzten Versuch (vergl. vorstehende Versuche mit Hülsenfrüchten).

d) **Gemüse.** Von den Gemüsen sind bis jetzt nur Wirsing und gelbe Rüben von M. Rubner (l. c.) eingehender auf Ausnutzungsfähigkeit untersucht; sie wurden unter Zusatz von Schmalz und Kochsalz gekocht; daneben wurden 1¼ l Bier genossen. Die Ergebnisse waren folgende:

Wirsing . . .	406,0	73,4	14,9	18,5	6,1	15,4	19,3	13,20	2,40	17,60	- 6,80
Möhren . . .	351,6	85,1	20,7	39,0	6,4	18,2	33,8	6,47	2,52	12,50	- 8,55

H. Weiske¹⁾ ermittelte besonders die Ausnutzung der Gemüse-Cellulose, indem er 2 Versuchspersonen 3 Tage lang am 1. Tage Möhren und Sellerie, an

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1870, 6, 456.

den 2 folgenden Tagen Sellerie und Kohl verzehren liess, und fand im Mittel beider Personen:

Trockensubstanz im Ganzen		Cellulose im Ganzen		Von der verzehrten Menge unausgenutzt ausgeschieden	
Nahrung	Koth	Nahrung	Koth	Trockensubstanz	Cellulose
g	g	g	g	%	%
385,2	102,5	34,27	15,17	26,3	44,2

Hiernach gehören die Gemüse mit zu den schwer verdaulichen, d. h. viel Koth liefernden Nahrungsmitteln (vergl. S. 205).

e) **Kakao.** H. Weigmann¹⁾ verzehrte 2 Tage lang nur in Wasser gekochtes (theilweise entfettetes) Kakaopulver neben Bier bzw. Wein und fand folgende Beziehungen:

	Stickstoff	Fett	Stärke u. sonstige in Zucker über- führbare Stoffe	Asche	Phosphor- säure	Kali
Einnahme in 195 g Kakaopulver	6,45 g	53,21 g	40,17 g	10,47 g	3,74 g	3,23 g
Ausgabe in 99,47 g lufttrocknem Koth	3,74 g ²⁾	3,81 g	0 g	11,48 g	4,10 g	1,88 g
Also blieben unausgenutzt	58,5 %	5,5 %	0 %	—	—	(58,2 %)

Die für die Stickstoffsubstanz gefundene geringe verdauliche Menge stimmt vollständig mit den durch künstliche Verdauungsversuche mit Kakao erhaltenen Werthen überein, wonach von der Stickstoffsubstanz 32,2—47,8 % unverdaut blieben.

Das Fett des Kakao wird dagegen ziemlich vollständig verdaut und von der Stärke bzw. den in Zucker überführbaren Kohlenhydraten liess sich im Koth mikroskopisch und chemisch nichts oder nur Spuren mehr nachweisen.

Weitere Versuche mit Kakao lieferten zum Theil andere Ergebnisse.

H. Cohn³⁾ prüfte die Ausnutzung des Kakao an sich selbst, indem er an 4 Tagen täglich neben 2 Weissbrotten, 200 g Fleisch, 30—60 g Zucker und 20 g Butter 100—130 g Kakao verzehrte und für die mitgenossenen Nahrungsmittel die von M. Rubner ermittelten Ausnutzungsgrössen annahm. Er fand auf diese Weise, dass von der Stickstoffsubstanz des Kakao 52,7 %, oder wenn er den Theobromin-Stickstoff als völlig unausgenutzt annahm, von dem Proteïn günstigsten Falles 46,3 % sich der Ausnutzung entzogen. In künstlichen Verdauungsversuchen mit Magen- und Pankreassaft blieben 47,4—48,5 % der Stickstoffsubstanz ungelöst. Das Fett des Kakao wurde aber auch in diesem Versuch hoch ausgenutzt; es blieben davon nur 4,62 % unausgenutzt. Zu denselben Ergebnissen gelangte Lebbin⁴⁾, der eine 65 kg schwere Versuchsperson von 3 verschiedenen Kakaoarten — nur Kakao, der durch Kochen mit Wasser unter Zusatz von Zucker (188—304 g Kakao und 165—212 g Zucker) zubereitet wurde —, verzehren liess. Es wurden in Procenten der verzehrten Mengen durch den Koth unausgenutzt ausgeschieden:

¹⁾ Original-Mittheilung.

²⁾ Nach Abzug des Stickstoffs der Stoffwechselerzeugnisse, welcher durch künstlichen Magensaft bestimmt wurde und 1,89 g in 99,47 g Koth betrug; ohne Berücksichtigung desselben würden etwa 87 % unausgenutzt geblieben sein.

³⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1895, 91, 1.

⁴⁾ Nach einem Privat-Bericht.

Kakaosorte:	Trocken- substanz	Organische Substanz	Stickstoff- substanz	Fett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Asche
1	28,57 %	27,43 %	58,94 %	3,87 %	30,31 %	47,02 %
2	24,79 "	24,36 "	54,83 "	2,78 "	29,58 "	29,65 "
3	29,34 "	28,64 "	58,42 "	3,27 "	33,93 "	38,89 "

Die letzten beiden Proben waren sog. lösliche holländische Kakaosorten; da sich dieselben in der Ausnutzung nicht wesentlich günstiger wie No. 1 verhalten, so hat das bekannte holländische Aufschliessungsverfahren mit Potasche und Magnesia auf die Verdaulichkeit des Kakao keinen Einfluss.

Zu wesentlich günstigeren Ergebnissen bezüglich der Ausnutzung des Kakao (holländischen) gelangten J. Forster und H. Bruns¹⁾; sie verabreichten den Kakao in kleineren und grösseren Mengen mit Milch an Menschen und fanden auf Grund von 14 einzelnen Versuchen, dass in Procenten der Nahrungsbestandtheile unausgenutzt in den Koth übergangen:

Bei Aufnahme von:	Trockensubstanz	Stickstoffsubstanz	Fett	Mineralstoffe
Milch allein	8,4 %	7,0 %	4,0 %	43,3 %
Milch + 20 g Kakao	8,0 "	6,8 "	3,7 "	33,9 "
" + 60 " "	9,2 "	7,6 "	4,4 "	36,9 "
20 g Kakao	0 "	16,1 "	0 "	0 "
60 " "	24,4 "	22,6 "	6,1 "	0 "
Kakao im Mittel	10,0 "	20,0 "	0 "	0 "

Hiernach wird Milch unter Zusatz von Kakao höher ausgenutzt als Milch allein, eine Thatsache, die mehrfach auch bei Anwendung von Milch allein und unter Beigabe von anderen Nahrungsmitteln (vergl. S. 213, 214 u. 216) beobachtet ist und darin ihren Grund hat, dass Milch allein für den erwachsenen Menschen kein geeignetes Nahrungsmittel ist.

Auch wird die Ausnutzbarkeit des Kakao beeinträchtigt, wenn er in verhältnissmässig grossen Mengen, statt der üblichen 20 g (in 2—3 Tassen) zu 60 g (in etwa 8 Tassen), genossen wird. Hiernach würde die geringe Ausnutzung des Kakao in vorstehenden Versuchen durch die zu grossen genossenen Mengen desselben verursacht sein und würde dem Kakao, wenn er in den üblichen Mengen genossen wird, eine Ausnutzungsfähigkeit wie den feinen Brotsorten zukommen.

f) *Essbare Pilze.* R. H. Saltet²⁾ prüfte die Verdaulichkeit von Champignon, indem er durch Zusatz von etwas Liebig'schem Fleischextrakt, ein wenig Curry-Powder als Gewürz, Salz und ausgelassener Butter ein schmackhaftes Gericht aus denselben hergestellt hatte, welches von einer 31 Jahr alten, kräftigen Versuchsperson von 89,5 kg Gewicht während zweier Tage gern verzehrt wurde. Die Einnahme und Ausgabe stellte sich wie folgt, wobei zu bemerken ist, dass von der Gesamt-Trockensubstanz (68,6 g) und von dem Gesamt-Stickstoff (4,10 g) des Kothes die in Alkohol und Aether löslichen Mengen, als vom Stoffwechsel herrührend, abgezogen wurden:

	Frische Substanz	Trocken- substanz	Stickstoff
Einnahme in der Nahrung . .	1774 g	267,6 g	13,31 g
Ausgabe im Koth	574 "	51,21 "	3,43 "
Also unausgenutzt	—	19,09 %	25,77 %

²⁾ Archiv f. Hygiene 1885, 3, 443.

Von dem Reinproteinstoff der Champignons blieben 33,76 % unausgenutzt, während künstliche Verdauungsversuche nach dem Verfahren von Stutzer noch niedrigere Werthe ergaben.

J. Uffelmann¹⁾ prüfte die Verdaulichkeit der Champignons an sich selbst, und zwar mit frischen, in Butter gesottenen, ferner mit lufttrockenen, ebenso gesottenen Champignons und endlich mit gepulverter Champignon-Masse, die in Fleischbrühe mit Stärkemehl und Butter gekocht wurde.

Von dem eigentlichen Protein-Stickstoff (nach Abzug des Nichtprotein-Stickstoffs) wurden unausgenutzt ausgeschieden:

Frische Champignons	Trockene Champignons	Gepulverte Champignonmasse
36 %	59 %	28,8 %

Die etwas grössere Ausnutzung des Protein-Stickstoffs in der gepulverten Masse erklärt sich ohne Zweifel daraus, dass das Protein der Pilze zum grössten Theile in Zellen eingeschlossen ist, welche durch das Pulvern mehr oder weniger gesprengt werden, so dass die Verdauungssäfte besser einwirken können.

C. Th. Mörner²⁾ berechnete auf Grund von künstlichen Verdauungsversuchen mit einer Anzahl von Pilzen, dass von dem Gesamtstickstoff im Mittel entfallen auf Stickstoff:

In den löslichen N-Verbindungen	In verdaulichem Protein	In unverdaulichem Protein
26 %	41 %	33 %

F. Strohmer³⁾ findet, dass durch künstlichen Magensaft (nach Stutzer's Verfahren) von *Boletus edulis* in Procenten der Stickstoffsubstanz verdaut werden:

Hut	Stiel	Ganzer Schwamm
80,65 %	75,38 %	79,07 %

J. B. Mendel⁴⁾ erhielt in Procenten der Trockensubstanz folgende Werthe:

	<i>Coprinus comatus</i>	<i>Morchella esculenta</i> (ausgewachsen)	<i>Polyporus sulfureus</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>	<i>Glycybe multiceps</i> (ganzer Pilz)	<i>Hypholoma condllecanum</i> (ausgewachsen)
Gesamt-Stickstoff . . .	5,79 %	4,66 %	3,29 %	2,40 %	5,36 %	4,28 %
Protein	1,92 "	3,49 "	2,23 "	1,13 "	1,98 "	2,49 "
Verdaulicher Protein-Stickstoff	0,82 "	1,44 "	1,65 "	0,31 "	1,25 "	1,33 "
Desgl. in Procenten des Protein-Stickstoffs . . .	42,71 %	38,37 %	74,00 %	27,43 %	63,13 %	53,41 %

Hiernach ist die Stickstoffsubstanz in den Pilzen und Schwämmen ebenso gering oder noch geringer verdaulich als in den Gemüsearten, in Kartoffeln oder Schwarzbrot und scheint ihr Nährwerth nicht so hoch zu sein, wie er vielfach geltend gemacht wird.

4. Gemischte Nahrung.

Wenn aus vorstehenden Untersuchungen sich ergibt, dass pflanzliche Nahrungsmittel durchweg, mehr oder weniger erheblich, schlechter ausgenutzt werden bezw. mehr Koth liefern, als thierische Nahrungsmittel, so folgt hieraus von selbst, dass eine gemischte, aus pflanzlichen und thierischen Nahrungsmitteln bestehende Kost

¹⁾ Ebendort 1886, 4, 105.

²⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1886, 10, 503. Vergl. auch Bd. I, S. 817.

³⁾ Archiv f. Hygiene 1886, 5, 322.

⁴⁾ Amer. Journ. Physiol. 1898, 1, 225; Zeitschr. f. Unters. d. Nahr- u. Genussm. 1899, 2, 729.

bezüglich der Ausnutzungsfähigkeit die Mitte zwischen beiden Nahrungsmittelgruppen halten muss. Folgende Ausnutzungsversuche mögen dieses aber noch näher begründen. C. Flügge¹⁾ genoss für sich selbst eine wesentlich nur aus Milch (1 l) und Fleisch (500 g) neben wenig (150–200 g) Weizenbrot bestehende Nahrung, während ein Diener neben 50 g kondensirter Milch, 300 g Fleisch, 50 g Käse und 15 g Fleischextrakt 450 g Brot und 25 g Reis bei nahezu gleichen Mengen Butter (68 g bezw. 60 g) für den Tag verzehrte. Die Ergebnisse waren folgende:

Nahrung	In der täglichen Nahrung		Von der verzehrten Menge unausgenutzt ausgeschieden:	
	Stickstoff	Fett	Stickstoff	Fett
	g	g	%	%
1. Viel thierische	24,02	79,2	6,01	5,01
2. Weniger „	17,65	70,0	10,40	—

E. W. Beneke²⁾ fand in einer gemischten Nahrung (mit Fleisch) die Menge der unausgenutzten Stickstoffsubstanz im Mittel von 14 Tagen zu 18,0%, Schuster³⁾ im Mittel von 6 Untersuchungen zu 12,14%.

Sehr umfangreiche Untersuchungen über die Ausnutzung einer gemischten, aber vorwiegend pflanzlichen Kost haben Bär, Paul Jeserich und C. A. Meinert⁴⁾ in der Strafanstalt in Plötzensee angestellt. Zu den Versuchen dienten im Ganzen 13 Versuchspersonen von 56–76 kg Körpergewicht; dieselben erhielten in dem ersten Versuchsabschnitt die übliche Gefängniskost mit nur 3-mal Fleisch in der Woche. In dem zweiten Versuchsabschnitt wurde einerseits durch eine Veränderung des Speisezettels (durch Einführung von trockenem Fleischpulver an Stelle des frischen Fleisches, durch Einführung von Käse, Häring etc.), andererseits durch eine vermehrte Gabe von ganzer bezw. abgerahmter Milch der Gehalt der Kost an Proteinstoffen und Fett erhöht. Jeder Versuchsabschnitt dauerte 18 Tage und stellten sich die Einnahmen und Ausgaben im Mittel der einzelnen Versuchspersonen wie der einzelnen Tage wie folgt:

I. Abschnitt (Strafanstaltskost).

	Frische Substanz	Trockene Substanz	Stickstoff	Fett	Kohlenhydrate	Mineralstoffe
In der Nahrung aufgenommen	3682,68 g	704,25 g	11,48 g	27,95 g	571,35 g	33,20 g
Im Koth ausgeschieden . . .	216,71 „	49,14 „	2,34 „	4,59 „	28,84 „	6,07 „
Also unausgenutzt	—	6,98%	20,21%	16,43%	4,19%	18,29%

II. Abschnitt (Verbesserte Strafanstaltskost).

	Frische Substanz	Trockene Substanz	Stickstoff	Fett	Kohlenhydrate	Mineralstoffe
In der Nahrung aufgenommen	3350,56 g	698,88 g	16,63 g	35,45 g	522,90 g	37,33 g
Im Koth ausgeschieden . . .	222,65 „	52,38 „	2,54 „	4,92 „	25,02 „	6,59 „
Also unausgenutzt	—	7,49%	15,98%	13,88%	4,79%	17,66%

Hiernach hat die Vermehrung von thierischen Proteinstoffen in der Kost, wie nicht anders zu erwarten ist, eine erhöhte Ausnutzung des Nahrungs-Stickstoffs zur Folge gehabt.

¹⁾ Siehe C. A. Meinert: Die Armee- und Volksernährung 1880, 131.

²⁾ E. W. Beneke: Zur Ernährungsfrage des gesunden Menschen 1878, 299.

³⁾ Schuster: Untersuchung der Kost, S. 556.

⁴⁾ Ueber Massen-Ernährung von Bär, Paul Jeserich und C. A. Meinert. Berlin 1885.

Dieselben Beziehungen erhielten O. Kellner und Y. Mori¹⁾ durch Untersuchungen über die Ernährung der Japaner, an einem 23 $\frac{1}{4}$ Jahre alten, 52 kg schweren Japaner ausgeführt, welcher in einem ersten 16-tägigen Versuchszeitabschnitt nur Pflanzenkost (täglich 1200 g gekochten Reis, 400 g getrockneten Rettig, 300 g Kartoffeln, 150 g grünes Gemüse und 100 g gesalzenen Rettig), in einem zweiten Abschnitt eine mittlere gemischte Kost (täglich 1200 g gekochten Reis, 150 g Thunfisch, 150 g Bohnenkäse (Tofu), 200 g Kartoffeln und 100 g gesalzenen Rettig), in einem dritten Abschnitt reichliche gemischte Kost (täglich 1000 g gekochten Reis, 250 g Rindfleisch, 150 g Kartoffeln, 50 g Gemüse und 50 g gesalzenen Rettig) verzehrte. Die Ergebnisse waren folgende:

Art der Nahrung	Menge der Nahrung g	Nährstoffe in der täglichen Nahrung				Unausgenutzt im Koth ausgeschieden				Stickstoff für den Tag			
		Protein g	Fett g	Kohlenhydrate g	Rohfaser g	Trocken- substanz %	Protein %	Fett + Kohlen- hydrate %	Rohfaser %	in der Nahrung g	im Harn g	im Koth g	am Körper g
1. Pflanzliche	2150	70,86	11,58	396,1	17,44	7,31	24,29	2,91	24,03	11,34	9,84	2,76	- 1,16
2. Gemischte mit Fisch	1800	109,25	19,45	461,2	4,56	3,60	12,67	0,84	17,55	17,48	14,37	2,21	+ 0,90
3. Desgl. mit Fleisch u. Milch	1500	122,96	20,76	409,7	6,03	3,64	9,26	1,28	8,62	19,67	18,03	1,19	- 0,15

Diese Zahlen sprechen aus sich selbst; der Stickstoff der reinen Pflanzenkost hat nicht ausgereicht, den Stickstoffumsatz zu decken, während durch die beiden anderen Kostgaben mehr oder weniger Stickstoffgleichgewicht erzielt wurde. Von der reinen Pflanzenkost waren 20,2%, von der gemischten Kost No. 2 = 11,4% und von der No. 3 = 9,6% des Gesamt-Stickstoffs in Form von Nichtproteinstickstoff vorhanden.

W. Prausnitz²⁾ findet weiter, dass sich in der Ausnutzung der gemischten Nahrung derselbe Unterschied geltend macht, der in der Ausnutzungsfähigkeit der einzelnen Bestandtheile derselben vorhanden ist, wenn diese für sich allein genossen werden. Er liess 2 Versuchspersonen neben der gleichen Menge Grundnahrung (300 g Fleisch, 100 ccm Milch, 250 g Kartoffeln, 50 g Butter, 6,5 g Oel, 15 g Rohrzucker und Kaffee von 15 g Kaffeebohnen) verschiedene Sorten Brot verzehren und erhielt folgenden Ergebnisse:

Neben Grundnahrung	In der Nahrung für den Tag		Von der verzehrten Menge unausgenutzt ausgeschieden			
	Trocken- substanz	Stickstoff	Trocken- substanz	Stickstoff	Organische Substanz	Salze
1. Weizenbrot	750,7 g	21,33 g	4,7 %	12,1 %	4,1 %	16,3 %
2. Weizen-Roggenbrot	682,1 "	20,73 "	7,9 "	18,0 "	6,9 "	21,8 "
3. Roggenbrot	730,7 "	22,61 "	9,5 "	23,5 "	8,6 "	22,9 "
4. Soldatenbrot	697,2 "	18,09 "	9,4 "	31,9 "	8,8 "	19,0 "

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1889, 25, 102.

²⁾ Archiv f. Hygiene 1892, 17, 626.

Also auch eine gemischte Nahrung ist um so höher ausnutzbar, je feiner das in derselben genossene Brot ist, und ist die Ausnutzung bei Weizenbrot-Genuss besser als bei Roggenbrot-Genuss.

Nicht minder deutlich tritt der Unterschied in der Ausnutzung einer pflanzlichen und einer gemischten Nahrung in einer Zusammenstellung zahlreicher Ausnutzungsversuche von W. O. Atwater¹⁾ hervor, welche im Mittel ergaben:

Nahrung	Anzahl der Versuche	Stickstoff für den Tag				Stickstoff unausgenutzt
		in der Nahrung	im Harn	im Koth	am Körper	
1. Rein pflanzliche . .	55	18,8 g	13,9 g	3,9 g	- 4,0 g	28,26 %
2. Gemischte:						
a. Mittlere Mengen thierischer Nahrungsmittel . . .	74	19,37 "	15,63 "	2,44 "	+ 2,30 "	12,59 "
b. Reichliche Mengen thierischer Nahrungsmittel . . .	65	33,09 "	24,46 "	2,94 "	+ 5,69 "	8,88 "

Hieraus folgt deutlich die vortheilhaftere Wirkung einer gemischten Nahrung; die pflanzliche Nahrung wird nicht nur erheblich weniger ausgenutzt, als gemischte, an thierischen Nahrungsmitteln mehr oder weniger reiche Nahrung, sondern ist auch durchweg nicht im Stande, den Körper im Stickstoffgleichgewicht zu erhalten.

5. Einfluss der Arbeit auf die Ausnutzung.

Ueber den Einfluss der Arbeit auf die Ausnutzung hat Ch. E. Wait²⁾ Versuche angestellt, indem er Personen unter sonst gleichen Verhältnissen abwechselnd ruhen und arbeiten liess. Die Ergebnisse waren folgende:

Beschäftigung	Anzahl der Versuche	Nahrung	Unausgenutzt durch den Koth ausgeschieden			
			Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien
Ruhe	31	} gemischte, } } Fleisch-, } } Milch- u. } } pflanzliche }	6,6 %	4,7 %	2,7 %	9,5 %
Arbeit	16		7,0 "	4,7 "	2,4 "	3,0 "

Hiernach ist die Ausnutzung bei Ruhe und Arbeit im wesentlichen gleich, wie auch von anderer Seite (vergl. weiter unten unter „Einfluss der Arbeit auf den Stoffwechsel“) gefunden worden ist.

6. Einfluss des Fastens bezw. einer unzureichenden Nahrung auf die Ausnutzung.

Gorokhow³⁾ suchte den Einfluss des Fastens bei unzureichender Nahrung gegen-

¹⁾ W. O. Atwater u. C. F. Langworth: Digest metabolism Experiments. Washington 1897.

²⁾ Chas. E. Wait: Exper. on the Effect of muscular Work etc. conducted at the University of Tennessee 1897/98. Washington 1901.

³⁾ Gorokhow: Ueber Einfluss des Fastens auf d. Stoffwechsel. Inaug.-Dissert. Petersburg 1894

über reichlicher Nahrung auf die Ausnutzung bzw. den Stoffwechsel zu ermitteln, indem er kräftige Soldaten in je 5 Zeitabschnitten von je 3 Tagen fasten und dieselben dann abwechselnd eine unzureichende, aus Schwarzbrot, Zucker und Theeaufguss bestehende Nahrung verzehren liess, während die reichliche Nahrung aus Weissbrot, Milch, Fleisch, Butter, Zucker und ebenfalls Theeaufguss bestand; er fand im Mittel von 16 bzw. 23 Versuchen:

Nahrung	Stickstoff für den Tag				Stickstoff unangemischt ausgeschieden %
	in der Nahrung g	im Harn g	im Koth g	am Körper g	
Unzureichende . . .	15,85	16,38	4,89	- 5,42	30,9
Reichliche	28,49	23,10	2,03	+ 3,36	7,1

Hieraus geht wie aus vorstehenden Versuchen hervor, dass pflanzliche Nahrung (hier Schwarzbrot) erheblich geringer ausgenutzt wird, als eine gemischte, aus Weissbrot, Milch und Fleisch bestehende Nahrung; der Körper büsst ferner bei ersterer Nahrung und während des Fastens ziemlich viel Stickstoff-Substanz ein, die durch die darauf folgende Nahrung wieder schnell ersetzt wird. Trotz grösseren Wassergeusses war während der Zeit der ungenügenden Ernährung die Harnmenge geringer, die Trocken-Substanz des Kothes höher. (Ueber den Einfluss des Hungerns auf die Verdauung vergl. auch unter Stoffwechsel im Hungerzustande weiter unten.)

7. Einfluss von Magenkrankheiten auf die Ausnutzung der Nahrung.

Bei Magenkranken, bei denen es zu keinerlei Salzsäureabscheidung kommt und daher die Pepsinverdauung vollständig wegfällt, sucht man den Verfall des Körpers auf die mangelhafte Verdauung der Nahrung zurückzuführen. C. v. Noorden¹⁾ hat aber gezeigt, dass auch bei solchen Kranken die Ausnutzung der Nahrung und zwar sowohl des rohen, wie gekochten oder gebratenen Fleisches gerade so gut verläuft wie bei Gesunden; er fand im Mittel von 7 Fällen und 13 Einzelversuchen für eine aus Fleisch, Milch, Weissbrot, Zwieback etc. bestehende Nahrung:

Trocken-Substanz g	In der täglichen Nahrung			Unangemischt im Koth ausgeschieden			Täglicher Stickstoff am Körper g
	Stickstoff g	Fett g	Kohlenhydrate g	Trocken-Substanz %	Stickstoff %	Fett %	
367	16,6	89,4	158,8	7,6	7,3	6,2	+ 2,5

Die Ausnutzung der Nahrung ist hier völlig gleich mit der unter regelrechten Verhältnissen; die Salzsäure-Pepsinverdauung scheint daher für die Ausnutzung der Nahrung nicht unbedingt nothwendig zu sein; sie verläuft auch durch die alleinige Darmverdauung regelrecht; auch die Darmfäulnis (gemessen durch die Stoffwechselerzeugnisse im Harn) wird durch das Fehlen des salzsäurehaltigen Magensaftes nicht begünstigt. Wenn dennoch bei Magenkranken Körpergewicht und -kräfte stark und rasch abnehmen, so liegt das ausschliesslich an der verringerten Nahrungsaufnahme und der dadurch bedingten Unterernährung.

¹⁾ Zeitschr. f. klin. Medicin 17, Heft 1, 2 u. 6.

Mittlere Ausnutzungs-Koeffizienten der Nahrungsmittel.

Auf Grund der vorstehenden Versuche lassen sich folgende annähernde Ausnutzungs-Koeffizienten für die bis jetzt nach dieser Richtung untersuchten Nahrungsmittel aufstellen:

Nahrungsmittel	In Procenten der verzehrten Menge werden ausgenutzt					
	Trocken-Substanz	Stickstoff-Substanz	Fett	Kohlenhydrate	Mineralstoffe	
I. Thierische Nahrungsmittel:						
1. Milch	a) bei Kindern	96,0	95,5	97,0	99,0	50,0
	b) „ Erwachsenen	94,5	93,5	95,0	99,0	50,0
2. Käse		92,0	95,0	90,0	98,0	60,0
3. Eier		95,0	97,0	95,0	—	80,0
4. Fleisch	a) von Schlachtthieren	95,5	97,5	94,0	—	82,0
	b) „ Fischen	95,0	97,0	91,0	—	77,5
5. Schlachtabgänge		90,0	89,0	92,0	—	70,0
6. Proteinnährmittel aus Magermilch		—	96,0	—	—	—
7. Tropon (gemischtes)		—	86,5	—	—	—
8. Sosen, aus Fleischrückständen		—	92,0	—	—	—
9. Fett	a) Kuhbutter	—	—	97,0	—	—
	b) Margarine	—	—	96,5	—	—
	c) Schweineschmalz	—	—	96,0	—	—
	d) Kunstspeisefett	—	—	95,5	—	—
II. Pflanzliche Nahrungsmittel:						
1. Weizenmehl	a) feines	95,0	81,0	75,0	98,5	60,0
bezw.	b) mittelfeines	93,5	75,0	60,0	97,5	70,0
Weizenbrot	c) grobes	90,0	72,0	55,0	92,5	55,0
Roggenmehl	a) feines	93,0	73,0	—	95,8	50,0
bezw.	b) mittelfeines	88,5	68,0	—	93,3	57,4
Roggenbrot	c) grobes	84,0	60,0	—	90,0	38,0
3. Reis		96,0	80,0	93,0	99,0	85,0
4. Maismehl		93,5	83,0	70,0	96,5	70,0
5. Hülsenfrüchte,	a) mit Schale	81,5	70,0	30,0	84,5	70,0
Erbsen, Bohnen	b) als Mehl	90,5	84,5	40,0	95,0	63,0
6. Kartoffeln		93,0	78,0	97,5	95,8	85,0
7. Gemüse		82,0	72,0	93,0	83,5	73,5
8. Pilze		80,0	70,0	—	—	—
9. Kakao		—	41,5	94,5	98,0	—
III. Gemischte Nahrung:						
1. Reichlich thierische Nahrungs- mittel		95,0	91,0	95,0	97,0	—
2. Wenig thierische Nahrungsmittel		90,0	78,0	86,0	93,0	—
3. Mittlere Menge thierische Nah- rungsmittel		94,0	85,0	92,0	95,0	—
4. desgl. mit Weizenbrot		95,0	88,0	92,0	96,0	—
5. desgl. mit Roggenbrot		91,0	82,0	92,0	93,0	—

Selbstverständlich gestalten sich diese Ausnutzungs-Koeffizienten je nach der Person wie nicht minder nach dem Vorwalten des einen oder anderen mehr oder

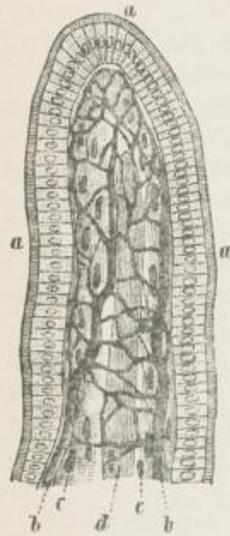
weniger ausnutzbaren Nahrungsmittels in der Nahrung verschieden und von vorstehenden Zahlen abweichend; im allgemeinen aber und besonders bei der Berechnung für die Massenernährung wird man ohne grossen Fehler mit vorstehenden Durchschnittswerthen rechnen können.

Nach S. 204—206 erscheint es zwar nicht richtig, von mehr oder weniger verdaulichen Nahrungsmitteln zu sprechen, sondern soll richtiger zwischen mehr oder weniger kothliefernden Nahrungsmitteln unterschieden werden. Indess ist es für die praktische Ernährung gleichgültig, ob das, was im Koth ausgeschieden wird, von Körpersäften oder direkt von den betreffenden Nahrungsmitteln herrührt. Denn für die Praxis hat man unter „Ausnutzungs-Koeffizient“ eines Nahrungsmittels die Werthmenge zu verstehen, welche dem Körper bei Genuss dieses Nahrungsmittels thatsächlich zugute kommt.

Uebergang der Nahrungsbestandtheile in das Blut.

Die durch die Verdauungssäfte in eine lösliche bezw. aufnahmefähige Form übergeführten Nahrungsbestandtheile können auf dem ganzen Verdauungswege¹⁾ in die Blutbahn übertreten; vorwiegend aber werden sie entweder durch die Blutgefäss-Kapillaren oder durch die Chylusgefässe der Darmzotten aufgesaugt und ge-

Fig. 10.



Längsschnitt einer Dünndarmzotte.

- a. Cylinder-Epithel,
- b. Blutgefässnetz,
- c. Längslagen glatter Muskeln,
- d. Chylusgefäss.

langen so direkt oder indirekt durch den Vermittlungs-Apparat der letzteren ins Blut.

Die Oberfläche der Dünndarmschleimhaut ist nämlich mit zahlreichen, kleinen Zotten überzogen, die kegelförmig in die Schleimhaut hineinragen und dadurch Hervorstülpungen derselben bilden, welche der inneren Darmfläche ein sammetartiges Aussehen geben. Diese Zotten (Fig. 10) sind mit einem cylinderförmigen Epithel (a) überzogen, welches mit zahlreichen feinsten „Poren“ oder nach Anderen mit „Stäbchen“ durchsetzt ist. Im Inneren einer solchen Zotte befinden sich in sehr starker Verästelung das Blutgefässnetz (b) und die Saugadern des Chylusgefässes (d).

Die Bestandtheile des Nahrungsbreies im Dünndarm dringen nun entweder im gelösten oder emulgirten Zustande (Fett) durch die stark imbibitionsfähige Membran der Schleimhaut des Dünndarms und von da durch die Poren-Kanälchen oder Stäbchen des Cylinder-Epithels der Zotte zu den Blut- und Chylusgefässen. Ein Theil der Nahrungsbestandtheile wird von den Blutgefäss-Kapillaren aufgesaugt, ein anderer wandert weiter und geht in das Chylusgefäss über. Der aus dem Darm aufgesaugte Saft hat eine durch die Fetttropfen hervorgerufene emulsionsartige Beschaffenheit, welcher dem Milchsaft gleich und daher „Chylus“ genannt wird. Die diesen Saft aufnehmende Saugader heisst daher auch Chylusgefäss.

¹⁾ Dass die Aufnahme der Nahrungsbestandtheile auf dem ganzen Verdauungswege vor sich gehen kann, lässt sich auch daraus schliessen, dass manche heftige Gifte schon wirken, wenn sie nur auf die Zunge gebracht werden.

Die Salze, Alkohol und Gifte scheinen vorzugsweise durch die Blutgefäß-Kapillaren, das Fett fast ausschliesslich durch das Chylusgefäß aufgenommen zu werden. Sonst ist kein Bestandtheil des Darm-Inhaltes für die Aufnahme auf den einen oder anderen der beiden Wege angewiesen.

Der Uebergang der löslichen Nahrungsbestandtheile in die Blut- und Chylusgefäße erfolgt ohne Zweifel zum Theil nach den Gesetzen der Endosmose. Unter „Endosmose“ verstehen wir den Vorgang, nach dem zwischen zwei durch eine Membran getrennten Flüssigkeiten ein fortwährender Austausch ihrer Bestandtheile statthat. Wird eine salzhaltige oder salzreiche Flüssigkeit durch eine Membran von einer salzfreien oder salzärmeren Flüssigkeit getrennt, so tritt die salzfreie oder salzärmere Flüssigkeit durch die Membran zu der salzreicheren und umgekehrt Salze der letzteren zu ersterer Flüssigkeit, bis Gleichgewicht im Gehalt eingetreten ist. Haben die beiden, durch eine Membran getrennten Flüssigkeiten einen gleichen Salzgehalt, so findet gar kein Ueberströmen nach der einen oder andern Seite statt. Nach diesen Gesetzen verläuft auch ohne Zweifel zum Theil die Nahrungsaufnahme durch die Blut- und Chylusgefäße. Das alkalisch reagirende Blut z. B. ist im Verhältniß zu dem saueren Darm-Inhalt eine salzreiche Flüssigkeit; es tritt daher der wasserreiche Nahrungssaft des Darmes durch die Schleimhaut und das Zotten-Epithel in das Blut der Blutgefäß-Kapillaren. Das fortwährend zu dem Blut überströmende Wasser wird durch den Harn-Apparat abgeschieden, so dass das Blut auf seinem regelrechten Wassergehalt verbleibt und stets eine im Vergleich zum Darm-Inhalt konzentrierte Flüssigkeit darstellt. Ausserdem befindet sich das Blut in den Gefäß-Kapillaren in fortwährender Strömung von und zu den Darmzotten. Enthält die Verdauungs-Flüssigkeit mehr Salze als das Blut, wie es z. B. nach Aufnahme salziger Abführmittel der Fall ist, so tritt umgekehrt Wasser aus der Blutbahn in den Verdauungs-Kanal; es entstehen breiige und wässrige Koth-Entleerungen (Durchfall).

Wie aber schon S. 194 gesagt ist, nimmt man jetzt auch an, dass die Aufsaugung der Nahrungsstoffe nicht allein durch einfache Filtration und Endosmose erfolgt, sondern dass auch Protoplasmazellen amöbenartig die Nahrungsstoffe in sich aufnehmen und in die Speisesaftgefäße überführen. Dieses gilt besonders für die Fettaufnahme. E. A. Schäfer¹⁾ findet, dass während der Aufnahme der Nahrung Lymphkörperchen in grosser Zahl aus dem Darm in die Speisesaft- oder Chylusgefäße wandern, im Speisesaft meistens zerfallen und aufgelöst werden; dieses ist auch der Fall nach Mahlzeiten, welche kein Fett enthalten. Es handelt sich also hier um eine allgemein mit der Aufnahme verbundene Erscheinung; die Ueberführung der Fetttheilchen in die Speisesaftgefäße ist nur eine Theilerscheinung dieser Funktion.

Im Gegensatz hierzu erklärt O. Cohnheim²⁾ den Aufsaugungsvorgang als eine einfache Zellenthätigkeit der Darmwand. Sobald sich eine Flüssigkeit im Darmschlauch befindet, so wird durch Kräfte, die in der Darmwand ihren Sitz haben, die also dem Stoffwechsel der Zellen ihren Ursprung verdanken, ein Wasserstrom in die Blutbahn hervorgerufen. Dieser soll um so rascher erfolgen, je weniger die Flüssigkeit gelöst enthält. Sind Salze darin enthalten, welche leicht durch die Darmwand hindurchgehen, wie Ammonsalze, so erfolgt die Aufsaugung rasch; sind

¹⁾ Proceedings of the Royal Soc. 38, 47.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1899, 38, 419; 1900, 39, 167.

dagegen Salze in Lösung, die schwer diffundiren, und schwer oder nicht in die Zellen einzudringen vermögen, so setzen diese, entsprechend ihrem wasseranziehendem Vermögen, dem Flüssigkeitsstrom ein Hinderniss entgegen; sie halten, da sie selbst nicht oder doch nicht so rasch mitaufgesaugt werden können, ihr Lösungswasser fest. Die Aufsaugungsgeschwindigkeit steht, wie R. Höber¹⁾ gefunden hat, zu der Diffusionsfähigkeit bis zu einem gewissen Grade im Verhältniss. Nach Weinland²⁾ werden Milchzuckerlösungen im Darm nur langsam aufgesaugt; das beruht nach Cohnheim nicht auf einer mangelhaften Diffusionsfähigkeit, sondern auf der Unverwerthbarkeit des Milchzuckers für die Zellen erwachsener Thiere; mit der Nichtaufsaugung des Milchzuckers hört auch der Wasseraufsaugungsvorgang auf. Auf diese Weise lässt sich auch, wie Cohnheim meint, die beobachtete Erscheinung erklären, dass bei der Aufsaugung von Proteinlösungen das Wasser vorweg aufgesaugt wird, während das Protein, welches nur ein geringes wasseranziehendes Vermögen besitzt, ungelöst zurückbleibt. Hiermit würde auch die Beobachtung im Einklang stehen, dass durch Reizmittel, welche die Zellenthätigkeit anregen, auch das Aufsaugungsvermögen gehoben wird. So wird nach v. Scanzoni³⁾ im Magen wie Darm die Aufsaugung des Traubenzuckers, der zunächst in den Stoffwechsel der Zellen garnicht eintritt und sich wie die Salze verhält, nach E. Farnsteiner⁴⁾ die Aufsaugung des Peptons durch Zusatz von ätherischen Oelen, Senfö, Gewürzen, Alkohol etc. gefördert.

Immerhin dürfte auch durch die Annahme Cohnheim's der Aufsaugungsvorgang im Darm nicht genügend erklärt werden.

C. Voit hat zu prüfen gesucht, welche Nahrungsmittel rascher in die Säfte aufgenommen werden, welche also, wie man sich gewöhnlich auszudrücken pflegt, leichter oder schwerer verdaulich sind; er glaubte in der Grösse der stündlichen Proteinsetzung nach Aufnahme irgend eines proteinhaltigen Nahrungsmittels einen Maassstab dafür zu gewinnen. Allein es hat sich herausgestellt, dass die Grösse der Proteinsetzung bei den verschiedensten Nahrungsmitteln nach Aufnahme derselben ziemlich gleich ist. „Beim gesunden Menschen, sagt C. Voit, ist es in Beziehung der Aufsaugungsgeschwindigkeit ziemlich gleichgültig, in welchen Nahrungsmitteln sich das Protein befindet; ein gesunder Darm erträgt alles; erst bei Kranken und Schwachen wird sich ein Unterschied herausstellen, der sich aber nur schwer durch Versuche feststellen lassen wird.“

Die von den Blutgefäss-Kapillaren aufgenommenen Nahrungsbestandtheile werden direkt zu Bestandtheilen des Blutes und gehen in dessen Plasma über; die durch die Chylusgefässe aufgenommenen Bestandtheile (der Chylus) erleiden erst durch besondere Drüsen-Organen (Lymphdrüsen) eine wesentliche Umänderung; der Chylus nimmt in diesen Drüsen zahlreiche farblose Kerne und kernhaltige Zellen, sog. Chyluskörperchen auf, welche die farblosen Blutkörperchen bilden.

Denn die Chylus-Bestandtheile ergiessen sich, nachdem sie sich mit denen der Lymph-Gefässe in 2 grossen Stämmen im Milchbrustgang gesammelt haben, in die rechte und linke Vena subclavia.

Das Lymphgefäss-System entsteht aus den Lücken bezw. den Saftkanälchen der Gewebe und führt Lymphe, die ähnlich zusammengesetzt ist wie das Blut-

¹⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1899, 74, 246.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1899, 38, 16.

³⁾ Ebendort 1896, 33, 463.

⁴⁾ Ebendort 1896, 33, 475.

plasma bzw. wie der Chylus, der Inhalt des Chylus-Gefäßsystemes, das in den Darmzotten entspringt. Chylus und Lymphe bilden den flüssigen Inhalt des Saugadersystemes, der vorzugsweise aus Plasma und Körperchen besteht.

Beide sind von schwach alkalischer Reaktion und gerinnen einige Zeit nach ihrer Entleerung aus dem Körper, d. h. sie trennen sich in einen die Körperchen umschliessenden Kuchen und eine Flüssigkeit (Serum).

Die Lymphe ist wasserreicher als der Chylus und enthält nur wenig Fett; sie enthält beim Menschen 94—97 % Wasser, 2—3 % Protein, 0,3—0,5 % Faserstoff, 0,3 % Extraktivstoffe (mit Zucker), 0—0,2 % Fett und 0,75—1,5 % Chlornatrium. Die Proteinstoffe bestehen wie beim Chylus aus Albumin und fibrinbildenden Stoffen.

Der Chylus hat eine dem Blut sich mehr nähernde Zusammensetzung, nur ist er reicher an Wasser und Fett; an letzterem besonders nach Genuss einer fettreichen Nahrung.

Nachstehende Zahlen mögen den Unterschied der drei Flüssigkeiten im allgemeinen zeigen:

Körperflüssigkeiten	Wasser	Albumin und sonstige Protein- stoffe	Faserstoff (Fibrin)	Fett	Extraktivstoffe	Salze
	%	%	%	%	%	%
Blut	79,5	18,7	0,3	0,3	0,4	0,8
Lymphe	95,5	2,6	0,4	0,1	0,4	1,0
Chylus	90,6	4,9	0,1	3,3	0,4	0,7

Die Zusammensetzung dieser drei Körperflüssigkeiten ist jedoch je nach der Nahrung sehr verschieden.

Kreislauf des Blutes.

Die auf den angegebenen zwei Wegen in das Blut übergegangenen Nahrungsbestandtheile werden den einzelnen Organen des Körpers zugeführt und gelangen so zu dem Ort ihrer Bestimmung. Das Blut nämlich durchströmt fortwährend und unaufhaltsam den ganzen Körper.

Den Mittelpunkt oder das Centralorgan dieser Strömungen bildet das Herz.

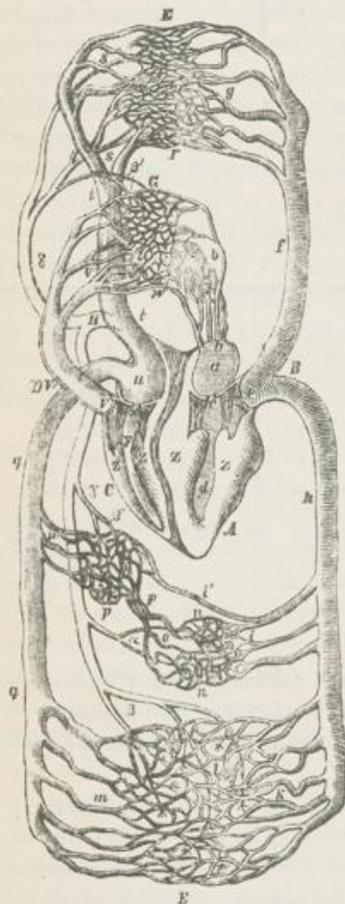
Dasselbe ist in 2 Hälften, in eine linke Seitenhälfte A (Fig. 11 S. 256) und eine rechte C getheilt; jede dieser Hälften zerfällt, durch ein Klappenventil von einander getrennt, in 2 Abtheilungen, die linke Hälfte in eine Vorkammer a und eine Herzkammer d, und die rechte Hälfte in die rechte Vorkammer (in der Figur nicht sichtbar) und die rechte Herzkammer y. Während die beiden Vorkammern durch Klappenventile c und x mit den Herzkammern in Verbindung stehen, sind die beiden Seitenhälften nicht mit einander in Verbindung.

Diejenigen Gefäße oder Adern, welche das Blut vom Herzen wegführen, nennt man Schlagadern oder Arterien B (h und f), die, welche es zum Herzen hinführen, Blutadern oder Venen D (q und t). Zwischen dem Arterien- und Venensysteme ist das Gefäß- oder Capillar-System E (F Pfortader und Bauch-Capillaren, n Haargefäßnetz der Organe in der Bauchhöhle, p' Haargefäßnetz der Leber, p Lebervenen, o Venen der Organe in der Bauchhöhle, ö Pfortader, r Haargefäßnetz des Kopfes, s Venen des Kopfes, k Arterien des Rumpfes und der Hinterglieder,

in Venen derselben etc.) eingeschaltet. Dasselbe besteht aus sehr feinen und engen Gefäßen. Diese vermitteln den Uebertritt des Arterien-Blutes in die Venen.

Das Blut wird durch Zusammenziehen und Verengen der Herzkammern in die Arterien (Aorta) gepresst; man nennt dieses die Systole. Die Diastole dagegen ist der Ruhezustand der Herzmuskulatur, sie entsteht durch Erschlaffung und Er-

Fig. 11.



Blutkreislauf.

weiterung der Herzmuskeln (z), in Folge dessen Blut in die Hohlräume des Herzens einströmt. Die Systole presst das in der linken Herzkammer befindliche Blut in die Arterien oder die Aorta, welche sich in der Nähe des 3. Rückenswirbels in die vordere (f) und hintere (h) Aorta theilt. Die vordere Aorta führt das Blut dem Kopf, Hals (g), den Vordergliedern und den unteren Theilen von Brust und Bauch zu; die hintere Aorta liefert das Blut für die Brustwand (k), den Bauch (i) und dessen Eingeweide, sowie für die unteren Glieder. Aus diesen beiden Haupt-Arterien-Aesten vertheilt sich das Blut durch kleinere Adern und Kapillaren netzförmig in die Organe und Gewebe, wo die Bestandtheile des Blutes durch Diffusion austreten. Die überflüssig gewordenen Bestandtheile des ausgeströmten Arterien-Blutsaftes werden von den Venen-Kapillaren aufgesaugt und strömen durch die vordere (t) und hintere Hohlvene (q) zur rechten Herzvorkammer. Aus dieser tritt das venöse Blut in die rechte Herzkammer (y) und von hier beginnt der Lungen-Kreislauf, indem das Blut durch die Lungenarterie (v) zur Lunge geht und sich in den Lungen-Kapillaren (G) verbreitet. Von der Lunge eilt dasselbe durch die Lungenvene (b) zur linken Vorkammer (a), geht von dieser in die linke Herzkammer (d) und beginnt so seinen Kreislauf von neuem.

Das von den Lungen der linken Vorkammer zuströmende Blut ist hellroth und sauerstoffreich; indem es durch die Arterien-Ader und deren Kapillarnetze in die Organe und Gewebe übergeführt wird, verliert es mehr und mehr Sauerstoff und nimmt in Folge von Umsetzungen und Verbrennungen, wie wir gleich sehen werden, Kohlensäure auf; es wird dunkelroth. Das venöse und für die Lebensvorgänge unbrauchbar gewordene Blut wird in den Lungen wieder aufgefrischt, indem es seine schädliche Kohlensäure abgibt und wieder Sauerstoff aufnimmt.

Zwischen diesen 2 Hauptströmungen ist noch ein intermediärer Saftstrom, der bereits erwähnte Lymphstrom ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$; α = Chylusgefäße, β = Lymphgefäße des Körperstammes, β' Lymphgefäße der Lunge, β'' der Leber, γ Lymphgefäßstamm des Rumpfes, δ des Kopfes) eingeschaltet. Ein Theil der in die Gewebe

austretenden Bestandtheile des Blutes geht nämlich in die Anfänge der Lymphgefäße über, welche einen Anhang des Venen-Systems bilden und gleichsam als Mittelglied zwischen Arterien- und Venensystem eingeschoben sind.

Die Lymphe wird, wie ich bereits auseinandergesetzt habe, aus gewissen Bestandtheilen des Blutes gebildet, um sich sodann als Ganzes wieder in das Blut zu ergießen.

Das Blut und seine Bedeutung für die Lebensvorgänge.

Das Blut, welches bei Erwachsenen etwa $\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{14}$, bei Neugeborenen etwa $\frac{1}{10}$ des Körpergewichts ausmacht, ist der eigentliche Lebenssaft. Es führt den einzelnen Organen nicht nur alle Stoffe zu, welche zur Thätigkeit derselben und zum Aufbau bezw. Wachsthum nothwendig sind, sondern nimmt auch alle in den Organen unbrauchbar gewordenen Stoffe wieder auf, um sie den Ausscheidungsorganen (Lungen, Nieren und Haut) zuzuführen und durch diese zu entfernen. Es ist eine rothe, von Dinatriumphosphat (Na_2HPO_4) alkalisch¹⁾ reagirende Flüssigkeit, die ein spec. Gew. von 1,045—1,075 besitzt.

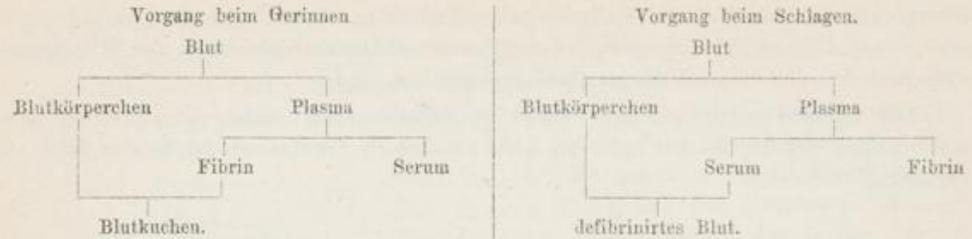
Das Blut besteht aus dem Plasma (der gelbgefärbten Flüssigkeit) und den rothen Blutkörperchen, welche in dem Plasma in der Schwebe gehalten werden (gleichsam schwimmen).

Ausserhalb des Körpers gerinnt das Blut mehr oder weniger schnell; es setzt sich der Blutkuchen (Cruor) ab, der umgeben wird von einer gelben Flüssigkeit, dem Blutwasser oder Blutsrum.

Durch rasches Abkühlen des aus dem Körper ausfliessenden Blutes und durch andere Mittel kann man die Gerinnung vermeiden und das Blut mehrere Tage flüssig erhalten; hierbei trennt es sich in eine obere, bernsteingelbe Flüssigkeit, das Plasma, und in eine untere rothe, wesentlich aus Blutkörperchen bestehende Schicht. Auch durch Schlagen oder Peitschen des aus dem Körper entleerten Blutes mit einem Stabe lässt sich das Gerinnen aufheben; an dem Stab setzt sich dann ein Faserstoff, das Fibrin, ab, man erhält geschlagenes oder defibrinirtes Blut. Da letzteres denselben mikroskopischen Anblick bezüglich der Blutkörperchen wie das ungeronnene Blut zeigt, in dem geronnenen Blut aber die Blutkörperchen in eine farblose, faserige Hülle, den Faserstoff, eingehüllt sind, so beruht die Gerinnung des Blutes auf der Ausscheidung des Faserstoffes; er reisst bei der Zusammenziehung des Gerinnsels die Blutkörperchen mit nieder und bildet mit ihnen den Blutkuchen; beim Schlagen dagegen sammelt sich der Faserstoff (das Gerinnsel) für sich an dem verwendeten Stabe, während die Blutkörperchen für sich in der Schwebe bleiben. Dass der Faserstoff, das Fibrin, in dem Blutplasma und nicht in den Blutkörperchen vorhanden ist, folgt daraus, dass man durch Peitschen des in obiger Weise — durch Vermeidung des Gerinnens — erhaltenen Plasmas ebenfalls Faserstoff an dem Stabe erhält.

Plasma und Serum des Blutes sind daher verschieden; das Serum ist Plasma ohne Fibrin. Der Vorgang wird durch nachstehende übersichtliche Darstellung klar:

¹⁾ Die alkalische Reaktion lässt sich auf einem durch Lackmus rothgefärbten Gypsstein zeigen.
König, Nahrungsmittel. II. 4. Aufl.



Für den Unterschied in der chemischen Zusammensetzung des ganzen Blutes und seiner Mischbestandtheile mögen folgende Analysen für Pferdeblut (vergl. Bd. I. S. 36) dienen:

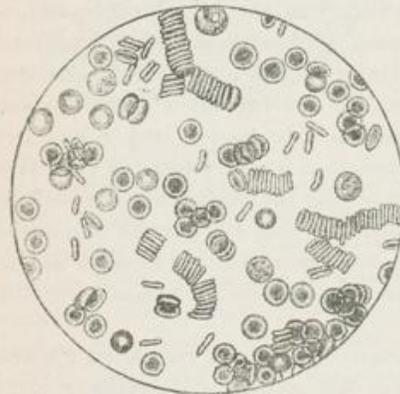
Blutbestandtheile	Wasser	Hämoglobin	Sonstige	Faserstoff	Fett	Zucker	Lecithin	Cholesterin	Salze im	Kali	Natron	Phosphor-	Chlor
	%	%	Proteinstoffe	%	%	%	%	%	ganzen	%	%	säure	%
1. Ganzes Blut	76,22	15,30	6,08	0,65	0,35	0,07	0,39	0,04	1,00	0,21	0,23	0,11	0,25
2. Blutkörperchen (48,5%)	61,05	31,55	5,50	—	Spur	—	0,45	0,05	0,95	0,41	—	0,22	0,12
3. Blutplasma (61,5%) .	90,85	—	7,07	0,81	0,12	0,13	0,17	0,04	0,81	0,03	0,44	0,02	0,37
4. Blutserum (60,8%) .	91,07	—	6,60	—	0,12	0,13	0,17	0,04	0,81	0,03	0,44	0,02	0,37

In den sonstigen Proteinstoffen des Pferdeblutplasmas fand O. Hammarsten 3,84% Globulin und 2,46% Serumalbumin.

Die Zusammensetzung des Blutes ist je nach Art der Thiere wie der Ernährung nicht unerheblichen Schwankungen unterworfen (vergl. Bd. I. S. 34—37); ich begnüge mich mit der Aufführung der vorstehenden Zahlen über die Zusammensetzung der Mischbestandtheile des Pferdeblutes, weil von diesem Analysen sämtlicher Mischbestandtheile vorliegen und den Unterschied in der Zusammensetzung der letzteren genügend zum Ausdruck bringen.

Gehen wir jetzt noch näher auf die Mischbestandtheile des Blutes ein, so bilden:

Fig. 12.



Normale, menschliche Blutkörperchen aus geschlagenem Aderlassblut.

der embryonalen Zeit aus gefässbildenden Zellen, d. h. aus cylindrischen, langen, mit

1. Die rothen Blutkörperchen

den wichtigsten Bestandtheil des Blutes.

Sie besitzen weder Hülle noch Kern, sondern bestehen aus einer gleichartigen Masse, die 1. aus einer Gerüstsubstanz, einem äusserst blassen, durchsichtigen, weichen Protoplasma (dem Stroma) und 2. dem rothen Blutfarbstoff, dem Hämoglobin, welches das Stroma durchtränkt, gebildet wird.

Stroma und Blutfarbstoff verhalten sich ähnlich wie Waschschwamm und von diesem aufgesogene Flüssigkeit. Die Blutkörperchen haben etwa $\frac{1}{130}$ mm Durchmesser; 1 cbmm Menschenblut enthält nahezu 5 Millionen Blutkörperchen. Man nimmt an, dass dieselben in

Protoplasmaspitzen versehenen, stark lichtbrechenden, zelligen Elementen entstehen, indem sie sich hier im Protoplasma der gefässbildenden Zellen entwickeln, wie die Chlorophyll- oder Stärkekörner im Protoplasma der Pflanzenzellen. In der späteren Lebenszeit bilden sie sich nach Ansicht der meisten Physiologen aus besonderen, gekernteten Zellen. Die gebildeten Blutkörperchen gehen innerhalb einer nicht zu langen Frist wieder zu Grunde und scheint dieses in der Leber und Milz der Fall zu sein.

a) Der Blutfarbstoff (das Hämoglobin). Derselbe kommt wahrscheinlich nicht frei in den rothen Blutkörperchen vor, sondern ist an eine andere Substanz gebunden. Er lässt sich jedoch durch Gefrieren, Wiederaufthauen, Schütteln mit Aether etc. frei gewinnen; er krystallisirt dann in den nebenstehenden rhombischen Tafeln oder Prismen, die doppelbrechend und pleochromatisch sind.

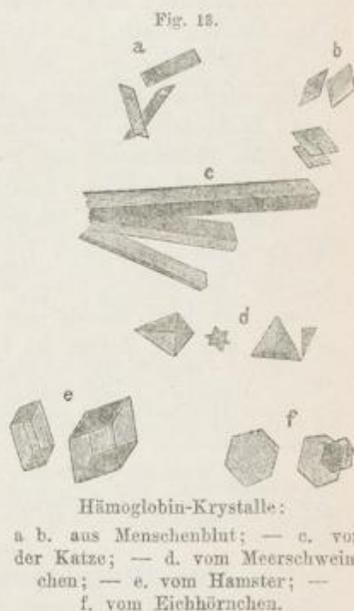
Das Hämoglobin gehört nach S. 37 zu den Proteiden. Ueber seine Zusammensetzung und Beziehungen zum Oxyhämoglobin, Methämoglobin, Hämatin und Hämin vergl. ebenfalls S. 37. 1 g Hämoglobin (von Rindern) nimmt nach Hüfner 1,34 ccm Sauerstoff auf, der in den Geweben abgegeben wird. An seine Stelle tritt dann Kohlensäure, mit welcher das Hämoglobin ebenfalls eine lockere Verbindung (auf je 1 g Hämoglobin 1,5, 3,0 und 6,0 ccm CO₂) eingeht.

Kohlenoxyd verdrängt (1 Vol. zu 1 Vol. oder 1 g Blut nehmen 1,34 ccm CO auf) leicht den Sauerstoff aus seiner Verbindung mit Hämoglobin und bewirkt schliesslich — wie bei der Kohlenoxydgasvergiftung — den Tod. Auch mit Stickstoffoxyd geht das Hämoglobin eine Verbindung ein, welche wie die mit Sauerstoff und Kohlenoxyd dem gasfreien Hämoglobin isomorph ist.

Mit dem Gehalt des Blutes an Hämoglobin nimmt die Stärke der rothen Färbung zu. Der Gehalt an demselben ist bei den einzelnen Individuen sehr verschieden. Das Blut des ausgewachsenen Körpers enthält mehr Hämoglobin, als das des jungen; Fleischfresserblut ist reicher an demselben, als das Blut der Pflanzenfresser. Auch pflegt das Blut der Männer durchweg mehr Hämoglobin bzw. Blutkörperchen zu enthalten, als das Blut der Frauen; so fanden Becquerel, Rodier und Schmidt im Mittel:

Blut von	Wasser	Blutkörperchen	Proteinstoffe	Faserstoff	Salze
Männern	78,43 %	15,22 %	5,47 %	0,31 %	0,73 %
Frauen	80,78 "	12,59 "	5,78 "	0,21 "	0,80 "

Jac. G. Otto bestimmte die Anzahl der Blutkörperchen und den Gehalt des Blutes an Hämoglobin bei Menschen im Alter von 15—35 Jahren im Mittel wie folgt:



	Männliches Geschlecht		Weibliches Geschlecht	
	Rothe Blutkörperchen für 1 cbmm in Millionen	Hämoglobin für 100 ccm in Gramm	Rothe Blutkörperchen für 1 cbmm in Millionen	Hämoglobin für 100 ccm in Gramm
Höchstbetrag . .	5,3528	15,30	4,9966	14,46
Niedrigstbetrag .	4,7552	13,56	3,7573	11,58
Mittel	4,9988	14,57	4,5847	13,27

Dass die Anzahl der Blutkörperchen und der Gehalt an Hämoglobin beim männlichen Geschlecht grösser ist als beim weiblichen, ist ein für die Säugethiere allgemein gültiges Gesetz.

v. Subbotin zeigte ferner, dass das Blut nach reichlicher Proteinnahrung einen höheren Gehalt an Hämoglobin aufweist, als nach proteinarmer Nahrung.

b) Das Stroma. Die übrigen Bestandtheile der Blutkörperchen, die von dem Blutfarbstoff durchdrungen sind, bestehen aus einem durch Kohlensäure fällbaren, durch Luftzutritt sich wieder lösenden Proteinstoff, einem Globulin, einem fibrinähnlichen Proteinstoff und Nukleïn in den kernhaltigen Körperchen; ferner enthält das Stroma Cholesterin, Lecithin und Salze (Kali- und Phosphorsäure-Verbindungen).

Neben den rothen Blutkörperchen enthält das Blut auch regelmässig farblose Blutkörperchen (auch Lymphoïdzellen und Leukocyten genannt). Es sind kugelige Klümpchen eines klebrigen, bewegungsfähigen, hüllenlosen Protoplasmas, in welchem nach Zusatz von Wasser oder Essigsäure 1—4 Kerne zu sehen sind. Sie gleichen den Zellen der Lymphe, von denen sie auch grösstentheils herkommen. Auf 3500—5000 rothe Blutkörperchen kommt je ein farbloses.

Die Bestandtheile der farblosen Blutkörperchen sind noch fast unbekannt, vermuthlich sind es bis auf den Farbstoff dieselben wie in den rothen Körperchen.

Noch weniger erforscht sind die sog. Blutplättchen (Hämatoblasten), feine Körnchen oder spindelförmige Gebilde, die nach Kossel aus Proteïn und Nukleïn bestehen sollen.

2. Das Blutplasma. Das Plasma, in welchem die Blutkörperchen schwimmen, lässt sich durch Niederschlagen der Körperchen in abgekühltem Blut etc. gewinnen und bildet eine dicke klebrige Flüssigkeit von alkalischer Reaktion. Als eigenartigen Bestandtheil enthält das Plasma das Fibrinogen, welches sich beim Austritt des Blutes aus dem Körper unter dem Einfluss eines Fermentes als faserige Masse abscheidet und das Fibrin bildet (vergl. S. 27). Der Faserstoff (Fibrin) ist sehr locker und nimmt einen grossen Rauminhalt ein, die wirkliche Menge desselben macht nur 0,2—0,4 % des Blutes aus. Das Blut der einzelnen Thiere gerinnt beim Austritt aus dem Körper verschieden schnell, das der Vögel fast augenblicklich, das von Säugethieren langsamer (nach 5—13 Min.), vom Menschen nach 1—6 Min. In Folge der Blutgerinnung verstopfen sich kleine Schnitt- bezw. Verletzungswunden von selbst.

Die Gerinnung wird durch Wärme und Berührung mit rauhen Flächen beschleunigt, dagegen ausser durch Kälte durch Luftleere, Zusatz von Alkalien bezw. alkalisch reagirenden Salzen verhindert.

Das Fibrinogen soll aus einer Globulinart bestehen, welche durch das Fibrinferment, das sog. „Thrombin“, in einen unlöslichen Proteinstoff, das Fibrin, und eine

lösliche Proteinsubstanz gespalten werden soll. Das Wesen der Blutgerinnung ist noch nicht aufgeklärt. Das Ferment Thrombin wird von Pechelharig für ein Nukleoprotein gehalten.

Die sonstigen Bestandtheile des Blutplasmas sind dieselben wie die des Blutserums.

3. Das Blutserum. Die von dem Blutkuchen (Blutkörperchen und Faserstoff) abgepresste Flüssigkeit heisst Blutserum. Plasma und Serum haben daher nach Abzug der Faserstoffbildner eine gleiche Zusammensetzung. Das Blutserum bildet eine röthlich gelbe klebrige Flüssigkeit, welche stärker alkalisch reagirt als das Plasma.

Die neben Fibrinogen im Plasma vorhandenen und im Serum verbleibenden Proteinstoffe sind das Serum-Albumin, welches 3–4%, und das Serum-Globulin, welches 2–4% des Serums ausmacht; beide sind als freie koagulirbare Proteinstoffe vorhanden; ihre Löslichkeit wird durch den Salzgehalt des Blutes begünstigt; das Albumin ist zum Theil als Kali- oder Natronalbuminat vorhanden.

Aus beiden Proteinstoffen bilden sich wesentlich die Organe und Gewebe des Körpers. Ueber die Eigenschaften und Zusammensetzung vergl. S. 25 u. S. 27.

Als sonstige Stickstoffverbindungen sind im Blutserum nachgewiesen: Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure, Kreatin, Karbaminsäure, unter pathologischen Verhältnissen auch Xanthinkörper, Tyrosin, Leucin und Gallenbestandtheile. Regelmässig kommt im Serum ein gelber Farbstoff vor, welcher zu der Gruppe der Luteine zu gehören scheint.

Das Fett (0,1–0,7%) ist ohne Zweifel zum grössten Theil als fein emulgirtes Neutralfett, zum Theil auch in Form von Seifen vorhanden; das Cholesterin soll zum Theil als Fettsäureester vorkommen; über die vorhandene Menge, wie die des Lecithins vergl. S. 104 u. 86.

Von den Kohlenhydraten ist stets die d-Glukose oder Traubenzucker (zu 0,15–0,25%) neben einer anderen reducirenden und gährungsfähigen Zuckerart vorhanden, welche dem Jekorin nahe verwandt sein soll.

Von stickstofffreien Säuren sind gefunden: Milch-, Ameisen-, Essig- und Kapronsäure.

Auch sind im Blutplasma verschiedene Enzyme: Diastase (Maltase), Glukase, ein glukolytisches (Zucker zerlegendes) und lipolytisches (Fett spaltendes) Enzym nachgewiesen.

Für die Mineralstoffe (Salze) des Serums des Menschenblutes giebt Hoppe-Seyler folgende Zahlen an:

Natriumchlorid	4,92 ‰	Natriumphosphat	0,15 ‰
Natriumsulfat	0,44 ‰	Calciumphosphat }	0,73 ‰
Natriumkarbonat	0,21 ‰	Magnesiumphosphat }	

Fleischkost steigert den Salzgehalt des Blutes, Pflanzenkost vermindert denselben vorübergehend.

Die anorganischen Bestandtheile des Blutes befördern einerseits die Löslichkeit mancher Bestandtheile, andererseits die Zersetzungs Vorgänge; dieses gilt besonders für die Alkali-Phosphate und Karbonate, welche dem Blut die alkalische Reaktion ertheilen.

Als Gase kommen im Blut vor: Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff

neben Spuren von Argon. Der Stickstoff ist immer nur in einer sehr geringen Menge zu etwa 1,8 Vol.-Proc. im einfach absorbirten Zustande vorhanden und nimmt an den Zersetzungs Vorgängen in den Geweben keinen Antheil.

Der Sauerstoff dagegen ist zum grössten Theil vom Hämoglobin¹⁾ locker gebunden und für die Zersetzungen massgebend; nur ein kleiner Theil, etwa 0,26%, findet sich im Plasma oder Serum absorbirt vor.

Die Kohlensäure ist zu etwa $\frac{1}{3}$ von den Blutkörperchen locker gebunden, zu $\frac{2}{3}$ im Plasma oder Serum entweder einfach absorbirt oder locker chemisch oder fest chemisch gebunden. Die Bindung in den Blutkörperchen sowohl wie im Plasma bzw. Serum wird ohne Zweifel durch die vorhandenen Alkalisalze bedingt und findet sich ein Theil der Kohlensäure im Blutserum ohne Zweifel als Alkalibikarbonat.

Die Alkalisalze des Blutes (auch des venösen) sind aber bei weitem nicht mit Kohlensäure gesättigt; das Blut kann 3—4-mal so viel Kohlensäure aufnehmen, als es durchweg enthält. Das Leben kann nach P. Bert nur unterhalten werden, so lange die Kohlensäure sich im locker gebundenen Zustande befindet. Sind die Alkalien gesättigt und ist ein Theil der Kohlensäure im Blut bloss gelöst, so tritt rasch der Tod ein.

Die Menge Sauerstoff und Kohlensäure im arteriellen und venösen Blut ist verschieden.

Das arterielle Blut ist reicher an Sauerstoff und ärmer an Kohlensäure als das venöse Blut; so fanden Ed. Matthieu und V. Urbain für 100 ccm Blut:

	Arteriell. Blut	Venöses Blut
Sauerstoff	17,25 ccm	9,90 ccm
Kohlensäure	42,75 "	54,75 "

Bei Arbeit vermehrt sich der Sauerstoff im arteriellen Blut, während er im venösen Blut abnimmt, z. B.:

	Muskelarbeit		Ruhe	
	Arteriell. Blut	Venöses Blut	Arteriell. Blut	Venöses Blut
Sauerstoff	23,63	12,56	22,19	15,77 ccm
Kohlensäure	40,98	43,65	49,27	58,49 ccm

Das entgaste Blut bzw. das Blut erstickter Thiere ist lackfarben bzw. ganz schwarz; es enthält nur mehr wenig Sauerstoff (etwa 1,0 Vol.-%), dagegen reichlich Kohlensäure. Das Blut enthält kein Ozon, dagegen wirkt es als Ozonüberträger.

Schüttelt man Terpentinöl mit frisch bereiteter Guajaktinktur, so färbt sich letztere nicht; setzt man dann aber einen Tropfen Blut zu, so färbt sich die Lösung blau (vergl. S. 56).

Aus Wasserstoffsperoxyd macht Blut Sauerstoff frei.

Dem Blut fällt nach vorstehenden Ausführungen die zweifache Aufgabe zu:

1. Den inneren Organen Bau- und Zersetzungsstoffe, sowie Luft bzw. Sauerstoff zuzuführen;

¹⁾ Die Menge des im Blut vorhandenen Sauerstoffs steigt und fällt mit dem Gehalt an Hämoglobin oder auch, wie Pacard nachgewiesen hat, mit dem Gehalt an Eisen.

2. Die Oxydations- und Zersetzungsstoffe aus den Geweben wieder aufzunehmen und den Ausscheidungsorganen (Lungen, Haut und Nieren) zuzuführen.

Zersetzungs Vorgänge in den Geweben.

Früher verlegte man die hauptsächlichsten Zersetzungs Vorgänge in das Blut. Dieses hat sich aber als irrig erwiesen, da sich in dem Blut (Arterienblut), welches den Geweben die Bau- und zu zersetzenden Stoffe zuführt, nicht die zersetzten Stoffe nachweisen lassen.

Chylus, Lymphe, Blut müssen nur als die Fahrflüssigkeiten der zu zersetzenden und zersetzten Stoffe angesehen werden; die Zersetzungs Vorgänge selbst verlaufen in den Geweben.

Die im Blut gelösten oder schwebenden Stoffe (also Proteinstoffe, Fett, Zucker, Salze und Sauerstoff) diffundiren durch die feinen Blutgefäß-Kapillaren zu den Gewebs-Flüssigkeiten, und hier unterliegen dieselben allerlei Umwandlungen und Zersetzungen.

Die Proteinstoffe zerfallen nach und nach in niedriger organisirte Stickstoffverbindungen, als deren Enderzeugnisse Harnstoff und Harnsäure¹⁾ zu bezeichnen sind. Nur ein ganz kleiner Theil verfällt einer weiteren Zersetzung zu Ammoniak. Die vielfach (so von Nowack und Seegen) aufgestellte Behauptung, dass bei diesem Vorgange sich auch freier Stickstoff abspaltet, ist nach mehreren Untersuchungen anderer Forscher (so von Bischof und C. Voit, M. Märcker und E. Schulze und H. Leo) mehr als unwahrscheinlich.

Wie die Umsetzung der Proteinstoffe, die uns in ihrer Konstitution (vergl. S. 17) noch wenig bekannt sind, verläuft, darüber hat man noch keine klare Vorstellung gewonnen.

Die Versuche, aus den Proteinstoffen durch Oxydationsmittel direkt Harnstoff zu gewinnen, ist jetzt (vergl. S. 78) zwar gelungen; indess wird die Entstehung des Harnstoffs aus den Proteinstoffen im Körper noch auf andere Weise zu erklären versucht.

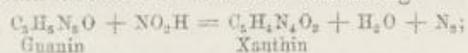
1. Man pflegt die Harnsäure wohl als Vorbildungsstufe des Harnstoffs anzusehen, indem sie durch Sauerstoff unter Aufnahme von Wasser nach der Gleichung:



zerfällt (vergl. S. 65). Ihre Menge tritt aber im Harn gegen den Harnstoff zurück. Auf 1 Theil Harnsäure kommen etwa 50 Theile Harnstoff im Harn.

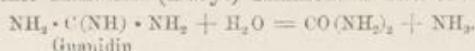
2. Da in den Muskeln und Drüsen eine grössere oder geringere Menge von Körpern auftreten, welche mit der Harnsäure in naher Verbindung stehen, so bezeichnet man auch diese wohl als die Uebergangsstufen der Proteinstoffe zum Harnstoff. Als solche werden genannt Guanin, Sarkin und Xanthin.

Das Guanin kommt im Pankreas und in der Leber vor; es lässt sich durch salpetrige Säure in Xanthin überführen nach der Gleichung:

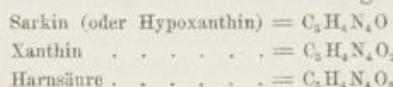


¹⁾ Statt der Harnsäure tritt bei den Pflanzenfressern Hippursäure auf; im Menschenharn kommt diese nur in geringer Menge vor.

durch Oxydationsmittel zerfällt das Guanin in Guanidin und Oxalylharnstoff; das Guanidin giebt aber mit Alkalien (Baryt) Ammoniak und Harnstoff:



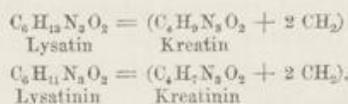
Zwischen Sarkin, Xanthin und Harnsäure bestehen folgende einfachen Beziehungen:



Thatsächlich können diese Verbindungen auch auf künstlichem Wege ausserhalb des Organismus durch Reagentien in einander übergeführt werden.

Zu dieser Gruppe von Körpern gehören auch das Kreatin ($\text{C}_4\text{H}_9\text{N}_3\text{O}_2$) und Kreatinin ($\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_3\text{O}$), welche Basen in den Muskeln und zuweilen auch im Harn vorkommen. Das Kreatin lässt sich leicht in Kreatinin umwandeln und zerfällt durch Einwirkung von Alkalien unter Aufnahme von Wasser in Sarkosin und Harnstoff (vergl. S. 68).

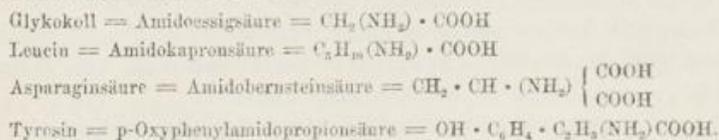
Diese Basen pflegen zwar nicht in grösserer Menge im Thierkörper aufzutreten, indess bildet sich nach S. 17 u. 69 bei der Spaltung der Proteinstoffe eine andere Gruppe von Basen, die Hexonbasen: Lysin $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_2$, Lysatin $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_2$, Lysatinin $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{N}_3\text{O}_2$, Arginin $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_2$ und Histidin $\text{C}_6\text{H}_9\text{N}_3\text{O}_2$, von denen einerseits Lysatin und Lysatinin dem Kreatin und Kreatinin homolog sind:



Andererseits ist von dem Lysin und Arginin bereits nachgewiesen, dass sie mit Baryumhydroxyd erwärmt, ähnlich wie Kreatin, Harnstoff liefern (vergl. S. 71). Auch haben Gulowitsch und Jochelson¹⁾ das Arginin als einen regelmässigen Bestandtheil der Ochsenmilch nachgewiesen, so dass ein Theil des aus dem Thierkörper sich ausscheidenden Harnstoffs von den hydrolytischen Spaltungserzeugnissen der Proteinstoffe herrühren kann.

3. Bei der Zersetzung der Proteinstoffe ausserhalb des Thierkörpers, sowie bei der Fäulniss, ferner bei der Einwirkung von Alkalien und Säuren auf dieselben entstehen nach S. 17 u. 73 eine Reihe von Amido-Verbindungen (Leucin, Tyrosin, Glykokoll, Asparaginsäure, Asparagin, Glutaminsäure etc.), die man auch unter den Verdauungserzeugnissen des Pankreas aufgefunden hat und die man daher ebenfalls als Vorstufen des Harnstoffs betrachtet, zumal nach Einführung derselben in den Körper im Harn eine vermehrte Harnstoffmenge auftritt.

Die Verbindungen sind folgende:



Da diese Körper nicht direkt in Harnstoff übergehen können, weil sie nur 1 Atom Stickstoff enthalten, so vermuthet man (Schultzen), dass Glieder der Karbaminsäure-Gruppe weitere Zwischenstufen zwischen diesen Amidosäuren und

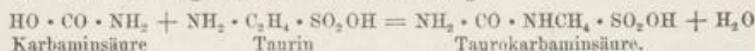
¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1900, 30, 533.

dem Harnstoff bilden. In der That hat E. Drechsel¹⁾ bei der Oxydation von Glykokoll, Tyrosin und Leucin in alkalischer Lösung Karbaminsäure und Oxaminsäure erhalten. Die Karbaminsäure ($\text{HO} \cdot \text{CO} \cdot \text{NH}_2$) steht aber in naher Beziehung zum Harnstoff ($\text{NH}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{NH}_2$); sie geht unter Zutritt von Ammoniak einfach in Harnstoff über nach der Gleichung:



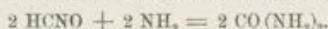
Da nun Drechsel auch im Blut des Hundes und im Harn von Pferden und Menschen Karbaminsäure als karbaminsaures Salz gefunden und ausserdem²⁾ nachgewiesen hat, dass das karbaminsaure Ammon auf elektrolytischem Wege durch abwechselnde Oxydation und Reduktion in Harnstoff umgewandelt werden kann, so denkt er sich den Vorgang der Harnstoff-Bildung wie folgt: Das Protein zerfällt in Leucin, Tyrosin etc., diese werden oxydirt und bilden karbaminsaures Natrium; letzteres zersetzt sich — vielleicht unter dem Einflusse eines Fermentes — unter Mitwirkung von 2 Molekülen Natron in Harnstoff und kohlensaures Natrium.

E. Salkowski hat die Karbaminsäure im Blut indirekt noch dadurch nachgewiesen, dass er zeigte, dass Taurin nach Verfütterung im Organismus in Taurokarbaminsäure übergeht, nach der Gleichung:



Hierdurch war das Vorkommen von Karbaminsäure im Organismus dargethan, da das Taurin sich nur mit bereits vorhandener Karbaminsäure in obiger Weise verbinden kann. An die Stelle des Taurins braucht aber nur Ammoniak zu treten, um, wie wir gesehen haben, Harnstoff zu erhalten. Thatsächlich bewirkt auch Einnahme von Ammoniak Bildung von Harnstoff im Thierkörper.

4. Nach Ansicht Anderer soll hierbei die Cyansäure betheiligt sein; dieselbe zerfällt bei Gegenwart von Ammoniak ebenfalls in Harnstoff:



Auch Formamid $\text{H} \cdot \text{CO} \cdot \text{NH}_2$ und Oxaminsäure $\text{HOOC} \cdot \text{CONH}_2$ lassen sich in Harnstoff überführen, indess hat J. J. Halsey³⁾ nachgewiesen, dass sie weder ausserhalb noch innerhalb des Organismus als wesentliche Vermittler der Harnstoffbildung angesehen werden können, wie man das nach Untersuchungen Hofmeister's⁴⁾ über die Bildung des Harnstoffs bei der Oxydation verschiedener organischer Stoffe erwarten sollte.

Schmiedeberg und Knierim halten dagegen die Bildung des Harnstoffs direkt aus kohlensaurem Ammon unter Abspaltung von Wasser und Kohlensäure für möglich.

Man ist daher über diesen wichtigen Vorgang noch zu keiner Einigung gelangt, und ebenso wenig wie Klarheit über die Art und Weise der Bildung des Harnstoffs herrscht, ebenso wenig klar ist man darüber, an welcher Stelle im Organismus derselbe sich aus den Zersetzungsstoffen der Proteinkörper bildet. Früher erblickte man die Bildungsstätte bald in den Nieren, bald in der Leber etc.; aber seitdem man im Blut und den Muskeln Harnstoff nachgewiesen hat, werden erstere Organe nicht mehr als der Ort der Harnstoffbildung angesehen; die Nieren bilden

¹⁾ Journ. f. prakt. Chem. 1875, 120, 147.

²⁾ Ebendort 1880, N. F., 22, 476.

³⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1898, 25, 325.

⁴⁾ Archiv f. exper. Pathol. u. Pharm. 1896, 37, 426.

nur das Ausscheidungsorgan für den Harnstoff. Auch ist nicht anzunehmen, dass sich der Harnstoff im Blut bildet, vielmehr scheint es, dass er in den Geweben entsteht und direkt vom Blut aufgenommen wird.

Nur das Eine wissen wir als feststehende Thatsache, dass der Harnstoff neben geringen Mengen Harnsäure, Ammoniak und einigen Basen das Enderzeugniss der Zersetzung der Proteinstoffe im Thierkörper ist und sämtlich durch die Nieren im Harn ausgeschieden wird, dass uns somit der Harnstoff ein Maass für die Grösse des Proteïnumsatzes im Körper abgiebt.

Bei der Umsetzung der Proteinstoffe in den Geweben, wobei aller Stickstoff in Harnstoff übergegangen ist, und aus 100 Thln. Proteïn 33,45 Thle. Harnstoff entstehen, verbleibt aber noch ein stickstofffreier, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehender Rest, von dem man annimmt, dass er den Grundstoff zur Fettbildung abgeben kann. Dieses erhellt aus folgenden Zahlen:

	C	H	N	O
100 Gewichtstheile Proteïn enthalten . . .	53,53	7,06	15,61	23,80%
33,45 " daraus entstehender Harnstoff	6,69	2,23	15,61	8,92 "
Stickstofffreier Rest	46,84	4,83	—	14,88%

Nachdem also sämtlicher Stickstoff der Proteinstoffe in Form von Harnstoff abgetrennt ist, verbleiben von 100 Proteïn noch 46,84% Kohlenstoff, 4,83% Wasserstoff und 14,88% Sauerstoff, die anderen Zwecken dienen können. Wie dieser Rest als Grundstoff für die Fettbildung dienen kann, werden wir weiter unten sehen.

Für gewöhnlich wird derselbe durch den in den Geweben vorhandenen Sauerstoff oxydirt und in Kohlensäure und Wasser übergeführt nach der Gleichung:



Aehnlich wie dieser stickstofffreie Rest der Proteinstoffe werden auch die durch das Blut den Geweben zugeführten stickstofffreien Stoffe, wie Fett, Zucker, Fettsäuren oder sonstige aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden organischen Säuren durch den Sauerstoff zu Kohlensäure und Wasser oxydirt.

Die einzelnen stickstofffreien Körper gebrauchen jedoch, um zu Kohlensäure und Wasser oxydirt zu werden, eine verschiedene Menge Sauerstoff; so erfordern 100 Theile:

	C	H	O	O-Bedarf
Fett (mit)	76,1%	12,8%	10,1%	292 Thle.
Stickstofffreier Rest der Proteïnkörper (mit	46,8 "	4,8 "	14,9 "	149 "
Stärke (mit)	44,5 "	6,2 "	49,3 "	118 "
Zucker (mit)	40,0 "	6,7 "	53,3 "	107 "

Die Sauerstoff-Aufnahme und Kohlensäure-Ausscheidung richtet sich daher wesentlich mit nach der Art und Menge der eingenommenen Nährstoffe.

Wird den Organen oder Geweben durch das Blut mehr Stoff zugeführt, als sie zu verarbeiten im Stande sind, so verbleibt er in demselben, es findet ein Wachsthum, ein Ansatz in demselben statt. Dieses gilt aber nur für die Proteinstoffe und das Fett und das aus Proteïn bzw. den Kohlenhydraten gebildete Fett; die sonstigen durch das Blut den Geweben zugeführten stickstofffreien Stoffe unterliegen entweder einer vollständigen Zersetzung oder einer Umlagerung

in ihrer Konstitution. Für gewöhnlich verbrennen sie durchweg zu Kohlensäure und Wasser.

Ausscheidung der Stoffwechselerzeugnisse.

Die in Folge der Umsetzungen in den Geweben sich bildenden Stoffe sind dreierlei Art: 1. gasförmige (Kohlensäure, Ammoniak, Wasserdampf), 2. flüssige (Wasser) und 3. feste, wie Harnsäure, Harnstoff etc.

Zwischen diesen Enderzeugnissen des Stoffwechsels befinden sich noch Zwischen-erzeugnisse, welche nicht wie erstere für den Stoffwechsel unbrauchbar geworden sind, sondern noch wieder in denselben eintreten können. Da fortwährend neue Blutmassen den Organen zuströmen und Stoffe abliefern, so müssen beiderlei Stoffwechselerzeugnisse aus den Organen und Geweben entfernt werden.

Die Zwischen-erzeugnisse werden von den Lymphgefäßen aufgenommen, um, wie wir S. 254 gesehen haben, nach einigen Veränderungen in den Drüsen wieder in das Blut übergeführt zu werden.

Die entstandenen bedeutungslosen oder schädlichen Stoffwechselerzeugnisse werden durch das Venen-Adersystem, welches durch die feinen Blutkapillaren in den einzelnen Geweben nach den Gesetzen der Endosmose die Stoffwechselerzeugnisse gleichsam aufsaugt, aus dem Körper entfernt und zwar auf zwei Wegen: die gasförmigen durch die Lungen in der ausgeathmeten Luft, die festen durch die Nieren im Harn. Hierzu gesellt sich noch ein dritter Weg, nämlich die Verdunstung besonders von Wasser durch die Haut.

1. Ausscheidung der gasförmigen Stoffwechselerzeugnisse durch die Lungen. Das Athmen. Während das von der linken Herzkammer kommende Arterien-Blut den Organen zuströmt und ihnen neue Stoffe zuführt, nimmt das Venen-Blut, wie bereits bemerkt, die Umsetzungs-erzeugnisse wieder auf und führt sie aus den Geweben und Organen weg.

Das venöse Blut ist daher auch von anderer Beschaffenheit als das arterielle. Indem es die in den Geweben sich bildende Kohlensäure aufnimmt, enthält es, wie wir S. 262 gesehen haben, verhältnissmässig mehr Kohlensäure und weniger Sauerstoff als das arterielle Blut. Durch den geringeren Gehalt an Sauerstoff-Hämoglobin und durch grössere Antheile reducirten Hämoglobins erscheint das venöse Blut dunkelroth gefärbt.

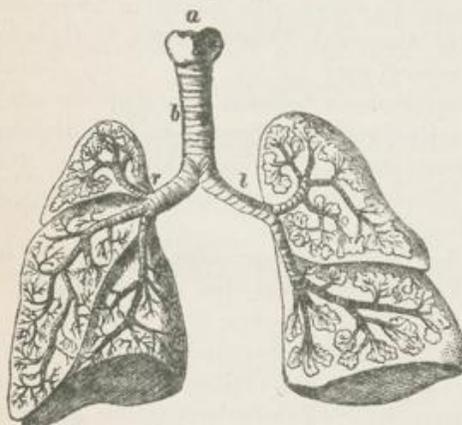
Das venöse Blut sammelt sich in zwei grossen Stämmen oder Adern, in der vorderen und hinteren Hohlvene (vergl. S. 256). Beide Stämme fliessen der rechten Herz-Vorkammer zu, gehen von dieser in die rechte Herzkammer und von da zu den Lungen.

In den Lungen erleidet das venöse Blut wesentliche Umänderungen.

Die Lungen (Fig. 14a) bestehen aus zwei elastischen Lappen, einem rechten und linken. In sie münden und vertheilen sich einerseits in zahlreichen Aesten die feinen Blutkapillaren der von der rechten Herzkammer kommenden Vene, andererseits die zahlreichen Aestchen der Luftröhre. Diese kleinsten Luftröhrchen haben unten ein Bläschen, Alveole, (Fig. 14b) von dünnster Schicht, durch welche Luft mit Leichtigkeit diffundiren kann. Die Blutkapillaren und feinen Luftröhrchen befinden sich in naher Berührung. Der Austausch ihrer Gase erfolgt nach den

Gesetzen der Spannungsausgleichung. Die Kohlensäure des venösen Blutes kommt mit einem grösseren Druck (etwa 41 mm) in den Lungen an, als die eingeathmete Luft (etwa 0,38 mm Druck) besitzt, sie tritt daher in die Luftröhren über. Die Sauerstoff-Spannung der Luft in den Alveolen beträgt dagegen etwa 159 mm, die des venösen Blutes nur 22 mm; in Folge dessen muss durch einfache Spannungsausgleichung Sauerstoff in das Blut übergehen.

Fig. 14a.



a. Kehlkopf, b. Luftröhre, r. und l. Bronchien, die Lungen mit den Lappen und Verzweigungen.

Fig. 14b.



Feinstes Aestchen der Bronchien mit 2 Lungenbläschen.

Dieser Vorgang wird durch das Athmen unterhalten.

Die Athmungsbewegungen geschehen unabhängig vom Willen selbstthätig („automatisch“) und sollen in der Weise zu Stande kommen, dass eine Stelle im Gehirn (im sog. verlängerten Mark), sowie sie mit Blut in Berührung kommt, das zu wenig Sauerstoff und zu viel Kohlensäure enthält, erregt wird, und dass die Erregung dieses Gehirnteiles durch Nervenfasern bis zu den Muskeln fortgepflanzt wird, welche durch ihre Zusammenziehung eine Erweiterung des Brustkastens hervorbringen.

Indem sich die Brusthöhle durch das Zwerchfell und die übrigen Muskeln erweitert, entsteht in den feinen Luftröhren der elastischen Lungen ein luftverdünnter Raum, der durch die einströmende atmosphärische Luft ausgefüllt wird. Auf diese Weise erfolgt die Einathmung (inspiratio). Indem aber die erweiterte Brusthöhle nach Erschlaffung der Muskeln wieder in ihre Gleichgewichtslage zurückkehrt, zurückfällt, werden die Lungen und Luftröhren zusammengepresst; die in ihnen befindliche Luft wird ausgepresst, es erfolgt Ausathmung (expiratio).

Durch diese fortwährend auf- und abgehende Bewegung der Brusthöhle und den beständigen Gasaustausch zwischen den Blutkapillaren und den feinen Aestchen der Luftröhre wird einerseits die verdorbene stark kohlensäurehaltige Luft aus dem Körper entfernt, andererseits das Blut wieder mit frischer sauerstoffreicher Luft gespeist.

Das mit Sauerstoff beladene Blut nimmt statt der dunkelrothen wiederum eine hellrothe Farbe an und strömt zur linken Vor- und Herzkammer, um seinen Kreislauf von neuem zu beginnen.

Die Ausathmungsluft besitzt beim ruhigen Athmen im Vergleich zu der Einathmungsluft im Durchschnitt folgende Zusammensetzung:

	Stickstoff	Sauerstoff	Kohlensäure
Einathmungsluft	79,02 Vol. %	20,95 Vol. %	0,03 Vol. %
Ausathmungsluft	79,59 „	16,03 „	4,38 „

Ausser diesen Gasen (Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure) enthält die Ausathmungsluft noch eine wesentliche Menge Wasserdampf. Beim ruhigen Athmen ist die Ausathmungsluft mit Wasser gesättigt, d. h. sie enthält so viel Wasserdampf, als Luft von der Temperatur der Ausathmungsluft (36° bis 37°) überhaupt aufzunehmen vermag, ohne dass Verdichtung desselben eintritt.

Im Ganzen macht der Mensch etwa 17000—18000 Athemzüge im Tage und athmet mit jedem Athemzuge etwa $\frac{1}{2}$ l Luft ein und aus. Damit werden für den mittleren menschlichen Organismus in den Lungen ein- bzw. aus denselben ausgeführt:

1. Aufnahme:	Sauerstoff	. . .	744 g oder 520 l
2. Ausscheidung:	Kohlensäure	. . .	900 " " 455 "
	Wasserdampf	. . .	330 " —

Neben den genannten Gasen kommen in der Ausathmungsluft ganz geringe Mengen Ammoniakgas oder flüchtige Stoffe der eingenommenen Nahrung, z. B. Alkohol vor. Alle derartigen Beimischungen der Ausathmungsluft sind entweder zufälliger Natur oder von untergeordneter Bedeutung.

Die Grösse des Gaswechsels in den Lungen ist für den Menschen und für ruhende Thiere im Vergleich zu einander wie folgt gefunden:

Lebewesen	Gaswechsel für 1 kg Körpergewicht und für 1 Stunde			
	Sauerstoff		Kohlensäure	
	g	l	g	l
Mensch:				
Höchstbetrag	0,601	0,420	0,717	0,364
Niedrigstbetrag	0,461	0,322	0,535	0,271
Thiere:				
Pferd	0,553	0,394	0,776	0,393
Rind	0,460	0,328	0,631	0,320
Kaninchen	0,987	0,690	1,244	0,632
Murmelthier (Winterschlaf)	0,048	0,034	0,037	0,019
Sperling	9,595	6,710	10,492	5,335
Eidechse	0,065	0,045	0,063	0,032
Fische	0,143	0,101	0,226	0,116
Insekten	0,929	0,649	0,978	0,497

Für gleiches Körpergewicht ist daher der Gaswechsel am grössten bei Vögeln und bei Warmblütern grösser als bei Kaltblütern. Kleinere Thiere haben einen lebhafteren Gasaustausch als grosse, so auch das Kind und ebenso die Frau einen grösseren als der Erwachsene bzw. der Mann. Die Kohlensäureabgabe von Mann und Frau verhält sich nach Sondén und Tigerstedt wie 100:140; ein ähnliches Verhältniss ergab sich für Erwachsene und Kinder. Auffallend gering ist der Gaswechsel bei den Kaltblütern, am geringsten bei Winterschläfern.

Den vorstehenden Gasaustausch nennt man die äussere Athmung; unter innerer Athmung versteht man den Gasaustausch zwischen Blut und Geweben; denn in letzteren wird die Oxydation der Stoffe vollzogen. Die Gase, Sauerstoff und Kohlensäure, sind im Blut nur locker gebunden; es macht sich daher zwischen den Gasen des Blutes derselbe Spannungsausgleich geltend wie in den Lungenalveolen;

die Spannung des Sauerstoffs des arteriellen Blutes ist viel grösser als die des Sauerstoffs in den Geweben; ja in letzteren häufig gleich Null, so dass sie mit Begierde dem Blut Sauerstoff entziehen. Umgekehrt ist die Spannung der Kohlensäure in den Geweben viel grösser als selbst im venösen Blut, weshalb Kohlensäureübergang aus den Geweben in das Blut stattfindet. Jedes Gas wandert stets nach dem Ort geringerer Spannung. Der Gasaustausch zwischen äusserer Luft und Geweben wird daher nach folgender Spannungsabstufung vollzogen:

Sauerstoffspannung: Aeusserer Luft > Alveolenluft > Blut > Gewebe
 Kohlensäurespannung: Aeusserer Luft < Alveolenluft < Blut < Gewebe.

Auch in der Haut verläuft ein Gaswechsel, jedoch ist derselbe bei Warmblütern nur verschwindend klein (die Kohlensäure-Ausscheidung durch die Haut beträgt nur etwa $\frac{1}{225}$ von der der Lungen); nur bei Fröschen ist die Hautathmung wegen der Kleinheit der Lungen und der Feuchtigkeit der Haut beträchtlicher. Ferner kann der Gasaustausch (Sauerstoff der verschluckten Luft gegen Kohlensäure) im Darm als eine Art Athmung aufgefasst werden.

Die Raummengung (das Volumen) der ausgeathmeten Luft ist durchweg geringer als die der eingeathmeten Luft. Dieses rührt daher, dass nicht aller Sauerstoff als Kohlensäure in der Ausathmungsluft wieder erscheint, da er nicht allein zur Oxydation des Kohlenstoffs, sondern auch zur Bildung von Wasser, Schwefelsäure und Phosphorsäure verwendet wird, die nicht gasförmig ausgeschieden werden. In der Regel ist also die Raummengung der ausgeathmeten Kohlensäure kleiner als die des eingeathmeten Sauerstoffs und in Folge dessen entspricht das Verhältniss $\frac{CO_2}{O_2}$, welches man den „respiratorischen (oder Athmungs-) Quotienten“ nennt, nicht der Grösse 1, sondern es muss < 1 sein.

Bei der Verbrennung von reinem Kohlenstoff liefert 1 Raumtheil Sauerstoff 1 Raumtheil Kohlensäure, deshalb nähert sich der Quotient bei vorwiegender Kohlenhydratzerersetzung im Körper der Grösse 1, bei vorwiegendem Proteinumsatz der Zahl 0,73, bei vorwiegender Fettzerersetzung der Zahl 0,7.

Bei Verabreichung von sehr grossen Kohlenhydratmengen ist der respiratorische Quotient grösser als 1 gefunden, was dadurch erklärt wird, dass hierbei unter Abspaltung von Kohlensäure und Wasser, ohne Aufnahme von Sauerstoff, Fett aus Kohlenhydraten gebildet wird.

Der Athmungs-Quotient giebt daher in gewisser Hinsicht beim ruhenden Körper ein Mittel zur Beurtheilung der Art der zersetzten Körperbestandtheile bezw. der Art des Ansatzes.

Arbeit verändert das Verhältniss gegenüber Ruhe mehr oder weniger wesentlich. Der arbeitende Muskel nimmt mehr Sauerstoff auf und giebt mehr Kohlensäure ab als der ruhende. Nach H. Wolpert¹⁾ steigt die Kohlensäure für je 1 mkg Arbeitsleistung durchschnittlich um $3\frac{1}{3}$ mg. Die Kohlensäure-Abgabe ist jedoch im allgemeinen in bedeutend höherem Maasse gesteigert als die Sauerstoff-Aufnahme; der Quotient wird daher durch Muskelarbeit erhöht und > 1; unter Umständen kann der Quotient sogar ∞ (unendlich) werden, d. h. es kann sich ohne jede Sauerstoff-Aufnahme Kohlensäure bilden. Kaltblütige Thiere können in völlig sauerstoffreicher

¹⁾ Archiv f. Hygiene 1896, 26, 32 u. 68

Luft leben und bilden dabei ebensoviel Kohlensäure als sonst. Den Grund für diese Thatsachen sucht man darin, dass die Kohlensäurebildung in den Geweben bzw. Muskeln von Spaltungsvorgängen, die auch ohne direkte Sauerstoffzehrung verlaufen, bedingt ist, während die Bildung dieser spaltbaren Stoffe vorher wesentlich vom Sauerstoff abhängt bzw. Sauerstoff verbraucht. Die mit Kohlensäurebildung verbundenen Spaltungsvorgänge haben die Arbeit zur Folge, die mit Sauerstoffzehrung verbundenen Vorgänge bedingen die Neubildung von Spaltungsstoffen. Wenn beide Vorgänge, Verbrauch und Neubildung, gleichen Schritt halten, kann der respiratorische Quotient während der Arbeit unverändert bleiben; wird aber durch starke oder anhaltende Arbeit die Zersetzung der bereits gespaltenen Stoffe stärker erhöht, als Neubildung vor sich gehen kann, so findet, wie meistens, ein Ansteigen des respiratorischen Quotienten statt. Dass nicht bloss durch unmittelbare Verbrennung, sondern auch durch solche Spaltungsvorgänge, bei welchen die Atomumlagerung zur Sättigung stärkerer Affinitäten führt, Wärme frei werden bzw. Arbeit geleistet werden kann, folgt schon aus dem Gesetz über die Erhaltung der Energie und findet eine bekannte Stütze in der Wärmeentwicklung bei der Gährung d. h. bei der Zerlegung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure ($C_6H_{12}O_6 = 2 C_2H_5O + 2 CO_2$).

Im allgemeinen also wird sich der Athmungs-Quotient bei vorwiegender Arbeit erhöhen, bei vorwiegender Ruhe vermindern; besonders im Schlaf ist er sehr klein. Die Kohlensäure-Abgabe im Schlaf verhält sich zu der bei Tage nach Sondén und Tigerstedt¹⁾ wie 100:145 und wird das Verhältniss durch Muskelarbeit noch weiter. Aus diesen Thatsachen erklärt sich vielleicht das Bedürfniss nach Ruhe bzw. nach Schlaf, bei welchem sich, wenn auch nicht, wie Fr. Mohr annimmt, Sauerstoff als solcher, sondern erste Spaltungsstoffe in den Geweben ansammeln, die später bei Thätigkeit Kohlensäure bzw. Arbeit liefern. An der Neubildung solcher Spaltungs- oder Arbeit-liefernder Stoffe sind nach N. Zuntz und seinen Mitarbeitern²⁾ nicht bloss Kohlenhydrate oder Fett, sondern alle Nährstoffe betheiligt und will M. Siegfried³⁾ z. B. besonders in der Phosphorfleischsäure einen Energiestoff des Muskels nachgewiesen haben, der auch ohne Sauerstoff Kohlensäure zu liefern im Stande ist.

Nach P. v. Terray's⁴⁾ Versuchen ist der Sauerstoffgehalt der Einathmungsluft innerhalb weiter Grenzen, nämlich zwischen 10,5–87,0 % ohne Einfluss auf den maschinenmässigen Vorgang der Athmung; unterhalb 10,5 % nimmt die Athemgrösse und die Zahl der Athemzüge zu, unterhalb 5,25 % Sauerstoff kann die vermehrte Thätigkeit der Lungen den Sauerstoffmangel nicht mehr ausgleichen, es wächst der respiratorische Quotient und unter 2,7 % treten Erstickungsfälle der Thiere auf. Eine Erhöhung des Sauerstoffgehaltes der eingeathmeten Luft bis auf 87 % hatte keine Veränderung des Stoffwechsels zur Folge. Bei Sauerstoffmangel traten erhöhte Mengen Milchsäure und Oxalsäure sowie auch Eiweiss im Harn auf.

2. Ausscheidung der festen Stoffwechselerzeugnisse durch den Harn. Die festen, in Wasser löslichen Stoffwechselerzeugnisse werden in

¹⁾ Nach Skandinavisches Archiv f. Physiologie 1895, 4, 1 in Naturwissensch. Rundschau 1895, 10, 665.

²⁾ Du Bois-Reymond's Archiv d. Anat. u. Physiol. 1896, 11, 358 u. 538; 1897, 12, 535.

³⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1895/96, 21, 360.

⁴⁾ Pflüger's Archiv d. ges. Physiologie 1896, 65, 393.

den Nieren aus dem Blut ausgeschieden. Hierbei zeigt die Absonderungs-Membran nur für gewisse Bestandtheile des Blutes ein Durchlassungsvermögen, anderen Bestandtheilen versperrt sie das Hervortreten auf die Ausscheidungsfläche.

Die diffundirten Stoffe werden durch die zahlreichen Harnkanälchen der Nieren in Wasser gelöst zu dem Sammelbehälter, den Nierenbecken, geführt und ergiessen sich von hier in die Harnblase.

Der Vorgang beruht vorwiegend auf einer einfachen Filtration, welche durch den in den am Ende der gewundenen Harnkanälchen sitzenden Kapseln herrschenden hohen Druck unterstützt wird. Jede Verminderung des Blutdruckes (wie bei Herzkrankheiten, Verengerung der Nierenarterien etc.) vermindert auch die Harnabsonderung und umgekehrt. Dass aber hierbei auch eine Zellenthätigkeit mitwirkt, geht schon daraus hervor, dass das Blut alkalisch, der Harn des Fleischfressers und Menschen dagegen durchweg sauer reagirt.

Die alte Streitfrage, ob die Bestandtheile des Harns, der fortgesetzt in der Nierensubstanz seine Entstehung nimmt, im Blut vorgebildet vorkommen oder erst in der Niere aus anderen Blutbestandtheilen gebildet werden, ist jetzt wohl dahin entschieden, dass abgesehen von Wasser und Salzen, die als solche aus dem Blut stammen müssen, auch Harnstoff und Harnsäure aus dem Blut herrühren. Denn das Blut enthält beständig Harnstoff und bei den Vögeln auch Harnsäure und beide werden nach Entfernung der Nieren im Blut vermehrt. Als Bildungsstätte des Harnstoffs und der Harnsäure wird die Leber vermuthet, weil sie Ammoniak in Harnstoff umzuwandeln vermag und weil Vögel nach Entfernung der Leber nur noch Ammoniak und Fleischmilchsäure ausscheiden und Harnstoff nicht mehr in Harnsäure umwandeln.

Dagegen scheinen Hippursäure und der Harnfarbstoff in den Nieren selbst gebildet zu werden. Wenn man von diesen beiden Bestandtheilen absieht, so haben die Nieren nur eine abscheidende Wirksamkeit.

Das spec. Gewicht des menschlichen Harns schwankt zwischen 1,005—1,030 und liegt durchweg zwischen 1,017—1,020; die Schwankungen sind durch den verschiedenen Wassergehalt des Harns bedingt, der wiederum vom Wassergehalt des Blutes abhängt; viel Wassergenuss steigert letzteren und vermindert das spec. Gewicht, reichliches Schwitzen bewirkt das Gegentheil.

Durch den verschiedenen Wassergehalt ist auch die Farbe des Harns bedingt; letztere ist durchweg hellgelb; reichlicher Wassergenuss bedingt einen helleren Harn, während gehaltreicher (besonders Morgen-) Harn dunkelgelb gefärbt ist.

Ebenso hängt die Menge des Harns wesentlich vom Wassergenuss ab. Derselbe schwankt beim Menschen zwischen 1000—2000 ccm im Tage.

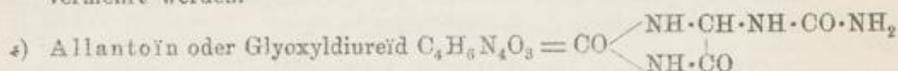
Die Reaktion des Menschenharns ist bei gemischter Kost durchweg sauer, wie ebenso die des Fleischfresserharns, während die Pflanzenfresser in der Regel einen neutral oder alkalisch reagirenden Harn absondern. Die saure Reaktion rührt von verschiedenen Säuren (Schwefelsäure, Phosphorsäure, Harnsäure, Oxalsäure, aromatische Oxy Säuren) oder von sauren Salzen her.

Beim Stehen des Harns tritt alsbald, besonders bei höheren Temperaturen, durch den *Micrococcus ureae* Fäulniss oder „alkalische Gährung“ ein, wobei der Harnstoff in kohlen saures Ammon umgesetzt wird; in Folge dessen wird die Reaktion mehr und mehr alkalisch und der Harn durch Ausscheidung von harnsaurem Ammon

oder phosphorsaurem Ammon-Magnesium trübe. Die beim Erkalten des Harns sich bildenden Wölkchen bestehen aus Harnmukoïd, einzelnen Epithelzellen, Schleimkörperchen und Uratkörnern.

a) Zu den regelrechten (physiologischen) Bestandtheilen gehören:

- α) der Harnstoff $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ als vorwiegendstes Enderzeugniss der umgesetzten Proteinstoffe (vergl. S. 66); die Menge desselben hängt fast einzig von der Menge der Proteinstoffe in der Nahrung ab und beträgt beim Menschen durchweg 35—50 g im Tage.
- β) Harnsäure $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$ (vergl. S. 65), meistens in Form neutraler Alkalisalze. Das Verhältniss der Harnsäure zum Harnstoff schwankt bei Erwachsenen zwischen 1:50 bis 1:70, bei Kindern von 1:7 bis 1:17; die Menge derselben im Harn des erwachsenen Menschen ist im Mittel täglich 0,7 g und wird durch proteinreiche Nahrung erhöht. Sie findet sich in reichlicher Menge in den Gichtknoten, ferner in erhöhter Menge im Blut bei Pneumonie, Nephritis und Leukämie. Bei den Vögeln, Reptilien, Insekten etc. bildet sie fast das einzige Enderzeugniss der Proteinumsetzung.
- γ) Kreatinin $\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_3\text{O}$ (vergl. S. 68). Die Menge desselben im menschlichen Harn wird zu 0,6—2,1 g, im Mittel etwa zu 1,0 g für 24 Stunden angegeben.
- δ) Xanthinstoffe oder Alloxurbasen (vergl. S. 60); ihre Menge ist äusserst gering, sie soll 15,5—45,0 mg im Tage betragen und nach Verzehrung von Kernnukleinen, ferner beim reichlichen Zerfall von Leukocyten vermehrt werden.



im Harn von Kindern, in sehr geringer Menge auch im Harn Erwachsener; entsteht wahrscheinlich, wie ausserhalb des Organismus, durch Oxydation von Harnsäure.

- ζ) Hippursäure (Benzoylamidoessigsäure $= \text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CO} \cdot \text{NH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$) kann im Körper entweder aus Benzoesäure, Bittermandelöl, Zimmtsäure, Chinasäure oder aus Phenylpropionsäure, welche letztere sich bei der Fäulniss im Darm bildet (S. 201), ihre Entstehung nehmen. Nach Götze und Pfeiffer sollen die Pentosen in naher Beziehung zur Hippursäurebildung stehen.

Die Hippursäure ist im Harn der Pflanzenfresser der hauptsächlichste Bestandtheil der stickstoffhaltigen Umsetzungserzeugnisse des Stoffwechsels. Im Harn der Fleisch- und Allesfresser ist sie nur in geringer Menge vorhanden; so beträgt die im Harn des Menschen im Tage ausgeschiedene Menge Hippursäure nur 0,3—3,8 g.

- η) Aetherschwefelsäuren. Dieselben bilden sich vorwiegend nach Einnahme von Stoffen der aromatischen Reihe oder bei reichlicher Darmfäulniss; einseitiger Genuss von Milch und Kohlenhydraten setzt daher ihre Menge im Darm herunter; dieselben schwanken im Menschenharn zwischen 0,094—0,620 g im Tage; das Verhältniss zwischen der gewöhnlichen und den gepaarten (Aether-) Schwefelsäuren ist im allgemeinen wie 10:1.

Zu dieser Gruppe gehören:

1. Phenol- und p-Kresolschwefelsäure $C_6H_5 \cdot O \cdot SO_3H$ bezw. $C_7H_7 \cdot O \cdot SO_3H$, die als Alkalisalze im Harn vorkommen; letztere in grösserer Menge als erstere, im ganzen etwa 17—51 mg im Tagesharn des Menschen.
2. Indoxylschwefelsäure (Harnindikan oder Uroxanthin) = $C_8H_6N \cdot O \cdot SO_3H$ (vergl. S. 80), als Kaliumsalz, im Tagesharn des Menschen zu etwa 5—20 mg.
3. Skatoxyischwefelsäure $C_9H_8N \cdot O \cdot SO_3H$ ebenfalls als Kaliumsalz im Harn.
- 9) Aromatische Oxysäuren wie die Paraoxyphenyllessigsäure $C_6H_4(OH) \cdot CH_2 \cdot COOH$ und die Paraoxyphenylpropionsäure $C_6H_4(OH) \cdot C_2H_4 \cdot COOH$, welche sich ebenfalls bei der Darmfäulnis bilden und unverändert, aber in sehr geringer Menge in den Harn übergehen.
- i) Harnfarbstoffe wie das Urochrom, welches die gelbe Farbe des Harns bedingt, das Urobilin, welches fluorescirt, und sonstige in ihrer Konstitution noch wenig bekannte Farbstoffe. Sie bilden sich aus dem Blutfarbstoff oder rühren zum Theil von Gallenfarbstoffen her.
- x) Enzyme. Als Enzyme im Harn werden Diastase, Pepsin, Trypsin und Chymosin angegeben.
- λ) Organische Säuren der aliphatischen Reihe. Die Oxalsäure ($C_2H_2O_2$) kommt bis zu 20 mg als oxalsaures Calcium im Tagesharn des Menschen vor; nach Verabreichung von Harnsäure tritt viel Oxalsäure im Harn auf; jedoch kann sie auch als Oxydationserzeugnis von Abkömmlingen der Fettsäuren-Reihe entstehen.

Die Oxalursäure $C_5H_4N_2O_4 = CO \begin{matrix} \text{NH} \\ \text{COOH} \cdot \text{NH}_2 \end{matrix} CO$, welche spurenweise im Harn vorkommt, bildet sich unter Wasseraufnahme aus der Parabansäure (Oxalylharnstoff) $CO \begin{matrix} \text{NHCO} \\ \text{NHCO} \end{matrix}$. Letztere bildet sich bei der Oxydation der Harnsäure; die Oxalursäure zerfällt unter Wasseraufnahme leicht in Harnstoff und Oxalsäure.

Milchsäure ($C_3H_6O_3$) ist ein steter Bestandtheil des Harns; im diabetischen Harn tritt sie als Gährungsmilchsäure, bei Phosphorvergiftung und Trichinose als Fleischmilchsäure im Harn auf.

Nach reichlicher Fleisch- und Fettkost, besonders nach Spargelgenuss, tritt auch Bernsteinsäure ($C_4H_6O_4$) auf.

- μ) Kohlenhydrate. In jedem Harn kommen regelmässig Spuren von Glukose vor, nämlich 0,005—0,01 %. Auch enthält der Harn stets thierisches Gummi; die von Thudichum als Harnbestandtheil angegebene Krytophansäure besteht nach Landwehr ebenfalls vorwiegend aus thierischem Gummi.

Ausser Glukose (Harnsäure und Kreatinin, welche ebenfalls Fehling'sche Lösung reduciren), kommen noch sonstige reducirende Stoffe im Harn vor, unter welchen man besonders die Glukuronsäure $CHO(CHOH)_4COOH$ als Zwischen-Stoffwechselerzeugnis erkannt hat. Die Gesamtmenge der reducirenden Stoffe im Harn wird zu 0,15—0,59 %, auf Glukose umgerechnet, angegeben.

- *) Die anorganischen Bestandtheile des Harns, welche im Ganzen für den Tag im Menschenharn etwa 20—30 g ausmachen, bestehen vorwiegend aus Kochsalz (15—20 g); die Phosphorsäure (etwa 2 g im Tage) kommt in Form von sauerem Monokalium- und Mononatrium-Phosphat neben geringen Mengen saurerer Erdphosphate vor. Die Schwefelsäure (etwa 2,5—3,5 g im Tage) ist theils an Alkalimetalle gebunden, theils an Indol, Skatol, Phenol, Kresol in Form von aromatischen Aetherschwefelsäuren (vergl. unter γ S. 273). Die Menge der Schwefelsäure steigt und fällt, wie bereits gesagt, mit der Menge der genannten aromatischen Fäulniserzeugnisse des Proteins.

Zuweilen tritt im Harn freies Ammoniak (0,72 g im Tage) auf; die Ammoniakausscheidung ist im Harn bei thierischer Kost grösser als bei pflanzlicher Kost.

b) Pathologische Harnbestandtheile. Bei krankhaften Zuständen treten noch besonders in grösseren oder geringeren Mengen auf:

- a) Proteinstoffe (Serumalbumin und Serumglobulin). Zwar kommt Protein in geringen Mengen (22—78 mg in 1 l nach K. Mörner) in jedem regelrechten Harn vor; in grösseren Mengen aber findet es sich nur bei besonderen Herz- oder Nierenkrankheiten etc. bei Albuminurie (über den Nachweis vergl. S. 24). Mitunter treten auch Albumosen und Pepton im Harn auf.
- β) Blut und Blutfarbstoff (Hämoglobinurie) können bei Blutungen der Nieren, Ureteren oder der Blase in den Harn übergehen.
- γ) Gallensäuren und Gallenfarbstoffe (Cholurie) können im Harn erscheinen bei Ikterus, wenn die Ausflüsse der Galle in den Darm behindert sind oder sich zu reichlich Galle bildet.
- δ) Zucker (Glukosurie) tritt in grösserer Menge im Harn vorübergehend bei verschiedenen Krankheiten auf z. B. bei Verletzung des Gehirns und des verlängerten Markes, bei Umlaufsstörungen im Unterleib, Herz-, Lungen- und Lebererkrankungen, bei Cholera etc.; anhaltend bei Zuckerharnruhr (Diabetes mellitus); der Gehalt an Zucker im Harn kann in letzterem Falle 10 % erreichen und sind Fälle beobachtet, in denen im Tage gegen 1 kg Glukose im Harn ausgeschieden wurde. Bei Wöchnerinnen oder nach starkem Genuss von Milchwasser hat man im Harn auch Milchwasserzucker gefunden. Bei Diabetes mellitus kommen neben Glukose im Harn auch Pentosen, in schweren Diabetes- und sonstigen Krankheitsfällen ferner Aceton $\text{CO}(\text{CH}_3)_2$, Acetessigsäure $\text{C}_2\text{H}_4\text{O} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$ und β -Oxybuttersäure $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$ vor.

Ueber den Nachweis des Zuckers vergl. Bd. III.

Die procentige Zusammensetzung und die tägliche absolute Menge der hauptsächlichsten Bestandtheile lassen sich beim menschlichen Harn für einen gesunden Erwachsenen von mittlerem Körpergewicht durch folgende Zahlen ausdrücken:

	Proc. Gehalt	Menge der Bestandtheile im Tage
Wasser	95,0 %	1500 — 1800 g
Feste Bestandtheile	5,0 "	65 — 70 "
In letzteren:		
Harnstoff	2,80 "	35 — 50 "
Harnsäure	0,04 "	0,5 — 0,75 "
(Mit Stickstoff	1,4 "	17 — 24 "
Mineralstoffe	1,7 "	20 — 30 "
Darin: Chlornatrium	1,1 "	15 — 20 "
Schwefelsäure	0,1 "	1,5 — 2,0 "
Phosphorsäure	0,2 "	2 — 2,5 "
		18*

Hierbei ist zu bemerken, dass die Phosphorsäure durchweg in einem gleichbleibenden Verhältniss zum Stickstoff bezw. zum Harnstoff aufzutreten pflegt, dass sie mit diesem steigt und fällt.

3. Gaswechsel und Verdunstung durch die Haut (Perspiration). Der Gaswechsel in der Haut ist, wie vorstehend S. 270 bereits gesagt ist, verhältnissmässig nur gering. Die durch die Haut abgegebene Menge Kohlensäure wird durchschnittlich auf 2—3 g im Tage, nach anderen Angaben allerdings bis 32,8 g angegeben. Dagegen ist die Wasserverdunstung durch die Haut beträchtlich, nämlich fast doppelt so gross, als die in der Ausathmungsluft befindliche Menge, nämlich unter regelrechten Verhältnissen 600—700 g für den Tag.

Die Verdunstung von der Körperoberfläche (für den mittleren menschlichen Organismus $1\frac{1}{2}$ qm) wird durch die Schweissdrüsen vermittelt; aus diesen tritt das Wasser aus und verbreitet sich in einer äusserst dünnen Schicht über die benachbarte Hautoberfläche, von der es verdunstet, oder auf welcher es, wenn es nicht schnell genug verdunsten kann, sich in flüssiger Form als Schweiss niederschlägt.

Die Wasserverdunstung durch die Haut folgt zunächst den Gesetzen, welchen die Verdunstung von Wasser in freien Gefässen unterworfen ist. Je trockener die umgebende Luft und je stärker die Bewegung, mit welcher sie an der Körperoberfläche vorüberfliegt, desto grösser ist die Wasserverdunstung von der Haut.

In einer feuchten, warmen Luft kann nur wenig Wasser verdunsten; deshalb tritt unter solchen Verhältnissen starke Schweissbildung auf; bei anstrengender Muskelthätigkeit wird in der Haut ebenfalls mehr Wasser abgesondert, als die Luft aufnehmen kann; deshalb sehen wir Menschen bei starker körperlicher Arbeit stark schwitzen. Wird ferner durch eine zu übermässige Bedeckung der Haut durch Kleidung die Wasserverdunstung gehindert, so findet ebenfalls Schweissabsonderung statt.

Die Wärme der umgebenden Luft macht sich nach M. Rubner¹⁾ in der Weise geltend, dass mit zunehmender Lufttemperatur unter Abnahme der Wärmestrahlung und -leitung von der Haut (und unter sinkender Kohlensäure-Ausscheidung) die Wasserdampfabgabe von der Haut steigt, dagegen bei abnehmender Temperatur unter Zunahme des Wärmeverlustes durch Strahlung und Leitung eine Verminderung der Wasserverdunstung statthat.

Der Niedrigstwerth der Wasserdampfausscheidung liegt jedoch nicht bei der niedrigsten Temperatur, sondern bei gleichbleibender relativer Feuchtigkeit der Luft zwischen 11—20°, anscheinend bei 15°; lässt man von diesem Punkte aus die Temperatur bis auf 0° sinken, so vermehrt sich die Wasserdampfabgabe um 41%, und steigert sich die Temperatur bis 35°, so nimmt die Wasserdampfabgabe um 79% zu.

Dass auch bei niederen Temperaturen unter 15° die Wasserdampfabgabe von der Haut gegenüber der Temperatur von 15° gesteigert ist, hat in der lebhafteren Athmung bei niederen Temperaturen seinen Grund; je grösser die Raummenge der eingeathmeten Luft ist, um so mehr Wasser wird von der Haut verdunstet und umgekehrt.

Die Wasserverdunstung von der Haut stellt sich daher bei gleichbleibender rela-

¹⁾ Archiv f. Hygiene 1890, 11, 137 u. 245; 1897, 29, 1.

tiver Feuchtigkeit der Luft als eine Funktion der Lufttemperatur heraus, die bei niederen Temperaturen von der Athmungsgrösse, bei höheren Temperaturen von der behinderten Wärmeausstrahlung und -leitung abhängig ist, d. h. wenn bei höheren Temperaturen die Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung behindert ist, so tritt, damit auch dann der Körper die erzeugte Wärme abgeben kann, eine erhöhte Wasserverdunstung ein. So wird die Wasserverdunstung von der Haut zum Regeler für die abzugebende Körperwärme.

Ausser aus den Versuchen von M. Rubner geht dieses auch aus Versuchen von K. E. Ranke¹⁾ über die Wasseraufnahme und Wasserverdunstung im Sommer und Winter hervor; er fand für den Tag:

Jahreszeit	Wasseraufnahme		Wasserabgabe in Gramm durch		Wärmeabgabe in Proc. durch		Wärmeverlust durch	
	Wasser		Verdunstung von Haut und Lunge g	Harn und Koth g	Verdunstung von Haut und Lunge %	Harn und Koth %	Wasserverdunstung Kal.	Strahlung und Leitung Kal.
	als solches g	gebildetes g						
Winter . . .	3064,5	427,7	1678,6	1813,6	48,1	51,9	952,9	2277,7
Sommer . . .	3589,6	438,0	2512,5	1515,1	62,4	37,1	1457,3	1843,7

Die Gesamtwärmeerzeugung im Winter wie Sommer war nahezu gleich, nämlich 3230,6 Kal. im Winter und 3301,0 Kal. im Sommer; der Wärmeverlust durch Leitung und Strahlung ist im Sommer um 434 Kal. = 19% gesunken, dagegen der durch Wasserverdunstung um 35% gestiegen.

Der Einfluss der Arbeit auf die Wasserverdunstung von der Haut macht sich nach H. Wolpert²⁾ in der Weise geltend, dass in feuchter Luft bei niederen Temperaturen (10—15°) und in trockner Luft bis etwa 20° hinauf der Zuwachs der Wasserdampfabgabe bei einer Arbeitsfähigkeit von 5000 mkg/St. meist nur geringfügig ist und auch bei niederen Temperaturen durch eine Steigerung der Arbeit auf das 2-, 3- und 4-fache nur unwesentlich in die Höhe geht, dagegen bei Temperaturen zwischen 20—30° sowohl mit der Wärmezunahme als der Grösse der Arbeit in feuchter wie trockner Luft gegenüber der Ruhe sehr wesentlich ansteigt.

Schattenfroh, Broden und Wolpert haben weiter nachgewiesen, dass ein Fettleibiger die Wasserdampfabgabe unter Umständen anders regelt, als ein magerer Mensch, indem er ruhend und nackt in hoch warmer Luft bei hoher Luftfeuchtigkeit mehr Wasserdampf abgibt, als bei trockner Luft. Aus dem Grunde eignen sich Fettleibige nicht für die Tropen. Die grösste Wasserdampfabgabe betrug:

während der Ruhe	während der Arbeit
441 g in 1 Stunde = 2646 g im Tage	535 g in 1 Stunde = 3210 g im Tage.

Das sind selbst für einen 100 kg schweren Menschen mit 7—8 l Blut sehr grosse Verluste.

Als Regeler für die Wasser- und Wärmeabgabe von der Haut benutzen wir die Kleidung. Dadurch, dass wir mit der Körperwärme die Kleiderfasern und durch letztere die in der Kleidung eingeschlossene Luft erwärmen, unterhalten wir eine warme Luftschicht um die Körperoberfläche herum; dadurch wird, da Luft bei hoher Temperatur mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann, als bei niederer Temperatur, die Kleiderluft

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1900, 40, 288.

²⁾ Archiv f. Hygiene 1899, 36, 213. 1900, 38, 93; 1901, 39, 298.

ärmer an relativer Feuchtigkeit oder relativ trockener, in Folge dessen das von der Haut verdunstete Wasser besser entweichen kann. Nach M. Rubner fühlen wir uns bei Ruhe und mittlerer Luftfeuchtigkeit am wohlsten, wenn die wärmeausstrahlende Oberfläche der Kleidung um 5—6° höher temperirt ist, als die umgebende Luft. Aus dem Grunde wählen wir bei kühler, trockener und windiger Witterung eine dichtere Kleiderumhüllung, als bei warmer oder feuchter Luft oder bei Arbeit. Auch ist aus dem Grunde, um dem Wasserdampf wie ebenso der Kohlensäure einen leichteren Durchtritt zu verschaffen, lockere Kleidung zweckmässiger als dichte.

Haare (Pelz) leiten nach M. Rubner¹⁾ die Wärme schlechter als Seidenfäden und diese wieder schlechter als Pflanzenfaser. Wolle nimmt langsamer und mehr Wasser auf als Leinen und Baumwolle, lässt es aber auch wieder langsamer verdunsten als diese. Bei Wolle verdrängt das Wasser nicht vollständig die eingeschlossene Luft, sondern gestattet der Luft auch im durchnässten Zustande noch Durchtritt, dabei legt sich die Faser nicht fest an die Haut an, wie durchnässtes Leinen oder Baumwollgewebe.

Alle diese Verhältnisse sind für die Wahl der Kleidung massgebend und kleidet sich nach M. Rubner der Mensch im allgemeinen so, dass der Wärmeverlust etwa dem Verlust entspricht, den er im nackten Zustande bei etwa 33° erleiden würde.

Was die Zusammensetzung des Schweißes anbelangt, so ist dieselbe etwa folgende:

Wasser	Feste Stoffe	Unorgan. Stoffe	Harnstoff	Fette
97,75—99,56 %	0,44—2,25 %	0,15—0,67 %	0,004—0,12 %	0,001—0,17 %

Ausser Harnstoff sind Spuren von Eiweiss und Ammoniak (0,007—0,014 %) gefunden. N. Zuntz und Schumburg fanden im Schweiß marschirender Soldaten 252 mg Stickstoff für 1 l; nach W. Cramer²⁾ betrug die Menge des durch die Haut ausgeschiedenen Stickstoffs (0,09—0,19 g Stickstoff in 100 ccm Schweiß) bei hoher Temperatur und kräftiger Arbeitsleistung sogar 12 % vom Gesamtstoffwechsel-Stickstoff.

Bei Urämie und Anurie, in Krankheitsfällen wie Cholera kann Harnstoff durch die Schweißdrüsen in solcher Menge abgesondert werden, dass Krystalle davon auf der Haut sich absetzen.

Ausser Neutralfetten kommen im Schweiß Cholesterin und flüchtige Fettsäuren, ferner aromatische Oxyssäuren und Aetherschwefelsäuren (von Phenol und Skatol) vor. Die Mineralstoffe (nach W. Cramer 0,46—1,04 g in 100 ccm Schweiß) bestehen vorwiegend aus Natrium- und Kaliumchlorid, Alkalisulfat und -phosphat.

Die festen Bestandtheile der Hautabsonderung lagern sich zum grossen Theil auf der Haut ab, weshalb wir durch zeitweises Waschen bzw. Baden des ganzen Körpers die Hautthätigkeit wieder zweckmässig zu unterstützen suchen.

Grösse des Stoffwechsels.

Nach vorstehenden Auseinandersetzungen sind wir in der Lage, einen annähernden Ausdruck für die Grösse des täglichen Stoffumsatzes beim Menschen zu gewinnen. Freilich sind diese Zahlen nur annähernd; sie schwanken je nach Geschlecht,

¹⁾ Archiv f. Hygiene 1895, 25, 1, 29, 70, 252, 286 u. 294.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1901, 41, 271.

Berufsart, Individualität und auch bei demselben Individuum von Tag zu Tag in mehr oder minder weiten Grenzen. Immerhin aber sind dieselben lehrreich und von Nutzen.

Ich folge hierin den Angaben von K. Vierordt¹⁾, der die täglichen Ausgaben des erwachsenen menschlichen Körpers bei mässig bewegter Lebensweise wie folgt angiebt:

Ausscheidung durch:	Wasser	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff	Salze
	g	g	g	g	g	g
Athem	330	248,8	—	—	651,2	—
Haut	666	2,6	—	—	7,2	—
Urin	1700	9,8	3,3	15,8	11,1	26
Koth	128	20,0	3,0	3,0	12,0	6
Gebildetes Wasser durch Oxy- dation des Wasserstoffs der Nahrungsmittel	—	—	32,9	—	263,4	—
Im Ganzen	2818	281,2	38,2	18,8	944,8	32

Hiernach vertheilen sich die täglichen Gesamt-Ausgaben ungefähr folgendermassen:

Athmung	Hautausdunstung	Harn	Koth
32 %	17 %	46,5 %	4,5 %

Die vorstehende Stoffmenge muss nun dem Körper wieder zugeführt werden, wenn er auf seinem Bestande verbleiben soll. Dieses geschieht nach K. Vierordt durch eine Nahrung, welche 120 g Proteinstoffe, 90 g Fett und 330 g Kohlenhydrate (von der Konstitution der Stärke) enthält. Zu dieser Nahrung, in der sich das Nährstoffverhältniss der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Stoffen wie 1:4 stellt, muss noch eine bestimmte Wassermenge (2818 g) kommen; wir haben alsdann in derselben:

Einnahme:	Wasser	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff	Salze
	g	g	g	g	g	g
Wasser in der Nahrung	2818	—	—	—	—	—
Sauerstoff in der Athemluft	—	—	—	—	744,11	—
Proteinstoffe 120 g	—	64,18	8,60	18,88	28,34	—
Fett 90 g	—	70,50	10,26	—	9,54	—
Kohlenhydrate 330 g	—	146,82	20,33	—	162,85	—
Salze in der Nahrung	—	—	—	—	—	32
Im Ganzen	2818	281,20	39,19	18,88	944,84	32

Die Menge der täglichen Ersatzstoffe (Wasser, Protein, Fett, Kohlenhydrate und Salze) beträgt daher für den Tag annähernd 3—4 kg oder etwa $\frac{1}{20}$ des Körpergewichtes.

Das Wasser, rund (3 l im Tage) nehmen wir bald in flüssigen, d. h. mit Wasser zubereiteten Speisen (Suppen, Milch, Kaffee etc.), bald in alkoholischen Getränken (Bier und Wein), bald als reines Trinkwasser zu uns.

Der Bedarf an Proteinstoffen wird zum Theil durch thierische Nahrungsmittel (Fleisch, Milch, Käse etc.), zum Theil durch pflanzliche Nahrungsmittel (Brot, Gemüse, Kartoffeln etc.) gedeckt.

¹⁾ K. Vierordt: Grundriss der Physiologie des Menschen. 1877, 3. Aufl., S. 288—289.

Das Fett wird meistens als solches in Butter, Schmalz, Speck oder mit Fett zubereiteten Speisen zugeführt.

Für die Zuführung der nöthigen Kohlenhydrate (Stärke, Zucker) dient durchweg das Brot, vorwiegend aber auch bei der geringeren Volksklasse die Kartoffeln.

Mit Ausnahme des Kochsalzes, welches mehr als unentbehrliches Gewürzmittel dient, sind die anderen erforderlichen Salze durchweg in hinreichender Menge in den Nahrungsmitteln selbst enthalten.

Die Mischung der einzelnen Nahrungsmittel kann je nach ihrem Gehalt an Nährstoffen selbstverständlich in der verschiedensten Weise abgeändert werden, um vorstehendem Bedürfniss an Ersatzmitteln zu genügen (vergl. weiter unten).

Entstehung und Erhaltung der thierischen Wärme.

Die regelrechte Körpertemperatur des Menschen beträgt im Mastdarm 37° , im Blut $38-39^{\circ}$. Es ist demnach der menschliche Körper im gemässigten Klima stets erheblich viel wärmer als die ihn umgebende Luft und giebt in Folge dessen stets mehr oder weniger Wärme durch Strahlung an die kältere Luft ab. Auch wird von bzw. aus dem Körper sowohl durch die Haut wie den Athem, wie wir gesehen haben, eine grosse Menge Wasser verdunstet, zu welcher Leistung ebenfalls Wärme erforderlich ist.

Ferner bedürfen sowohl die niedriger temperirte Nahrung wie die eingeathmete Luft einer Erwärmung, um auf die Körpertemperatur gebracht zu werden.

Die auf diese Weise täglich vom Körper abgegebene, bzw. für denselben erforderliche Wärmemenge ist durch Versuche annähernd auf 2500000 Kalorien festgestellt worden.

Unter „Kalorie“ (oder Wärmeeinheit) verstehen wir diejenige Menge Wärme, welche nothwendig ist, um 1 g Wasser um 1° zu erhöhen¹⁾. Die täglich vom menschlichen Körper durch Strahlung, Wasserverdunstung etc. abgegebene bzw. erforderliche Wärmemenge ist demnach so gross, dass wir $2\frac{1}{2}$ Mill. g Wasser oder 2500 kg um 1° erwärmen könnten.

1. Die durchschnittliche Wärmeabgabe vom Körper.

Diese Wärmemenge vertheilt sich nach K. Vierordt (l. c. S. 282) auf die genannten Wege wie folgt:

a) Erwärmung der Athemluft.

Der erwachsene Mensch athmet im Tag etwa 10000 l oder rund 13000 g Luft ein bzw. aus. Die Temperatur der eingeathmeten Luft beträgt durchschnittlich etwa 12° , während die der ausgeathmeten Luft etwa 37° hat. Es muss daher die eingeathmete Luft um etwa 25° erwärmt werden. Da Luft eine Wärmekapazität von 0,26 (Wasser = 1) besitzt, so beträgt dieser Wärmehaufwand bzw. Verlust:

$$13000 \times 25 \times 0,26 = 84500 \text{ Kalorien.}$$

b) Erwärmung der Nahrung oder Wärmeabgabe in Urin und Koth.

Urin und Koth verlassen den Körper durchweg mit einer Temperatur von 37° .

¹⁾ Die Menge Wärme, welche erforderlich ist 1 kg Wasser um 1° zu erwärmen, nennt man grosse Kalorie und deutet dieses durch grosses „K“ an.

Da wir die Nahrung nur mit einer durchschnittlichen Temperatur von etwa 12° zu uns nehmen, so beträgt die in diesen Ausscheidungen (etwa 2000 g für den Tag) abgegebene Wärmemenge:

$$2000 \times 25 = 50000 \text{ kalorien.}$$

c) *Wasserverdunstung von der Haut.*

Wenn Wasser aus dem flüssigen Zustand in den gasförmigen übergeführt werden soll, ist Wärme nothwendig; wir sagen daher auch wohl, beim Verdampfen des Wassers wird Wärme gebunden oder entsteht Kälte. Auch bei der Verdunstung des Wassers durch die Haut muss Wärme aufgewendet werden. Um 1 g flüssiges Wasser in Wasserdampf umzuwandeln, sind 582 kalorien erforderlich.

Da von der ganzen Körperoberfläche im Tag etwa 660 g Wasser verdunstet werden, so giebt demnach der Körper für diese Leistung her:

$$582 \times 660 = 384060 \text{ kalorien.}$$

d) *Wasserverdunstung durch die Lungen.*

Durch die Lungen werden durchschnittlich im Tag in der Athemluft 330 g Wasser gasförmig ausgeschieden; hierzu sind erforderlich:

$$582 \times 330 = 192060 \text{ kalorien.}$$

e) *Wärmestrahlung der Haut.*

Wie bereits bemerkt, ist die Gesamt-Wärmeabgabe des menschlichen Körpers auf 2500000 Wärmeeinheiten für den Tag festgestellt worden. Ziehen wir die Summe der unter 1—4 gewonnenen Wärmemengen, nämlich 710680 von dieser Grösse ab, so erhalten wir als Rest die Wärme, welche der Körper durch Strahlung und Leitung an die Luft abgiebt. Sie beträgt 1789320 kalorien und bedingt somit den grössten Wärme-Verlust.

Procentig vertheilt sich hiernach die Wärme-Abgabe wie folgt:

	%		%	
Haut	87,0	{ Strahlung	71,5	} 23,2
		{ Wasserverdunstung	15,5	
Athem	11,1	{ Wasserverdunstung	7,7	
		{ Erwärmung der Athemluft	3,4	
Wärmeabgabe in Koth und Urin			2,0	

2. Erhaltung der thierischen Wärme durch die Nahrung.

Die Bestandtheile der Nahrung dienen einerseits zum Aufbau des Körpers, andererseits unterliegen sie der Oxydation oder Verbrennung und erzeugen dadurch in derselben Weise wie beim Verbrennen ausserhalb des Körpers Wärme.

Die in beiden Fällen aus einem Gewichtstheil Kohlenstoff oder Wasserstoff entwickelte Wärmemenge ist vollständig gleich. 1 g Kohlenstoff liefert bei seiner Oxydation zu Kohlensäure 8080 Wärmeeinheiten oder kalorien, 1 g Wasserstoff bei seiner Oxydation zu Wasser 34460 kalorien. Diese Wärmemenge entsteht nun stets und unter allen Umständen, mag die Verbindung des Sauerstoffes mit dem Kohlenstoff bzw. Wasserstoff rasch oder langsam, auf dem Feuerroste oder in den feinen Kapillaren des thierischen Muskels vor sich gehen.

Man hat daher auch (Liebig, Boussingault u. A.) aus den täglich in der Nahrung zugeführten Mengen an Kohlenstoff und Wasserstoff die Wärmemenge, welche durch Oxydation derselben zu Kohlensäure und Wasser in unserem Körper

f. Lunge
I. 298.
8100
34220

entsteht, berechnet und angenommen, dass der in den Nährstoffen in inniger Verbindung vorhandene Kohlenstoff und Wasserstoff dieselbe Wärmemenge liefern, als wenn sie im freien ungebundenen Zustande mit Sauerstoff verbrennen.

Nimmt man mit K. Vierordt das S. 279 angegebene Kostmass für den mittleren menschlichen Körper an, so ergeben sich durch Oxydation des Kohlenstoffs und Wasserstoffs folgende Wärmemengen:

Nahrung:	Kohlenstoff g	Wasserstoff g	kalorien		Im Ganzen	kalorien be- rechnet nach nachstehen- den Versuchen
			durch Oxydation des Kohlenstoffs	des Wasserstoffs		
Proteinstoffe . . . 120 g	64,18	8,60	518 574	296 356	814 930	684 000
Fette 90 g	70,20	10,26	567 216	358 359	925 575	855 000
Kohlenhydrate . . . 330 g	146,82	— ¹⁾	1186 306	—	1186 306	1 287 000
Im Ganzen	281,20	18,86	2 272 096	649 915	2 922 011 ²⁾	2 826 000 ³⁾
Abzug des C und H im						
Urin und Koth	29,8	6,3	240 784	217 098	457 882	457 882
Bleibt Rest	251,4	12,56	2 031 312	432 813	2 464 129	2 368 118

Durch Oxydation der in vorstehender Tagesnahrung zugeführten Menge Kohlenstoff und Wasserstoff würde daher eine Wärmemenge von 2464129 bzw. 2368118 kalorien entstehen.

3. Wärmewerth der einzelnen Nährstoffe.

An der Deckung des Wärmeverlustes vom Körper sind die einzelnen Nährstoffe der Nahrung in verschiedenem Grade betheiligt. Mit der Ermittlung der Wärmewerthe, der Verbrennungswärme der einzelnen Nährstoffe haben sich viele Forscher befasst u. A. Frankland, Danilewski, Thomsen, Berthelot, M. Rubner¹⁾ und besonders Fr. Stohmann²⁾ mit mehreren Mitarbeitern. Ich füge hier vorwiegend nur die von Fr. Stohmann ermittelten letzten Werthe als die zuverlässigeren auf. Darnach liefert je 1 g Substanz Wärmeeinheiten (kalorien):

a) Proteinstoffe:

Proteinstoff:	kalorien nach		Proteinstoff:	kalorien nach	
	Stohmann	Berthelot		Stohmann	Berthelot
Pflanzenfibrin	5941,6	5832,3	Eieralbumin	5735,2	5687,4
Serumalbumin	5917,8	—	Fleischfaser (entfettet)	5729,5	5728,4
Syntonin	5907,8	—	Krystall. Eiweiss	5672,0	—
Hämoglobin	5885,1	5910,0	Fleisch (entfettet)	5662,6	—
Milchcasein I	5867,0	5626,4	Desgl., andere Probe	5640,9	—
Desgl. II	5849,6	—	Blutfibrin	5637,1	5529,1
Eidotter (entfettet)	5840,9	—	Hardnack's Eiweiss	5553,0	—
Legumin	5793,1	—	Conglutin	5355,1	—
Vitellin	5745,1	5780,6	Mittel ³⁾	5711,0	—

¹⁾ Die Kohlenhydrate enthalten Wasserstoff und Sauerstoff durchweg in einem solchen Verhältnis, dass sie Wasser bilden können. Beide sind daher hier als schon verbunden angenommen und ist für den Wasserstoff keine Verbrennungswärme berechnet.

²⁾ Diese Zahlen decken sich nicht ganz, weil durch direkte Verbrennung der Nährstoffe etwas andere kalorimetrische Werthe gefunden sind, als sich nach dem Kohlenstoff- + Wasserstoffgehalt berechnen (vergl. weiter unten).

³⁾ Zeitschr. f. Biologie 1885, 21, 200; 1894, 30, 73.

⁴⁾ Journ. f. prakt. Chemie 1885, 31, 273; 32, 93, 407 u. 420; 1890, 42, 361; 1891, 44, 336; 1892, 45, 305. In beiderlei Quellen ist auch die sonstige Litteratur angegeben, weshalb ich mich mit der Aufführung dieser beiden Quellen begnüge.

⁵⁾ Einschliesslich des nachfolgenden Peptons.

Dem mittleren Wärmewerth von 5711 kal. für 1 g Proteinstoff würde die Formel $C_{790}H_{1161}N_{187}S_5O_{223}$ oder nach Lieberkühn $C_{72}H_{112}N_{18}SO_{22}$ entsprechen, welche erfordert:

52,64% C, 7,08% H, 16,00% N, 1,03% S, 23,12% O.

b) Den Proteinstoffen nahestehende Stickstoffverbindungen.

Substanz:	kalorien nach		Substanz:	kalorien nach	
	Stohmann	Berthelot		Stohmann	Berthelot
Elastin	5961,3	—	Chondrin	5130,6	5342,4
Wollfaser	5510,2	5564,2	Ossein	5039,9	5410,4
Hautfibrin	5355,1	—	Fibrin	4979,6	5095,7
Pepton ¹⁾	5298,8	—	Chitin	4650,3	4655,0

c) Abkömmlinge der Proteinstoffe und sonstige Stickstoffverbindungen.

Glykokoll ($C_2H_5NO_2$)	3129,1	3133,2	Asparagin ($C_4H_8N_4O_2$)	3514,0	3396,8
Alanin ($C_3H_7NO_2$)	4355,5	4370,7	Kreatin, kryst.		
Leucin ($C_6H_{13}NO_2$)	6525,1	6536,5	($C_4H_9N_3O_2 \cdot H_2O$)	3714,1	—
Sarkosin ($C_3H_7NO_2$)	4505,9	—	Desgl., wasserfrei	4275,1	—
Hippursäure ($C_9H_9NO_2$)	5668,2	5659,3	Harnsäure ($C_4H_4N_4O_2$)	2749,9	2754,0
Asparaginsäure ($C_8H_7NO_4$)	2899,0	2911,1	Guanin ($C_5H_7N_5O$)	3891,7	—
Harnstoff (CH_4N_2O)	2541,9	2530,1	Koffein ($C_8H_{10}N_4O_2$)	5231,4	—

d) Fette, Fettsäuren und deren Ester (nach Stohmann).

Substanz:	kalorien	Substanz:	kalorien
Thierische Fette²⁾:		Dibrassin	9484,1
Gewebefette (Mittel von 8 Sorten mit 9464 bis 9492 kal.)	9484,5	Tribrassin	9714,0
Kuhbutter	9231,3	Palmitinsäurecetyläther	10153,0
Pflanzenfette:		Alkohole:	
Leinöl	9323,0	Glycerin ($C_3H_8O_2$)	4317,0
Olivenöl	9328,0 u. 9471,0	Cetylalkohol ($C_{26}H_{54}O$)	10348,0
Mohnöl	9442,0	Fettsäuren:	
Rübel	9489,0 u. 9619,0	Kaprinsäure ($C_{10}H_{20}O_2$)	8463,0
Erdnussöl (nach O. Kellner)	9471,0	Laurinsäure ($C_{12}H_{24}O_2$)	8844,4
Ester:		Myristinsäure ($C_{14}H_{28}O_2$)	9133,5
Trilaurin ($C_{36}H_{74}O_6$)	8930,1	Palmitinsäure ($C_{16}H_{32}O_2$)	9226,0
Trimyristin ($C_{48}H_{96}O_6$)	9196,3	Stearinsäure ($C_{18}H_{36}O_2$)	9429,0
Dierucin ($C_{42}H_{84}O_6$)	9519,4	Behensäure ($C_{22}H_{44}O_2$)	9801,4
Trierucin ($C_{60}H_{120}O_6$)	9742,0	Eruksäure ($C_{22}H_{42}O_2$)	9738,6
		Behenolsäure ($C_{22}H_{40}O_2$)	9672,3

Die mittlere Verbrennungswärme der Fette in der menschlichen Nahrung wird man daher auf 9300,0 kal. veranschlagen können.

¹⁾ Das Pepton war aus Blutfibrin mit 5630,1 kal. hergestellt; es hat daher in Folge von Wasseranlagerung eine geringere Verbrennungswärme als der zugehörige Proteinstoff.

²⁾ Die letzten Versuche Stohmann's über die Verbrennungswärme der Fette (thierische Fette) im verdichteten Sauerstoff ergaben um 1,4% höher liegende Werthe als nach dem ersten, dem Kaliumchloratverfahren; die Verbrennungswärmen der Pflanzenfette werden daher auch wohl noch etwas höher liegen. Auch ergaben die letzten Versuche, dass durch Ranzigwerden der Fette die Verbrennungswärme entsprechend der gebildeten Menge freier Fettsäuren abnimmt.

c) Kohlenhydrate.

Pentosen:		kalorien	Trisaccharide:		kalorien
Arabinose	$C_5H_{10}O_5$	3722,0	Raffinose oder Melitose	$C_{18}H_{32}O_{16}$	4020,8
Xylose	"	3746,0	Desgl. kryst.	$C_{18}H_{32}O_{16} \cdot 5 H_2O$	3400,2
Rhamnose	$C_6H_{12}O_5$	4379,3	Melecitose	$C_{18}H_{32}O_{16}$	3913,7
"	kryst. $C_6H_{12}O_5 \cdot H_2O$	3909,2	Polysaccharide:		
Fukose	$C_6H_{12}O_5$	4940,9	Stärke (nach Stohmann)	$x (C_6H_{10}O_2)$	4182,5
Hexosen (Monosaccharide):			Desgl. (nach Kellner)		4148,5
d-Glukose	$C_6H_{12}O_6$	3742,6	Dextrin	$x (C_6H_{10}O_2)$	4112,2
d-Fruktose	"	3755,0	Inulin	$C_{30}H_{50}O_{21}$	4133,5
Galaktose	"	3721,5	Cellulose	$x (C_6H_{10}O_2)$	4185,4
Sorbinose	"	3714,5	Alkohole:		
Disaccharide:			Erythrit	$C_4H_{10}O_4$	4132,3
Rohrzucker	$C_{12}H_{22}O_{11}$	3955,2	Pentaerythrit	$C_5H_{12}O_4$	4859,0
Milchzucker	$C_{12}H_{22}O_{11}$	3951,5	Arabit	$C_5H_{12}O_4$	4024,6
Desgl. kryst.	$C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$	3736,8	Mannit	$C_6H_{14}O_6$	3997,8
Maltose	$C_{12}H_{22}O_{11}$	3949,3	Dulcit	$C_6H_{14}O_6$	3975,9
Desgl. kryst.	$C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$	3721,8	Perscit	$C_7H_{16}O_7$	3942,5
Trehalose	$C_{12}H_{22}O_{11}$	3947,0	Phenole:		
Desgl. kryst.	$C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 2 H_2O$	3550,3	Quercit	$C_6H_{12}O_2$	4293,6
			Inosit	$C_6H_{12}O_6$	3679,6

Nimmt man aus den 5 ersten Gruppen der durchweg in der menschlichen Nahrung vertretenen Kohlenhydrate (ohne Krystallwasser) das Mittel, so erhält man rund 3900 kal. für 1 g Kohlenhydrate; weil aber die Stärke in unserer Nahrung vorzuherrschen pflegt, so wird man den mittleren Verbrennungswert der Kohlenhydrate (bezw. der stickstofffreien Extraktstoffe) in den Nahrungsmitteln gleich rund 4000 kal. für 1 g setzen können.

f) Organische Säuren.

Säure:		kalorien	Säure:		kalorien
Oxalsäure	$C_2H_2O_4$	571	Citronensäure	$C_6H_8O_7$	2397
Malonsäure	$C_3H_4O_4$	1960	Benzoesäure	$C_7H_6O_2$	6281
Bernsteinsäure	$C_4H_6O_4$	3019	Salicylsäure	$C_7H_6O_3$	5162
Weinsäure	$C_4H_6O_6$	1745			

Es ist früher — so auch eine Zeit lang von J. v. Liebig — angenommen worden, dass sich die Nährstoffe im Thierkörper bezüglich des Wärmewertes anders verhalten als ausserhalb des Körpers, weil sie in letzterem durchweg nicht glatt zu Kohlensäure und Wasser verbrennen, sondern Zwischenerzeugnisse bilden, die erst allmählich oder gelegentlich in die Endoxydationsstoffe zerfallen und auf diese Weise vielleicht mehr Wärme (bezw. Energie) liefern, als bei der rasch verlaufenden Verbrennung im Kalorimeter. Abgesehen davon, dass eine solche Annahme vollständig dem Gesetz über die Beständigkeit der Energie widerspricht, hat auch M. Rubner¹⁾ durch direkte Versuche nachgewiesen, dass bei der Verbrennung der einzelnen Nährstoffe innerhalb und ausserhalb des Körpers gleiche Wärmemengen (Energie) entstehen.

Zunächst findet M. Rubner die Verbrennungswärme mittelst des Kalorimeters annähernd übereinstimmend mit den vorstehenden Ergebnissen von Stohmann nämlich:

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1885, 21, 250; 1886, 22, 40; 1894, 30, 73.

	kalorien		kalorien
Eiweiss	5754	Harnstoff	2518
Fleisch (trocken und fettfrei)	5345	Schweinefett	9423
Hämoglobin	5949	Rohrzucker	4001

Wenn sich die Nährstoffe im thierischen Stoffwechsel (bezw. bei der Erhaltung der thierischen Zellen) nach dem Vorrath an potentieller Energie, d. h. nach ihren Verbrennungswärmen (Wärmewerth), vertreten, so muss zwischen den künstlich und im thierischen Körper gefundenen, isodynamen Werthen der einzelnen Nährstoffe Uebereinstimmung bestehen. Das ist in der That der Fall; so sind 100 Theile Fett isodynam:

Verbrennung:	Fett = Syntonin	Stärke	Muskelfleisch	Rohrzucker	Traubenzucker
Im Thierkörper	100 = 235	232	243	234	256
Im Kalorimeter	100 = 213	229	235	235	255

In einer 2. Versuchsreihe fand M. Rubner die Verbrennungswärme für je 1 g Trockensubstanz:

Verbraucht:	Muskelfleisch		Fett	
	Mittel	2. Reihe	Mittel	2. Reihe
Im Thierkörper	4079	4007	9334	9353
Im Kalorimeter	4000	4000	9423	9423

In ähnlicher Weise fand O. Kellner¹⁾ durch Versuche beim Rind, dass bezüglich des physiologischen Nutzeffektes isodynam sind:

100 Erdnussöl: 178 Kleberprotein: 235 Stärke: 242 Strohstoff (Cellulose).

Diese Versuche zeigen deutlich, dass die Nährstoffe im Thierkörper dieselben Wärme- bezw. Energiewerthe und in demselben Verhältniss liefern, als bei der Verbrennung im Kalorimeter. Diese Thatsache findet noch dadurch eine Stütze, dass durch die indirekte Berechnung der Wärmewerthe ein im wesentlichen gleiches Ergebniss erzielt wird²⁾.

¹⁾ O. Kellner: Untersuchungen über den Stoff- u. Energie-Umsatz des erwachsenen Rindes. Berlin 1900.

²⁾ So kann man die Verbrennungswärme des Kohlenstoffs etc. im Protein- und Fettmolekül annähernd berechnen, wenn man die Wärmeerzeugung des Organismus und die Grösse der Oxydationsstoffe für eine gegebene Zeit kennt. Despretz und Dulong haben (Ann. de chim. e. de phys. T. XXVI, S. 337 und III. Ser. 1841, S. 440) derartige Versuche angestellt, aus denen M. Traube (Virchow's Archiv, 29, 414) berechnet hat, dass dem im Protein und Fett gebundenen Kohlenstoff eine Verbrennungswärme von 9600 Wärmeinheiten zukommt, wenn die des Wasserstoffs mit Favre und Silberman gleich 34462 gesetzt wird.

Die Verbrennungswärme des Proteins würde sich hiernach, wie N. Zuntz (Landw. Jahrbücher 1879, 8, 71-72) zeigt, folgendermassen gestalten:

100 g Protein enthalten	53,53 C,	70,6 H,	15,01 N,	23,80 O.
Für 33,45 g Harnstoff ab.	6,69 "	2,23 "	15,01 "	8,92 "

Bleibt zu verbrennen	46,84	4,83	—	14,88
Die 14,88 O brauchen zur Wasserbildung	—	1,86	—	14,88

Zu oxydirender Rest 46,84 C, 2,97 H.

46,84 g C geben $46,84 \times 9600 = 449664$ Wärme-Einheiten

2,97 " H " $2,97 \times 34362 = 102352$ " "

Also 100 g Protein = 552016 Wärme-Einheiten.

1 g Protein liefert daher 5520 W.-E., womit die von Stohmann und Rubner gefundenen Werthe ziemlich nahe übereinstimmen.

In derselben Weise ergibt sich für Fett:

100 g Fett enthalten 79,00 C, 11,00 H, 10,00 O

10 " O brauchen zur Wasserbildung — " 1,25 " 10,00 "

Bleibt zu verbrennen 79,00 C, 9,75 H

79,00 g C geben $79 \times 9600 = 758400$ W.-E.

9,75 " H " $9,75 \times 34462 = 336312$ " "

Also 100 g Fett = 1094712 W.-E.

(Fortsetzung folgende Seite.)

Aus dem Grunde wird jetzt das Kostmaass nicht mehr allein nach Bedarf an den verschiedenen Nährstoffen, sondern an Wärme-(Energie-) Werthen angegeben (hierüber vergl. weiter unten).

Die Quelle der Muskelkraft. (Geschichte der Ernährungslehre.)

Ueber die Quelle der Muskelkraft oder über die Vorgänge, durch welche der Körper befähigt wird, mechanische Arbeit zu leisten, haben zu verschiedenen Zeiten sehr verschiedene Ansichten geherrscht und sind auch zur Zeit die Ansichten noch getheilt. Eine Entwicklung dieser Ansichten giebt uns zugleich eine geschichtliche Entwicklung der Ernährungslehre überhaupt; deshalb möge sie hier kurz Platz finden.

Die Ansichten über die Ernährung im Alterthum (unter Aristoteles) und von da bis zum 17. Jahrhundert können wir übergehen, weil sie unseren jetzigen Anschauungen zu fern liegen. Man betrachtete bis dahin die Luft im Aristotelischen Sinne als Element, welches als einheitliches Ganze wirke. Erst gegen Ende des 17. Jahrhunderts finden sich in verschiedenen Schriften Stellen, welche darauf hinweisen, dass man in der Luft, die zwar noch als Element gilt, besondere Beimischungen annahm, die für gewisse Vorgänge, wie das Athmen und Verbrennen besonders wirksam sind. So betrachtet Sylvius de le Boë (1614—1672) das Athmen als etwas der Verbrennung ganz Aehnliches. Wie starkes Feuer den Zutritt der Luft mehr nothwendig habe, als schwaches, so würde auch beim starken Athmen mehr Luft verbraucht, als beim schwachen. Das Eintreten von Luft in den Körper wirkt aber nach ihm nicht wärmeerregend, sondern abkühlend.

John Mayow dagegen lehrte schon 1668, dass in der Luft ein Bestandtheil enthalten sei, der auch im Salpeter bezw. dessen feuriger Säure vorkomme¹⁾, der die Verbrennung zu Stande bringe und auch bei der Gährung wirke. Verbrennen und Athmen sind nach ihm analoge Vorgänge. Diese Analogie beweist er dadurch, dass das Athmen eines Thieres und das Brennen einer Kerze in einem gewissen Raum nur halb so lange dauert, als das Athmen des Thieres allein oder das Brennen der Kerze allein. Nicht die ganze Luft sei zum Verbrennen und zur Athmung tauglich, da bei der Verbrennung und dem Athmen eine Luft zurückbleibe, welche zur Unterhaltung dieser Vorgänge unfähig sei²⁾. Die eingeathmete Luft wird nach Mayow's Ansicht in den Lungen vom Blut absorbiert, es entsteht dadurch eine Gährung, welche mit einer Wärme-Entwicklung verbunden die Ursache der Blutwärme ist. Das Warmwerden der Thiere hat nach ihm darin seinen Grund, dass alsdann stärkeres Athmen und stärkere Gährung eintritt. Die blühendere Farbe des arteriellen Blutes wird durch die Verbindung des dunkleren venösen Blutes mit jenem Bestandtheil der Luft hervorgebracht.

Auch spricht er bereits 1681 in seinem Werke „De motu musculari“ den sehr bedeutsamen Satz aus, dass zur Muskelbewegung zweierlei nothwendig sei, nämlich die Zufuhr von verbrennlicher Substanz (Fett) und die Aufnahme jenes Bestandtheiles der Luft, des „Spiritus-nitro-aëreus“³⁾.

Thomas Willis, der Zeitgenosse von Mayow, erklärt (1671) Athmen und Verbrennen nicht für ähnliche sondern für gleiche Vorgänge; er lehrt, dass die Blutwärme

(Fortsetzung von Anm. 2 S. 285.)

1 g Fett liefert daher 10947 W.-E., während Stohmann und Rubner durch direkte Bestimmung 9300—9500 W.-E. fanden.

In derselben Weise und unter der Voraussetzung, dass der Wasserstoff bei seiner Verbindung mit dem Sauerstoff des Moleküls keine Wärme erzeugt, wird für Stärke die Verbrennungswärme zu 4262 W.-E. gefunden, während die direkte Bestimmung 4125 Kalorien ergeben hat.

¹⁾ Wie wir jetzt wissen „der Sauerstoff“.

²⁾ „ „ „ „ „der Stickstoff“.

³⁾ Deshalb von Mayow so genannt, weil er im Salpeter sowohl wie in der Luft vorkommt.

nur auf dreierlei Weise zu Stande kommen könne: entweder durch Zuführung von Wärme, oder durch Mischen von Säuren mit anderen Körpern, oder durch Verbrennung. Nur letztere kann nach Willis die Ursache der Blutwärme sein.

Man sieht, dass diese beiden Gelehrten unseren jetzigen Anschauungen schon sehr nahe gestanden haben, und es ist zu verwundern, dass diese Anschauungen keine weitere Berücksichtigung fanden und erst 100 Jahre später durch Lavoisier in ein klareres Licht gestellt wurden.

Doch ehe wir hierzu übergehen, mag noch erwähnt sein, dass sich Albr. v. Haller (1708—1777) eingehend mit der Ernährungsfrage befasste und die Mengen der Einnahmen und Ausgaben des Körpers zu ermitteln suchte. Er ist der Ansicht, dass aus den Nahrungsmitteln (thierischen sowohl wie pflanzlichen) durch die Verdauung eine „Gallerte“ (Aliment) ausgegeben werde. Alle Nahrungsmittel enthalten dieses „Aliment“, wenn auch in verschiedenem Grade.

Da der Mensch täglich gegen 50 Unzen durch die Haut verdunstet und ferner ebensoviel durch Flüssigkeitsabgabe (Harn) und Stuhlgang etc. verliert, so muss, wie Haller lehrt, dieser Abgang wieder ersetzt werden.

„Folglich müssen wir“, sagt Haller, „Speise zu uns nehmen, damit die Materie der menschlichen Säfte und ohne Zweifel auch der Stoff der festen Theile wieder ergänzt werden könne. Letztere müssen Kinder und alle diejenigen, welche noch im Wachsen begriffen sind, nothwendig von den Speisen hernehmen und auch Erwachsene und völlig ausgewachsene müssen diese festen Theile wieder ergänzt bekommen, von denen wir zeigen wollen, dass sie ebenfalls durch Anstrengung des Lebens abgerieben werden.“

Hierin liegt deutlich ausgesprochen, dass durch die Arbeitsthätigkeit Stoffe des Körpers aufgezehrt werden, welche durch Nahrung wieder ersetzt werden müssen.

Auch erkannte Black (1757), dass beim Athmen fixe Luft (d. h. Kohlensäure) gebildet wird, welche ätzende Alkalien mild macht. Das Athmen besteht nach ihm vorzugsweise in der Umwandlung der atmosphärischen Luft in fixe Luft.

Wenn wir in diesen und manchen anderen Aeusserungen von Chemikern und Aerzten damaliger Zeit schon richtig geahnte Anschauungen über den Lebensvorgang erkennen müssen, so sollten diese doch erst in den Jahren 1772—1774 eine richtige und wissenschaftliche Deutung finden.

Denn um diese Zeit entdeckten gleichzeitig und unabhängig von einander der Schwede Scheele und der Engländer Priestley den Sauerstoff. Sie erkannten mit Lavoisier, dass die Luft ein Gemenge zweier verschiedener Gase sei, aber auch nur zweier, von denen das eine „Oxygène“ oder Sauerstoff, das andere „Azote“ oder Stickstoff genannt wurde. Alle drei Forscher bewiesen dann, dass beim Athmen der Thiere der Sauerstoff wirksam sei und sich in ein gleiches Volumen Kohlensäure verwandele, dass dagegen der Stickstoff der Luft bei diesem Vorgang sich vollständig gleichgültig verhalte. Lavoisier glaubte, dass sich die Kohlensäurebildung in zweierlei Weise denken lasse: entweder nehme der Sauerstoff in den Lungen Kohlenstoff aus dem Blute auf und beide verbinden sich mit einander zu Kohlensäure — die Umwandlung gehe also in den Lungen vor sich — oder der Sauerstoff werde in den Lungen von dem Blut absorbirt, während sich gleichzeitig ein entsprechendes Volumen Kohlensäure entwickle. Letzteres hielt er für das Wahrscheinlichere, weil das Blut beim Durchgange durch die Lungen röther werde, was nur auf einer Aufnahme von Sauerstoff beruhen könne. Die Wärmeerzeugung im Thierkörper betrachtete er als nur durch die langsame Verbrennung des Kohlenstoffs zu Kohlensäure hervorgerufen.

Dulong und Despretz bewiesen dann gleichzeitig durch Versuche, dass der Verbrennungsvorgang im thierischen Körper hinreiche, um die thierische Wärmeerzeugung zu erklären.

Von der früheren geheimnissvollen Lebenskraft, von einem dem Herzen eingeborenen

Feuer oder von „Gährungen“ des Blutes, durch welche Annahme man die thierische Wärme zu erklären versucht hatte, konnte natürlich jetzt keine Rede mehr sein; die Nebelbilder, welche den thierischen Lebensvorgang bis jetzt verschleiert hatten, waren mit einem Male zerrissen.

Jedoch fanden die Anschauungen Lavoisier's bei den Gelehrten nicht sofort Eingang; am wenigsten bei den Aerzten, weil sie einen Chemiker in diesen Fragen nicht für zuständig hielten. Selbst der französische Physiologe Magendie wandte sich gegen die Lehre Lavoisier's. Er zeigte, dass die Ansicht Lavoisier's nicht haltbar sei, dass nämlich aus dem Blut eine kohlenstoff- und wasserstoffreiche Flüssigkeit fortwährend gleichsam in die Lungen ausschwitze, um dort durch den aufgenommenen Sauerstoff zu Kohlensäure und Wasser oxydirt zu werden. Magendie wies nach, dass das in den Lungen ausgeathmete Wasser nicht oder nur zum geringen Theil von der Verbrennung des Wasserstoffs zu Wasser herrühre, dass der grösste Theil von dem in der Nahrung als solcher aufgenommenen Wasser abstamme.

Gleichzeitig aber stellte Magendie sehr wichtige Versuche über die Ernährungsfrage an und muss er in dieser Hinsicht als einer der Begründer der experimentellen Forschung auf diesem Gebiete bezeichnet werden.

Zunächst zergliederte er die Nahrung in einfachere Stoffe; er führte die Eintheilung der Nährstoffe in „stickstoffhaltige“ und „stickstofffreie“ ein.

Mit diesen einfachen Nährstoffen, den stickstofffreien (Zucker, Gummi, Oel, Butter etc.) einerseits und den stickstoffhaltigen (Leim, fettfreiem Muskelfleisch etc.) andererseits wurden verschiedene Ernährungsversuche an Thieren angestellt. An derartigen Versuchen beteiligten sich auch in hervorragender Weise Boussingault, Gmelin und Tiedemann. Man fand, dass die einfachen stickstofffreien Nährstoffe (Zucker, Oel etc.) für sich allein verabreicht nicht im Stande seien, den thierischen Körper am Leben zu erhalten, dass dieses ebensowenig der Leim, allein gegeben, vermag; dahingegen gelang es, Nagethiere durch fettfreies Muskelfleisch zu erhalten.

Hieraus leitete man die Wichtigkeit der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrung ab und galt die Stickstoffsubstanz der Nahrungsmittel eine Zeit lang als der einzige Bestandtheil zur Nährwerthsabschätzung derselben. Wenngleich dieses als einzig für die Ernährung massgebende „Albumin“ (oder die Stickstoffsubstanz) noch immer an das „Aliment“ vergangener Zeiten oder an die „Gallerte“ Haller's erinnerte, so war doch durch die obigen Versuche die Ernährungsfrage in experimentelle wissenschaftliche Bahnen gelenkt. Es mussten sich durch Erörterungen dieser Versuche allmählich die Ansichten klären und schliesslich zu einem wissenschaftlichen Lehrgebäude führen.

Aber es gehörte der geistreiche Blick und klare Verstand eines Justus v. Liebig dazu, die zerstreuten Versuche zu sichten und die verschiedenartigen Anschauungen zu einer einheitlichen Theorie zu vereinigen. Und nur die überzeugende Kraft der Darstellung in Wort und Schrift eines v. Liebig konnte es zu Stande bringen, dass diese Theorie bald in allen Kreisen Eingang fand.

v. Liebig übergab seine „Ernährungstheorie“ 1842 in dem epochemachenden Buch: „Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie“ der Oeffentlichkeit.

Er theilt die Nahrungsstoffe in plastische oder gewebebildende, wozu die stickstoffhaltigen Verbindungen, Albumin, Kasein etc. gehören, und in wärmeerzeugende, zu denen die stickstofffreien Bestandtheile der Nahrung, Fett und Kohlenhydrate (Zucker, Stärke, Gummi etc.) zählen.

Diese Nährstoffe werden in der Nahrung aufgenommen, im Magen zu in Wasser löslichen Verbindungen verarbeitet, von den Magendrüsen aufgesogen und gelangen so ins Blut, welches sie den einzelnen Körpertheilen zuführt. Die stickstoffhaltigen Nährstoffe werden in den Muskeln zu thierischen Gebilden, zu Muskeltheilen angesetzt, während sich das Fett

einfach zwischen den Muskelfasern abgelagert, ohne ein thierisches Gewebe zu bilden. Das Fett ist schon theils fertig gebildet in der Nahrung enthalten, theils wird es aus den Kohlenhydraten (Zucker, Stärke, Gummi etc.) auf eine uns noch unbekanntere Weise gebildet.

Ausser den Nährstoffen, den Protein- und Fettkörpern nimmt das Blut in den Lungen noch atmosphärische Luft und in ihr Sauerstoff auf, welcher durch das Blut in alle und bis in die äussersten Körpertheile getragen wird. Auf diesem Wege wirkt der Sauerstoff zerstörend auf die thierischen Gebilde. Die stickstoffhaltige Muskelfaser erleidet unter Aufnahme von Sauerstoff eine Umsetzung, die schliesslich mit der Bildung von Harnstoff endet. Die Fettkörper verbrennen zu Kohlensäure und Wasser. Der Harnstoff wird im Harn ausgeschieden, die Kohlensäure dagegen beim Rücklauf des Blutes in den Lungen wieder an die Luft abgegeben.

Die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Muskelsubstanz, der Umsatz derselben zu Harnstoff bewirkt eine Umlagerung der Moleküle der Muskelsubstanz, welche die Bewegung des Muskels zur Folge hat, mit anderen Worten, die Umsetzung der Muskelsubstanz zu Harnstoff liefert die Kraft, welche der Muskel zur Verrichtung von Bewegungen und Arbeit nothwendig hat. Den Anstoss zu dieser Umlagerung geben die Nerven. Der im Harn zum Vorschein kommende Harnstoff giebt uns also das Aequivalent der umgesetzten Muskelsubstanz, und damit der freigewordenen Kraft, der geleisteten Arbeit. Durch die Verbrennung der Fettkörper zu Kohlensäure und Wasser wird die thierische Körperwärme, welche durch Ausstrahlung in die Luft immerfort beeinträchtigt wird, hervorgerufen und erhalten. Ist das Fett in unzureichender Menge vorhanden, um diesen Wärmeverlust zu decken, so tritt an seine Stelle die stickstoffhaltige Muskelsubstanz.

Dies wäre jedoch ein Luxusverbrauch, da die stickstofffreien Nährstoffe (Fett und Kohlenhydrate) billiger zu haben sind, als die stickstoffhaltigen Nährstoffe, wir also denselben Zweck, die thierische Wärme zu erhalten, auf billigerem Wege erreichen können. Deshalb ist es von Wichtigkeit, in welchem Verhältniss wir die zwei Gruppen von Nährstoffen in der Nahrung zu uns nehmen, damit der Körper in seinem regelrechten Zustande verbleibt, und ihm auf die angemessenste Weise ersetzt wird, was er einerseits durch den Umsatz der Muskelsubstanz, andererseits durch die Verbrennung von Fett verloren hat. Dieses Verhältniss ist verschieden je nach der persönlichen Anlage, nach Alter und Berufsarbeit. Beim arbeitenden Menschen ist das Verhältniss der stickstoffhaltigen Nährstoffe zu den stickstofffreien wie 1:3-4, beim Kind und Greise wie 1:5 u. s. w.

Gegen diese gewichtige und geistreiche Lehre v. Liebig's erhoben sich bald mancherlei Bedenken sowohl theoretischer wie experimenteller Art.

Schon 1845 trat J. R. Mayer, der bekannte Begründer der mechanischen Wärmetheorie, als Gegner auf und entwickelte in seiner Abhandlung: „Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel“¹⁾ die Ansicht, dass der Muskel nicht die Masse bilde, durch dessen chemischen Umsatz die Kraft erzeugt würde, sondern bloss der Apparat sei, in welchem die Umwandlung der Kraft vor sich gehe. Er zeigte, dass die 15 Pfd. trockenen Muskels eines 150 Pfd. schweren Mannes in 80 Tagen, das Herz allein in 8 Tagen, die Herzkammer in 2½ Tagen oxydirt sein würden, wenn die mechanische Arbeit einzig auf Oxydation der Muskelsubstanz beruhe.

Zu diesen Bedenken theoretischer Art gesellten sich bald solche experimenteller Art.

So fand C. Voit 1860 durch seine „Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffee's auf die Muskelbewegungen“, dass bei gleichbleibender Proteinzufuhr die mechanische Arbeit eines Thieres beliebig gesteigert werden kann, ohne dass eine entsprechende Zunahme der Harnstoffausscheidung stattfindet. Und wenn schon seit 1854 Lawes und Gilbert durch ihre Versuche zu dem Ergebniss kamen, dass bei Thieren die

¹⁾ Chem. Centralbl. 1867, 769 u. ff.

Stickstoffausscheidung im Harn lediglich von der Stickstoffaufnahme in der Nahrung abhängt, so glaubte man schliessen zu müssen, dass die Grösse des Muskelumsatzes von der verrichteten Arbeit vollständig unabhängig sei.

Da nun die Muskelkraft doch schliesslich aus der Nahrung stammen muss, so verlegte man ihren Ursprung in die Verbrennung der stickstofffreien Nährstoffe und glaubte sich hierzu um so mehr berechtigt, als durch die Untersuchungen von Edw. Smith, v. Pettenkofer und C. Voit ausser allen Zweifel gesetzt war, dass mit der Grösse der Muskelthätigkeit auch die Grösse der Kohlensäureabgabe in den Lungen sich steigerte.

Diese Anschauung fand eine wesentliche Stütze in der sich gleichzeitig Geltung verschaffenden mechanischen Wärmetheorie. Darnach ist Wärme nichts anderes als Molekularbewegung, d. h. eine Kraft, welche sich in Bewegung umsetzen lässt, und umgekehrt, wo Bewegung verschwindet, da kommt sie als Wärme wieder zum Vorschein. Die z. B. einen Eisenbahnzug in Bewegung setzende Kraft ist die Wärme. Die brennenden Kohlen des Heizraumes der Dampfmaschine erzeugen Wärme, die Wärme wird auf das Wasser des Dampfkessels übertragen, versetzt die Moleküle des Wassers in vibrirende Bewegung, bis sich dieselben trennen und in Dampf verwandeln. Der Wasserdampf hat Wärme, hat Bewegung und damit Kraft aufgenommen, er drückt auf einen Kolben, überträgt die Bewegung auf diesen, indem er den Kolben hin- und herschiebt und dieser, mit einer Stange befestigt, giebt die Bewegung weiter an ein Rad, welches hunderte von Centnern mit sich fortzieht. Hier also leistet die Wärme der brennenden Kohlen mechanischen Effekt, indem sie den Eisenbahnzug in Bewegung setzt und die Wärme, welche verwendet wird, diese Bewegung hervorzurufen, kommt in der Erwärmung der Wagenachsen und Eisenbahnschienen wieder zum Vorschein; die durch Wärme oder Molekularbewegung hervorgerufene Massenbewegung setzt sich wieder um in Molekularbewegung, in Wärme.

Da nun die Oxydation des Kohlenstoffs und Wasserstoffs im Körper zu Kohlensäure und Wasser gleich ist der Verbrennung der Kohlen in der Dampfmaschine und da hier wie dort Wärme die Folge dieses Vorganges ist, so lag nichts näher, als in dieser Verbrennung die Ursache zu erblicken, welche die Kraftäusserungen des Muskels bewirkt.

Einen direkten Beweis hierfür glaubten Fick und Wislicenus geliefert zu haben. Sie verrichteten durch die Besteigung des Faulhorn am Brienzsee eine messbare äussere Arbeit und ermittelten durch die Stickstoffbestimmung ihres Harns den Verbrauch an Muskelsubstanz. Aus der Menge ihrer verbrauchten stickstoffhaltigen Substanz berechneten sie dann die Menge Wärme, welche bei der Verbrennung derselben entsteht, und fanden, dass diese nicht zur Hälfte ausreichte, um die Arbeit, nämlich die Beförderung ihres Körpergewichtes auf die betreffende Höhe, zu leisten¹⁾.

Hieraus schliessen die Versuchsansteller, dass durch die Umsetzung der stickstoffhaltigen Muskelsubstanz nur ein Theil der Muskelkraft oder Muskelarbeit geliefert wird, dass auch die stickstofffreien Nährstoffe, Fett etc. als krafterzeugende Brennmasse betrachtet werden müssen.

Mit der Annahme, dass die Muskelkraft unter gewöhnlichen Verhältnissen durch die

¹⁾ Die Art dieser Berechnung ist folgende: 1 g Protein liefert bei seiner Verbrennung 6730 Wärmeeinheiten, d. h. mit der erzeugten Wärme sind wir im Stande, 6730 g oder 6,73 kg Wasser — nach der Annahme von Fick und Wislicenus — um 1° zu erhöhen. Mit der Wärmemenge aber, welche 1 kg Wasser um 1° erhöht, können wir 445 kg auf 1 m Höhe heben, oder es ist, wie man zu sagen pflegt, 1 Wärmeeinheit = 425 kg-m als Arbeitseinheit. Demnach leistet also 1 g Protein bei seiner Verbrennung eine Arbeit von $425 \times 6,73 = 2860,25$ kg-m. Es hatte nun Fick 37,17 g, Wislicenus 37,00 g Protein umgesetzt, welche in Arbeitseinheiten ausgedrückt 106096 kg-m für Fick und 105825 kg-m für Wislicenus entsprechen. Fick hatte bei einem Körpergewicht von 66 kg und der Höhe des Faulhorn von 1956 m eine Arbeit von 129099 kg-m und die innere Arbeit für Herz- und Athmungsthätigkeit mit eingerechnet, 159637 kg-m zu leisten, Wislicenus bei 76 kg Körpergewicht im Ganzen 184287 kg-m. Die durch Umsatz der Muskelsubstanz erzeugte Wärme reichte also bei weitem nicht hin zur Deckung der geleisteten Arbeit.

Verbrennung stickstofffreier Nährstoffe gebildet wird, stehen eine Menge Thatsachen im Einklang, welche sich sonst nur schwer erklären lassen. So berichtet Frankland, dass in der Nahrung der Feldarbeiter in Lancashire ein grosser Theil Fett enthalten ist; ausser sehr fettem Speck, der ihr eigentliches thierisches Nahrungsmittel ausmacht, verzehren sie grosse Mengen Aepfelpudding, der aus einem Teige mit viel Schmalz besteht und häufig gar keine Aepfel enthält. Ein Gericht aus Eiern¹⁾, Speck und Kartoffeln bildet bei schwerer Erntearbeit ihre gewöhnlichen pièces de résistance. Die Seeleute, welche zum Bau der Lancaster-Breston-Eisenbahn verwendet wurden, sah Frankland dicke Brotschnitte mit sehr grossen Mengen Fett verzehren, in denen nur dünne Streifen Fleisch enthalten waren. Ueberhaupt essen Bauern, wie L. Dufour nachweist, viel häufiger den stickstoffarmen Speck, als eigentliches stickstoffhaltiges Muskelfleisch, und pflegen Gensjäger in der Westschweiz auf ihre mehrtägigen sehr anstrengenden Streifereien als Nahrung nur Speck und Zucker mitzunehmen.

Dazu kommt, dass die Thiere, welche mit ihren Muskeln Aussergewöhnliches leisten, gerade solche sind, denen Proteinstoffe in der Nahrung nur spärlich zufließen, dagegen Kohlenhydrate in reichlicher Menge geboten werden, wie es z. B. bei den flüchtigen Wiederkäuern, kletternden Ziegen, Gemsen, manchen fliegenden Insekten der Fall ist. Viele Insekten verzehren, wie C. Verloren nachweist, zu einer Zeit, wo sie wenig Muskelarbeit verrichten (als Raupen), vorzugsweise proteinreiche Nahrung, während sie in der Zeit, wo ihre Muskelarbeit sehr beträchtlich ist, wenn sie fliegen, ausschliesslich oder fast ausschliesslich von stickstoffreicher Nahrung leben. Bienen und Schmetterlinge verrichten eine aussergewöhnliche Muskelarbeit bei einer Nahrung, welche nur Spuren von Stickstoff enthält.

Dem scheint entgegen zu stehen, dass die Muskelarbeit im allgemeinen dem Muskelumfang proportional ist. Aber man muss, wie L. Dufour hervorhebt, wohl unterscheiden zwischen Muskelkraft und eigentlicher Muskelarbeit, d. h. der Fähigkeit zu einer einmaligen aussergewöhnlichen Arbeit und der zu einer anhaltenden Thätigkeit. Die grossen Fleischfresser sind zwar sehr stark, aber es ist nicht ausgemacht, ob sie auch eine beträchtliche Arbeit würden leisten können. Ein Tiger ist zwar im Stande, ein Pferd in die Höhe zu heben, aber es fragt sich, ob er im Stande wäre, die Arbeit zu leisten, welche ein Pferd vor dem Wagen, ein Ochse vor dem Pflug verrichtet. Es ist daher wohl denkbar, dass eine vorzugsweise stickstoffreiche Kost die Muskelmasse und somit die Kraft vermehrt, ohne nothwendig auch die Arbeitsfähigkeit zu erhöhen.

Auf Grund dieser Thatsachen sehen Fick und Wislicenus und mit ihnen Frankland die Muskelfaser als eine Art Maschine an, in welcher die durch Verbrennung von vorzugsweise stickstofffreien Stoffen erzeugte Wärme in mechanische Arbeit umgesetzt wird. Dieselben Stoffe, welcher Liebig's geistreicher Blick schon vor längeren Jahren als Heizmasse des thierischen Körpers erkannt hat, sind zugleich und in erster Linie die krafterzeugenden. Denn Wärme und mechanische Arbeit sind für den heutigen Stand der Wissenschaft nur zweierlei Erscheinungsformen desselben Wesens. Die in den Muskeln verbrennende stickstofffreie Substanz liefert Wärme, von welcher ein Theil in mechanische Arbeit umgewandelt wird, ein Theil aber nothwendig als Wärme zur Erhaltung der thierischen Körperwärme zum Vorschein kommt.

Die stickstoffhaltigen Nahrungsbestandtheile dagegen ersetzen die Stoffe, welche in den Muskeln bei fortwährender Abnutzung verloren gehen.

Auch Huppert tritt für diese Anschauung ein. Er sucht mit derselben die bekannte Thatsache, dass der Proteingehalt der Nahrung und des Körpers einen höchst bedeutenden Einfluss auf die Arbeitsfähigkeit ausübt, in Einklang zu bringen. Er weist darauf hin, dass der Sauerstoff nicht so ohne weiteres in den Körper einströmt, sondern von den Blut-

¹⁾ Da Eier verhältnissmässig viel Stickstoffsubstanz enthalten, so würde dieses Kostmass nicht für die Frankland'sche Anschauung sprechen.

körperchen gebunden, durch diese den einzelnen Körperorganen zugeführt wird. Von der Anzahl der Blutkörperchen hängt die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs und damit die Grösse der Verbrennung, der erzeugten Wärme und der Arbeitsleistung ab. Die Blutkörperchen werden aber aus dem stickstoffhaltigen Bestandtheil der Nahrung gebildet, und es ist einleuchtend, warum nicht die Zufuhr von Fett und Kohlenhydraten allein den Körper arbeitsfähig macht, warum auch zu gleicher Zeit dem Körper eine entsprechende Menge Protein zugeführt werden muss, welches in den Blutkörperchen denselben mit dem nöthigen Sauerstoff versorgt, warum ein an Protein reiches Thier grösserer Anstrengung fähig ist, als ein an Protein armes.

Aus denselben Gründen halten v. Pettenkofer und C. Voit die Proteinstoffe in der Nahrung für sehr wichtig und nothwendig, auch wenn die Verbrennung von Fett als die nächste Quelle der Muskelkraft angesehen werden soll. Sie betrachten den Proteinstrom im Körper als die Hauptstrasse, auf welcher der Sauerstoff in den Körper gelangt, die Blutkörperchen sind die Fahrzeuge und der Sauerstoff ist ihre Fracht, die an den verschiedensten Punkten des Körpers abgesetzt wird, um theils zu den gleichmässig fortlaufenden Arbeiten verwendet, theils zeit- und ortweise angesammelt zu werden. Denn sie fanden durch ihre Respirationsversuche beim Menschen, ebenso wie W. Henneberg beim Ochsen, dass mitunter mehr Sauerstoff in den Körper einströmt, als in der Kohlensäure wieder ausgeathmet wird, dass also unter Umständen bei Ruhe Sauerstoff im Blut aufgespeichert wird. Von diesem condensirten Sauerstoff zehrt der Muskel bei Ruhe und Arbeit; der arbeitende Muskel entzieht dem Blut mehr Sauerstoff als der ruhende und liefert durch Oxydation der Fettkörper dementsprechend auch mehr Kohlensäure. Die Grösse der Proteinzersetzung ist aber bei Ruhe wie bei Arbeit wesentlich gleich. Deshalb nehmen v. Pettenkofer und C. Voit an, dass sich durch die Sauerstoffaufnahme in die Organe und durch das sich gleichmässig zersetzende Protein eine Spannkraft ansammelt, die auch bei Ruhe allmählich verbraucht wird, die aber nach Willkür in mechanische Arbeit verwandelt werden kann; während der Arbeit verbindet sich auf noch unbekannte Weise der Sauerstoff mit einer den Muskeln nicht angehörigen kohlenstoffhaltigen Substanz (Fett), die dann unter Erzeugung derselben Wärmemenge verbrennt, wie ausserhalb des Körpers.

Während der Arbeit verbrennt mehr Fett als in der Ruhe; dadurch entsteht auch mehr Wärme: Wird nun aber die durch die grössere Verbrennung erzeugte Wärme durch grössere Wärmeausstrahlung an die Luft abgegeben, oder ist die Wärmeabgabe bei Arbeit um das höher, um was die Menge des verbrauchten Fettes grösser ist, dann fängt die Hypothese von Fick, Wislicenus und Frankland an, sehr unwahrscheinlich zu werden.

Wird dahingegen weniger Wärme während der Arbeit abgegeben und zwar um so viel weniger, als dem mehr verbrannten Fett und der geleisteten Arbeit entspricht, dann ist die Hypothese mehr als wahrscheinlich; wird ferner bei Ruhe und Arbeit die gebildete Wärme und geleistete Arbeit durch die während der Arbeitszeit verbrannte Protein- und Fettmenge nicht gedeckt werden, dann ist sicher anzunehmen, dass der Körper mit einer aufgespeicherten Kraft gearbeitet hat, die von nichts anderem herrühren kann, als von Protein.

v. Pettenkofer und C. Voit halten das von Fick, Wislicenus und Frankland gewählte Bild, die Wärmebildung und Arbeitsleistung mit einer Dampfmaschine zu vergleichen, überhaupt für kein glückliches. Denn im Körper fehlt eine der wesentlichsten Bedingungen, welche eine Dampfmaschine in Bewegung setzt, nämlich die Wärmedifferenz zwischen Kessel und Kondensator; im Körper wird niemals die durch Verbrennung bereits entwickelte Wärme in mechanische Bewegung umgesetzt, sondern es spielt das gerade Gegentheil, die Erhaltung einer stets gleichen Temperatur, eine Hauptrolle.

Wenn nun auch die Vertreter der Ansicht, dass die Muskelkraft durch Verbrennung von Fett und Kohlenhydraten entsteht, behaupten, dass nicht bereits frei gewordene Wärme in mechanische Arbeit umgewandelt wird, sondern dass Wärme und Arbeit gleichzeitig

Erzeugnisse der Verbrennung sind, so ist doch nicht abzusehen, in wie weit die bei der Arbeit auftretenden Zersetzungs-Erscheinungen als direkte Quellen für die Muskelkraft oder als sekundäre Erscheinungen angesehen werden dürfen.

v. Pettenkofer hat daher die Kraftquelle des Körpers, d. h. den aus der Nahrung entstammenden und durch die Organe gehenden Proteinstrom, einer Wasserkraft oder einem Mühlbach verglichen, der gleichmässig dahin fliesst, unbekümmert darum, ob die in ihm liegende Kraft ganz oder nur zum Theil oder gar nicht ausgenutzt wird.

Der Proteinstrom fliesst gleichmässig durch den Körper, die in ihm ruhende Kraft ist dieselbe bei Ruhe wie bei Arbeit und nur vom Willen des Menschen ist es abhängig, ob die bei der Zersetzung des Proteins auftretende Kraft für mechanische Bewegung und Arbeit ausgenutzt werden soll oder nicht. Der Wille lässt sich mit dem Müller, die Muskeln mit den mechanischen Einrichtungen der Mühle vergleichen. Der Müller kann, ohne dass der Bach grösser oder kleiner zu werden braucht, mit halbem und Viertel-Wasser arbeiten, je wie er es will; aber ein kleiner Bach setzt dem Thätigkeitsdrange des Müllers eher Schranken als ein grosser und so ist es begreiflich, dass ein gut genährtes Thier mehr Arbeit leisten kann, aber nicht muss, als ein ausgehungertes. Und wie der Müller in einem Sammelteich oder durch eine Stauvorrichtung die fliessende Kraft des Wassers hemmen und aufbewahren kann, so vermag auch der thierische Körper durch Aufspeicherung des Sauerstoffs Kraft in sich anzusammeln.

Auch L. A. Parkes¹⁾ hält für die Kraftäusserungen des Thierkörpers die Proteinstoffe für sehr wesentlich. Er kommt aber auf Grund von Versuchen zu ganz anderen, von den bisherigen ganz abweichenden Anschauungen. Parkes fand nämlich in mehreren Versuchen, dass bei Arbeit weniger Stickstoff im Harn ausgeschieden wurde, als bei Ruhe und zwar sowohl bei stickstoffreicher wie bei stickstoffhaltiger Kost. Nach der Arbeit nahm die Stickstoffausscheidung zwar nicht in hohem Grade, aber doch anhaltend zu. Als nach der stickstofffreien Nahrung wieder stickstoffhaltige genommen wurde, wurde nicht aller Stickstoff der Nahrung wieder ausgeschieden und zwar blieb nach der Arbeit mehr Stickstoff zurück, als nach der Ruhe. Aus diesen Versuchen schliesst Parkes, indem er die bis dahin geltende Theorie der Muskelthätigkeit geradezu umkehrt, dass während der Arbeit, während der Thätigkeit des Muskels Stickstoff angesetzt wird, dass eine Zunahme an Masse stattfindet, während bei Ruhe die Masse des Muskels abnimmt. Parkes bildet sich dann über die Muskelthätigkeit folgende Vorstellung: „Wird ein willkürlicher Muskel durch den Willen in Thätigkeit gesetzt, so nimmt er Stickstoff auf und wächst; der Reiz oder diese Anbildung von Stickstoff löst Vorgänge in den stickstofffreien, die letzten Gewebeelemente des Muskels umgebenden Substanzen aus, welche die Umwandlung der Wärme in Bewegung bewirken. Die Kontraction dauert so lange fort (vorausgesetzt, dass die Einwirkung des Willens noch fortbesteht), bis die Umsatzerzeugnisse diese Vorgänge hemmen; dann tritt Ruhe ein, während welcher die Umsatzerzeugnisse entfernt werden. Der Muskel verliert Stickstoff und kann aufs neue durch den Reiz in Thätigkeit versetzt werden.“

Nach dieser Anschauung sind die Kraftäusserungen eine direkte Folge der Verbrennung der stickstofffreien Stoffe des Muskels; aber es schliesst dieses die Bedeutung der stickstoffhaltigen Stoffe (des Proteins) nicht aus. Denn von ihnen geht die erste Anregung zur Umsetzung der stickstofffreien Stoffe aus; zwar kann die Menge des Umsatzes des Proteins während der Arbeit nicht zunehmen, aber eine Zufuhr desselben ist doch nothwendig und sehr wichtig, um dem Muskel zu ersetzen, was er nach gethauer Arbeit in der Ruhe wieder verliert. Auch wird ein thierischer Körper um so mehr leisten können, je grösser die sich zersetzende Proteinmenge, die Muskelmasse ist, während er andererseits auch eine Zeitlang Arbeit zu verrichten im Stande ist, ohne Protein zu sich zu nehmen. Nach

¹⁾ Chem. Centralbl. 1868.

verschiedenen Versuchen (s. weiter unten) ist man anzunehmen geneigt, dass bei der Zersetzung des Proteins im Thierkörper der stickstofffreie Rest (S. 266) in Fett umgewandelt wird; da nun nach Parkes die Umsetzung des Körper-Proteins während der Ruhe vor sich geht, so sammelt der Muskel während der Ruhe einen Vorrath von Fett an, welches bei der demnächstigen Arbeit des Muskels durch die Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser zur Kraftquelle wird.

Wie scheinbar widersprechend die Parkes'sche Ansicht auch klingen mag, so lässt sich doch nicht verkennen, dass viele Thatsachen und Erfahrungen mit ihr im Einklang stehen.

Eine von den bisherigen sehr verschiedene Anschauung über die Ursache der Muskelkraft entwickelt ferner L. Hermann¹⁾.

Derselbe hält den bei der Kontraktion des Muskels ablaufenden chemischen Vorgang für gleichartig mit dem bei der Todtenstarre, und zwar ist die sichtbare Todtenstarre der Schlusspunkt eines Vorganges, welcher im ausgeschnittenen Muskel beständig verläuft.

Während des Erstarrens treten ebenso wie bei der Muskelthätigkeit erwiesener Massen Kohlensäure und eine nicht flüchtige Säure auf; diese Erzeugnisse sind beim Erstarren des Muskels um so geringer, je mehr der ausgeschnittene Muskel durch Kontraktion geliefert hat. Beim Erstarren des Muskels wird ferner ein gallertartiger Körper (Myosin) gebildet; dieser ist zwar bei der Kontraktion des Muskels noch nicht nachgewiesen, jedoch hat die Annahme der Bildung desselben auch hier nichts gegen sich. Für die Gleichartigkeit der Vorgänge bei der Muskelzusammenziehung und Muskelerstarrung spricht auch, dass gleiche Umstände eine Erholung der Muskeln herbeiführen, nämlich Wegnahme der Kohlensäure und nicht flüchtigen Säuren (letztere durch Neutralisation des alkalischen Blutes) und Zuführung von frischem Sauerstoff. Die beim Zusammenziehen und Erstarren des Muskels auftretenden chemischen Vorgänge sind mit Freiwerden von Kräften (Wärmebildung) verbunden. Wahrscheinlich findet eine Spaltung von einer höchst verwickelt zusammengesetzten chemischen Substanz statt, welche, ähnlich wie die Spaltung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure, Wärmebildung oder Freiwerden von Kraft zur Folge hat.

Hermann nimmt nun an, dass auch im lebenden Körper die Muskeln beständig im Absterben oder Erstarren begriffen sind, dass sie aber darin nicht weit kommen können, weil einerseits durch das sauerstoffreiche alkalische Blut dem Muskel die Kohlensäure unter Zuführung von Sauerstoff weggenommen, die nicht flüchtige Säure (nach J. Ranke Milchsäure und saures phosphorsaures Kalium) neutralisirt, andererseits dem Muskel durch das Blut zur Wiederherstellung neue kohlenstoffhaltige Substanz zugeführt wird. Dabei dient das während der Muskelthätigkeit gebildete Myosin mit der neu zugeführten kohlenstoffhaltigen Substanz wieder zum Aufbau des Muskels, weil während der Muskelthätigkeit nicht mehr Stickstoff ausgeschieden wird, als bei Ruhe. Würde das gebildete Myosin auch in Kreatin und Harnstoff zerfallen, so müsste eine vermehrte Stickstoff-Ausscheidung im Harn während der Arbeit statthaben. Bei einer sehr anstrengenden Arbeit kann allerdings die Myosinbildung so weit gehen, dass einzelne Muskelfasern absterben und zu einer erhöhten Stickstoff-Ausscheidung im Harn (oder zu einem erhöhten Proteinverbrauch) führen. Bei gewöhnlicher Arbeitsleistung ist dieses aber nicht der Fall, und lässt sich der Vorgang wie folgt vorstellen:

Bei Ruhe, stärker bei Thätigkeit, geht eine Spaltung der wesentlichen Muskelsubstanz vor sich; es treten auf als Spaltungserzeugnisse unter Anderen: Kohlensäure, nicht flüchtige Säure und gallertartiges Myosin. Ist die Spaltung bis zu einem gewissen Gehalt an Myosin-gallerte gediehen, so zieht sich diese zu einem festen Gerinsel zusammen, d. h. Starre. Die Blatkirkulation bewirkt umgekehrt eine Wiederherstellung der Muskelsubstanz, indem das Blut Sauerstoff und eine kohlenstoffhaltige Substanz, der Muskel selbst Myosin

¹⁾ Berliner klin. Wochenschr., Ergänzungsblätter 1869, S. 245.

liefert. Diese Wiederherstellung hält mit der Spaltung gleichen Schritt, wenn letztere nicht durch übermässige Arbeit allzu sehr beschleunigt ist.

Aus diesen Gründen ist erklärlich, dass bei Arbeit kein Protein verbraucht wird, obgleich dasselbe an dem Zustandekommen von Arbeit sehr betheilig ist. Das, was verbraucht wird, ist eben jene unbekannte, kohlenstoffhaltige, stickstofffreie Substanz und Sauerstoff, welcher letztere dem Muskel während der Thätigkeit in erhöhtem Masse zuströmt und vom Muskel in erhöhtem Masse aufgenommen wird. Da also während der Arbeit kein Protein verbraucht wird, sondern nur Kohlenhydrate und Fett, der Arbeiter diese aber in jedem Nahrungsmittel gewinnen kann, so lässt sich für den Arbeiter keine bestimmte Arbeitskost aufstellen; er ist auch im Stande, mit einer an Kohlenhydraten und Fett reichen Kost erhebliche Arbeit zu liefern.

Diese in den 60-er Jahren entwickelten Anschauungen über den Ernährungsvorgang und die Quelle der Muskelkraft haben Justus v. Liebig veranlasst, noch einmal auf seine erste Theorie zurückzukommen. Er giebt in einer längeren Abhandlung¹⁾ zu, dass seine frühere Behauptung, die Quelle der Muskelkraft sei in dem Umsatz der Muskelsubstanz zu suchen, durch einen selbstverschuldeten irrigen Schluss verwirrt worden ist. Denn wenn in dem Umsatz der Muskelsubstanz die Quelle der Muskelkraft liegt und das letzte stickstoffhaltige Erzeugniss dieses Umsatzes der Harnstoff ist, so muss sich aus der Menge des Harnstoffs die Arbeitsleistung erschliessen lassen. Dieses ist aber nicht der Fall, da sich nach den Versuchen von Bischoff und C. Voit die ausgeschiedene Harnstoffmenge bei völliger Ruhe und starker Arbeit im wesentlichen gleich bleibt und nur nach der Proteinzufuhr richtet.

Nichtsdestoweniger glaubt v. Liebig an seiner Ansicht festhalten zu müssen, dass in dem Umsatz der stickstoffhaltigen Muskelsubstanz die Quelle der Muskelkraft liegt. Er weist darauf hin, dass die direkte Verbrennungswärme der organischen Stoffe, wie sie von Fick, Wislicenus und Frankland bestimmt wurde, uns kein Mass für die Wärmegrösse liefern kann, welche möglicherweise durch ihre Verbrennung im Thierkörper hervorgerufen wird.

Es liefert z. B. nach Frankland durch direkte Verbrennung 1 g Rohrzucker 3348 g Wärmeeinheiten, also 171 g (1 Atom) $3348 \times 171 = 572508$ W.-E.

Nun geben 171 g Rohrzucker rund 85,5 g Alkohol, und 1 g Alkohol nach Bestimmungen von Dulong, Despretz und Favre 6981 W.-E., mithin 85,5 g Alkohol 617818 W.-E.

Dazu kommt noch die Wärme, welche bei der Gährung des Zuckers frei wird und für 171 g Rohrzucker 22743 W.-E. beträgt. Man erhält somit aus 171 g Zucker:

a. Wenn sie der Gährung unterworfen werden 640561 W.-E.

b. Wenn sie direkt verbrennen 572508 "

Mithin im ersteren Falle mehr . . . 68053 "

Aus diesen und vielen anderen Thatsachen schliesst Liebig, dass verwickelt zusammengesetzte Körper ganz andere Wärmemengen liefern, wenn sie, ehe sie in Kohlensäure und Wasser übergehen, allmählich in weniger verwickelte, sog. intermediäre Erzeugnisse zerfallen, als wenn sie direkt verbrennen. Er ist nun der Ansicht, dass im Thierkörper die Stoffe, besonders die stickstoffhaltigen, nicht direkt verbrennen, sondern, ehe sie in die Enderzeugnisse: Kohlensäure, Wasser und Harnstoff zerfallen, verschiedene Umsetzungen oder Umlagerungen erleiden. Die hoch zusammengesetzten Stickstoffverbindungen unterliegen zuerst einer Spaltung in ein stickstoffreicheres und ein daran ärmeres oder stickstofffreies und kohlenstoffreicheres Erzeugniss, die dann zuletzt in Kohlensäure, Wasser und Harnstoff (bezw. Ammoniak) übergehen. Gerade in dieser Spaltung erblickt v. Liebig die Kraftquelle und nimmt an, dass die Bewegung, welche die Stickstoffverbindungen bei ihrem Zerfall hervorbringen, nicht auf ihrer Verbrennung durch Sauerstoff und

¹⁾ Ueber Gährung, über Quelle von Muskelkraft und Ernährung. Sonderabdruck aus Ann. d. Chem. u. Pharm. 1870, 153, 77 u. 157.

auf dem Umsatz der Wärme in Bewegung, sondern auf der bei ihrem Zerfall frei werdenden Spannkraft beruht, die in ihnen während ihrer Bildung (in der Pflanze) angehäuft ist.

Bei dieser Spaltung der Stickstoffsubstanz des Muskels entsteht nie Harnstoff, weil er niemals im Muskel gefunden wurde und folgt daraus, dass Harnstoff und Muskelarbeit nicht in direkter Beziehung stehen können.

Auf die weiteren Ausführungen v. Liebig's, der übrigens jetzt die Lösung der Frage über die Quelle der Muskelkraft noch für sehr fernliegend erklärt, lässt sich hier schwer eingehen, um so weniger, als sie keine wesentlich neuen Gesichtspunkte enthalten.

Auch hat C. Voit¹⁾ die letzten Ausführungen v. Liebig's zum Theil berichtigt, zum Theil widerlegt. Voit sucht die von ihm und v. Pettenkofer aufgestellte Theorie über die Quelle der Muskelkraft und die Ernährung aufrecht zu erhalten. Erstere habe ich oben kurz auseinandergesetzt, auf letztere komme ich ausführlich weiter unten zurück.

Insbesondere hebt C. Voit hervor, dass die Ansicht v. Liebig's, wonach die von Frankland gefundenen Verbrennungswärmen der Nährstoffe wohl für den Dampfkessel, nicht aber als Ausdruck für die Wärmeleistung im lebendigen Körper gelten können, durchaus nicht richtig sei und sich nicht mit dem Gesetz über die Stetigkeit der Kraft vertrage. „Wenn wir mit dem Kalorimeter“, sagt C. Voit, „die sogenannte latente Wärme bestimmen, so erfahren wir, wenn anders die Apparate in Ordnung sind, die Differenz der Spannkraft des ursprünglichen Stoffes und der Spaltungsprodukte; sind demnach die Anfangsglieder und die Endprodukte in chemischer und physikalischer Beziehung die gleichen, so müssen wir die gleiche Wärmemenge erhalten, mag der Uebergang alsbald erfolgt sein, oder Tausende von Zwischenstufen durchlaufen haben, mag er durch eine sog. Verbrennung oder eine Spaltung unter allmählicher Bildung sauerstoffreicher Produkte geschehen sein. Sollte bei dem Uebergang in allerlei Verbindungen auch zur Ueberwindung von Widerständen (in Verbindungsarbeit) Wärme nöthig gewesen sein, so wird diese, weil sie in den Zwischenprodukten als Spannkraft rückständig bleibt, immer wieder gewonnen, sobald schliesslich die gleichen Endprodukte vorhanden sind. Wir suchen ja die Kalorimeter so herzustellen, dass die ganze Spannkraftdifferenz in Wärmebewegung verwandelt wird“ etc.

Wenn daher die Frankland'schen, Danilewsky'schen und Stohmann'schen Zahlen (siehe S. 282) der Wirklichkeit nicht entsprechen, so kann dieses nach C. Voit nur an der Unrichtigkeit des Untersuchungsverfahrens liegen; insonderheit die stickstoffreichen Nährstoffe (Protein, Harnstoff etc.) scheinen in Frankland's Versuchen nur unvollkommen verbrannt zu sein.

J. Ranke, der über die Veränderungen, welche bei der Thätigkeit im Muskel vor sich gehen, umfangreiche Untersuchungen angestellt hat, weist²⁾ darauf hin, dass allen bisherigen Versuchen und Anschauungen über die Quelle der Muskelkraft der gemeinsame Irrthum zu Grunde liegt, dass man glaubte, von den Enderzeugnissen des Gesamt-Stoffwechsels auf den Stoffwechsel einer Organgruppe, besonders der Muskeln, schliessen zu dürfen. Es ist aber eine bekannte Thatsache, dass unter regelrechten Verhältnissen mit der gesteigerten Thätigkeit eines Organs oder einer Organgruppe eine entsprechend verminderte Thätigkeit eines oder aller anderen Organe verbunden ist. So bedingt eine gesteigerte Nahrungsaufnahme, welche den Verdauungsapparat in volle Thätigkeit setzt, einen Stillstand in der Bewegungsfähigkeit der Muskulatur. Ebenso soll übermässig gesteigerte Arbeitsleistung der Muskeln den Verlauf des Verdauungsvorganges herabsetzen. Daraus erklärt sich auch das Bedürfniss nach Ruhe nach einer Hauptmahlzeit.

J. Ranke ist nun der Ansicht, dass, wie hier Verdauungs- und Bewegungsapparat in

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1870, 6, 305.

²⁾ J. Ranke: Die Blutvertheilung und der Thätigkeitswechsel der Organe. Leipzig 1871.

Verbindung stehen und gleichsam ihre Thätigkeit austauschen, auch die anderen Organe und Organgruppen in der Weise in Wechselwirkung treten, dass wenn die einen arbeiten, die anderen ruhen, oder ihre Arbeit, Kraftäusserungen auf ein Mindestmass beschränken.

Hierfür spricht der Umstand, dass das im Körper vorhandene Blut zu den arbeitenden, thätigen Organen in erhöhtem Masse hinströmt.

Auf diese Weise liesse sich erklären, dass bei der Arbeit der Gesamt-Stoffwechsel (bezw. die Enderzeugnisse) ganz oder annähernd dieselben bleiben; denn er ist um die Grösse, um welche er in den thätigen Organen gesteigert ist, in den ruhenden Organen herabgesetzt.

J. Ranke glaubt daher, dass die vielfach über diese Frage angestellten Versuche bis jetzt weder etwas für noch gegen die alte Theorie v. Liebig's beweisen.

In vorstehender geschichtlichen Entwicklung habe ich die verschiedenen Ansichten über die Quelle der Muskelkraft darzulegen versucht. Man sieht daraus¹⁾, dass über diesen wichtigen Gegenstand bis jetzt noch keine Klarheit und Einigkeit erzielt ist. Die Lösung der Frage scheint der Zukunft vorbehalten zu sein, denn wohl keine der entwickelten Ansichten dürfte im Stande sein, alle einschlägigen Thatsachen zu erklären.

In dieser Richtung ist es mit Freuden zu begrüßen, wenn den vielen theoretischen Betrachtungen mal wieder wirkliche Versuche folgen. Ein solcher Versuch wurde von O. Kellner²⁾ beim Pferde angestellt. Kellner liess ein Pferd einmal bei einer für gewöhnliche Arbeit ausreichenden Nahrung eine bestimmte gesteigerte Arbeit verrichten, dann erhöhte er einerseits die Proteingabe, andererseits die an Kohlenhydraten und Fett und liess wiederum eine Steigerung der Arbeitsleistung eintreten.

In den ersten Versuchen mit einer für gewöhnliche Leistungen ausreichenden Futtergabe und bei einseitiger Erhöhung des Nahrungsproteins fand Kellner, dass mit der Steigerung der Arbeitsleistung eine vermehrte Harnstoffausscheidung Hand in Hand ging. Durch gleichzeitige Steigerung der Gabe von Stärkemehl und Fett konnte jedoch Stickstoff-Gleichgewicht erzielt werden. Kellner zieht aus seinen Versuchen folgende Schlussfolgerungen:

1. Der Bedarf von Kraftwirkungen eines Organismus kann zur Ursache des Zerfalls von Nahrungs- und Körperbestandtheilen werden.
2. Hierbei wird zunächst stickstoffreies Material angegriffen, und wenn letzteres ungenügend oder verschwunden ist, tritt ein Zerfall von organisirtem Protein ein.
3. Der Zerfall von Körperprotein kann nur aufgehoben werden durch Vermehrung der Nahrung, insbesondere der stickstofffreien Nahrungsbestandtheile. Selbst sehr reichliche Proteinzufuhr kann der Zerstörung von organisirtem Protein nicht vorbeugen, wenn die Gesamtmenge der Nährstoffe für den Bedarf von Kraftwirkungen ungenügend ist. Unter normalen Verhältnissen wird es sich bei starken Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Zug- und Lastthiere vornehmlich um eine Vermehrung der stickstofffreien Nährstoffe handeln.
4. Es ist möglich und wahrscheinlich, dass in Folge des gesteigerten Nährstoffbedürfnisses während der Arbeit eine grössere Menge circulirendes Protein nöthig wird, als der ruhende Organismus im Minimum gebraucht. In diesem Falle müsste die Minimalmenge des Proteins auch mit der Intensität der Leistung variiren.
5. Bei einem Organismus, dessen Lebensunterhalt gesichert ist, der sich also im Beharrungszustande befindet, wird aus den mehr zugeführten verdaulichen stickstofffreien Nährstoffen fast die Hälfte der in ihnen enthaltenen Spannkraft für nutzbare Kraftleistungen verwendbar.

¹⁾ Fick hat in einem Vortrage: Ueber die Wärme-Entwicklung (Tagebl. d. deutschen Naturforscher und Aerzte in Cassel 1879, S. 190) nochmals seine Ansichten über die Beziehungen der Entstehung von Wärme und mechanischer Arbeit im Muskel entwickelt, spricht sich aber diesmal nicht klar darüber aus, ob die Wärme- und Kraftquelle allein in der Verbrennung der Fettkörper und Kohlenhydrate zu suchen ist, oder ob sich auch gleichzeitig die Proteinkörper daran betheiligen.

²⁾ Preuss. Landw. Jahrbücher 1879, 8, 701 u. 1880; 9, 651.

Diese Ergebnisse sind durch mehrere Versuche von N. Zuntz¹⁾ und seinen Mitarbeitern an Thieren wie Menschen bestätigt worden. Auch nach Zuntz werden während der Arbeit hauptsächlich stickstofffreie Nährstoffe und nur unwesentlich Protein mehr als bei Ruhe verbraucht. Nur bei Eintritt von Athemnoth (wie beim Bergsteigen) oder durch sonstige Nebenumstände kann eine Steigerung des Proteinumsatzes eintreten. Für 1 Kilogramm-Meter Arbeit werden 2,01–2,38 cem Sauerstoff mehr verbraucht.

A. Chauveau²⁾ konnte selbst durch eine Arbeitsleistung von 3000 kg-m keine vermehrte Stickstoffausscheidung beobachten; er erblickt nur in dem Umsatz von Kohlenhydraten die Quelle der Muskelkraft; ja er ist sogar der Ansicht, dass bei dem arbeitenden und hungernden Thier die nöthigen Kohlenhydrate wieder aus dem Fett gebildet werden.

Letzterer Ansicht gegenüber ist zu bemerken, dass J. Seegen³⁾ nachgewiesen hat, dass nur ein kleiner Theil Verbrennungswärme des im Thierkörper weit verbreiteten Kohlenhydrates, des Glykogens, in mechanische Arbeit umgesetzt wird; dieses soll nur die Quelle für die erhöhte Wärmebildung bei starker Arbeitsleistung sein. N. Zuntz zeigt durch seine obigen Versuche, dass das Fett als Energiequelle sich sogar um 10% günstiger verhält als die Kohlenhydrate. Der respiratorische Quotient (S. 270) war bei Ruhe wie bei Arbeit nahezu der gleiche, nämlich bei:

Protein-Nahrung	Fett-Nahrung	Kohlenhydrat-Nahrung
0,80	0,72	0,90.

Auch wenn man annimmt, dass durch die Muskelarbeit der Proteinumsatz ziemlich erhöht ist, vertreten sich die verschiedenen Nährstoffe für die Muskelarbeit annähernd im Verhältniss ihrer Verbrennungswärme.

Indess wird nach N. Zuntz für vorübergehende grosse Kraftleistungen viel Protein, für andauernde mässige Anstrengung viel Kohlenhydrate und Fett erfordert.

J. Munk⁴⁾ hat nachgewiesen, dass in den Zuntz'schen Versuchen durch anstrengende Körperarbeit die Ausscheidung der Aetherschwefelsäuren im Harn nicht beeinflusst wurde; da letztere wesentlich als Umsetzungserzeugnisse der Proteinstoffe angesehen werden müssen, so lässt sich auch aus dieser Beobachtung auf die Nichtbetheiligung der Proteinstoffe bei der Arbeitsleistung schliessen. F. Hirschfeld⁵⁾ konnte ebenfalls in 3 Versuchsreihen bei reichlicher Proteinkost und bei proteinarmer Nahrung keine Vermehrung der Stickstoffausscheidung im Harn in Folge von Arbeit feststellen. S. Argutinsky⁶⁾ fand zwar in Versuchen an sich selbst, dass bei Muskelarbeit am Arbeitstage eine Stickstoffsteigerung in den Ausscheidungen von 1,4–3,3 g = 12–15% statthabte, aber J. Munk⁷⁾ weist nach, dass die stickstoffhaltigen und wohl auch die stickstofffreien Nährstoffe in der Nahrung Argutinsky's nicht in ausreichender Menge vorhanden waren, sondern den für das Körpergewicht nothwendigen Kalorien-(Energie-) Werth nur zu $\frac{2}{3}$ – $\frac{1}{2}$ deckten und aus dem Grunde nur den Beweis lieferten, dass, wenn nicht genügende Mengen stickstofffreier Nährstoffe in der Nahrung vorhanden seien, die stickstoffhaltigen Stoffe als Kraftquelle eintreten können, was mit der obigen gegentheiligen Ansicht von v. Pettenkofer und C. Voit nicht im Widerspruch steht.

Denselben Einwand kann man gegen eine erste Arbeit von O. Krummacher⁸⁾ machen, welcher darin zu ähnlichen Ergebnissen wie Argutinsky gelangte.

¹⁾ Du Bois-Reymond's Archiv d. Anat. u. Physiol. 1894, 33, 541; 1895, 35, 379; 1897, 39, 535.

²⁾ Comptes rendus 1896, 122, 429.

³⁾ Centralbl. f. Physiol. 1895, 9, 193.

⁴⁾ Du Bois-Reymond's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1895, 35, 385.

⁵⁾ Virchow's Archiv f. pathol. Anatomie 1890, 121, 501.

⁶⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol. 1890, 46, 552.

⁷⁾ Du Bois-Reymond's Archiv etc. 1890, 27, 557.

⁸⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol. 1890, 47, 454.

In späteren Versuchen hat O. Krummacher¹⁾ zwar auch noch eine Steigerung der Stickstoffausscheidung während oder durch die Arbeit gefunden, aber er zeigt, dass die aus dem vermehrten Proteinumsatz berechnete Energiemenge in 3 Versuchen nur zu 25%, 15% bzw. 3% der zur Deckung für die Arbeit notwendigen Energiemenge ausreichte (vergl. die Versuche von Fick und Wislicenus S. 290).

Im Gegensatz zu allen diesen Ergebnissen vertritt E. Pflüger²⁾ wieder lebhaft die ursprüngliche v. Liebig'sche Anschauung, dass nur in dem Umsatz der Stickstoffsubstanz die Quelle der Muskelkraft liegen könne und wird darin von Verworm³⁾ unterstützt. E. Pflüger weist zunächst darauf hin, dass v. Pettenkofer und C. Voit bei ihren Versuchen das selbst in dem magersten Fleisch stets vorhandene Fett und Glykogen unberücksichtigt gelassen haben und dass ihre Berechnungen auf unrichtiger Grundlage beruhen; seine eigenen Versuche weisen darauf hin, dass bei dem Zerfall der Proteinstoffe mit dem Stickstoff der sämtliche Kohlenstoff in den Ausscheidungen wieder erscheint, dass deshalb eine Bildung von Fett aus Protein, wenn auch an sich möglich, doch für gewöhnlich nicht stattfindet. Auch die sonstigen Gründe für die Möglichkeit der Bildung von Fett aus Protein sind nach Pflüger sehr wenig wahrscheinlich (vergl. folgenden Abschnitt). Wohl durch Protein, nicht aber durch Fett oder Kohlenhydrate lässt sich der Stoffwechsel weit über das Bedürfniss hinaus steigern und da unter regelrechten Verhältnissen aus Protein kein Fett oder Kohlenhydrat im Körper gebildet wird, sondern der stickstofffreie Rest (vergl. S. 266) verbrennt, so geschieht bei Zufuhr einer genügenden Menge Protein die Muskelarbeit nur auf Kosten von Protein.

Weil aber wohl die Kohlensäure in der Athemluft, nicht aber der Stickstoff im Harn durch die Arbeit vermehrt wird, so müsste man im Sinne Pflüger's annehmen, dass bei der Zersetzung des Proteins der gebildete Harnstoff oder ein anderes Umsetzungserzeugniss im Körper zurückgehalten wird, während der stickstofffreie Rest verbrennt und Arbeit liefert. Denn eine Rückbildung von Protein aus dem ersten Umsetzungserzeugniss, wie es s. Z. Hermann S. 294 angenommen hat, ist sehr unwahrscheinlich oder kaum möglich, weil dazu ebenso viel Wärme (Kraft) aufgewendet werden müsste, als beim Zerfall geliefert worden ist.

Auch Atwater, Woods und Benedict⁴⁾ schreiben wiederum dem Protein einen wesentlichen Antheil bei der Arbeitsleistung zu; sie beobachteten nämlich bei anstrengender körperlicher Arbeit ein bedeutendes Wachsen des Protein- und Energieverbrauches gegenüber Ruhe und geistiger Arbeit:

Arbeit:	Verbrauchtes Protein	Verbrauchte Energie
Strenge geistige Arbeit	79 g	2595 Kal.
Völlige Ruhe	78 „	2715 „
Strenge körperliche Arbeit	98 „	4325 „

Nach Joh. Frentzel⁵⁾ äussert zwar Protein in kalorisch äquivalenter Menge die Einwirkung auf die Belebung ermüdeten Muskel in derselben Zeit als Zucker; jedoch ist die Wirkung des Proteins bei den Versuchen am Ergographen erheblich höher als die des Zuckers.

Wenngleich daher über die Quelle der Muskelkraft noch immer keine volle Klarheit herrscht, so hat doch die Ansicht, dass unter regelmässigen Verhältnissen neben Protein, als dem bedeutungsvollsten Nährstoff, auch Fett und Kohlenhydrate eine hervorragende Quelle für die Muskelkraft bilden und das Protein allein nur dann an deren Stelle tritt, wenn diese nicht in genügender Menge vorhanden sind, die grösste Wahrscheinlichkeit für sich.

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1896, 33, 108.

²⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol. 1891, 50, 98; 1891, 54, 229.

³⁾ Verworm: Allgem. Physiologie 1897, 2. Aufl., 538.

⁴⁾ Storrs Agric. Experim. Station, Storrs Conn. 1896, 85.

⁵⁾ Archiv f. Anat. u. Physiol. 1899. Physiol. Thl. Supplbd. 141.

Zum Schlusse will ich noch erwähnen, dass nach Ermittlungen von Helmholtz und Fick von der ermittelten Wärme im menschlichen Organismus 20 % bis 30 % in mechanischen Effekt, in Arbeit umgesetzt werden, während diese Menge bei der best eingerichteten Dampfmaschine höchstens 10 % beträgt.

v. Gohren (Naturgesetze der Fütterung 1872. S. 372—379) berechnet sogar, dass von der Nahrung für mechanische Arbeit ausgenutzt werden

Von der Dampfmaschine	Vom Pferd	Vom Ochsen	Vom Menschen
2,8 %	31,9 %	42,8 %	53,5 %

Können diese Zahlen auch nur als ungefähre Schätzung gelten, so zeigen sie doch, dass der thierische Körper durch seine kunstgerechte Einrichtung viel genauer und sparsamer arbeitet, als die beste Dampfmaschine, indem in demselben viel weniger Wärme nutzlos verloren geht, als bei der letzteren.

Die Bildung des Fettes im Thierkörper.

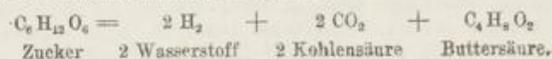
Ebenso wie die Ansicht v. Liebig's über die Quelle der Muskelkraft, so hat auch seine Behauptung über die Bildung des Fettes aus Kohlenhydraten vielfache Angriffe erfahren. Wengleich diese Frage für den menschlichen Körper von weit untergeordneter Bedeutung als für den thierischen Körper ist, den wir bei der Mästung recht fettreich zu machen bestrebt sind, so mag dieselbe hier doch ihre Erörterung finden.

Es war eine durch Versuche von Boussingault bei Gänsen und Enten, von Huber bei Bienen längst festgestellte Thatsache, dass das Fett der Nahrung durchweg bei weitem nicht ausreicht, das im Körper angesetzte bezw. das von Bienen gebildete Fett (Wachs) zu decken. Es musste daher das Fett aus irgend welchen anderen Stoffen der Nahrung gebildet worden sein. Man fand, dass das Protein allein für sich gefüttert den Körper nicht fett mache, dass dagegen sehr viel Fett im Körper angesetzt wird, wenn gleichzeitig Kohlenhydrate in der Nahrung beigegeben werden. So glaubte man bei Biertrinkern, die durchweg wohlbeleibt werden, die Entstehung des Fettes aus den Kohlenhydraten (Gummi, Dextrin, Zucker), woran das Bier sehr reich ist, herleiten zu müssen. Aehnliche Verhältnisse walten auch in der Thierwelt ob. Lawes und Gilbert fanden durch vielfache Versuche an Schafen und Schweinen, dass die Zunahme an Lebend-Gewicht (Fett) mehr durch die Menge der stickstofffreien als der stickstoffhaltigen Nährstoffe bedingt wird.

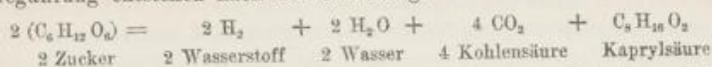
Man dachte sich, dass bei einer erhöhten Zufuhr von Kohlenhydraten in der Nahrung der in den Lungen eingeathmete Sauerstoff nicht hinreichte, die Kohlenhydrate zu Kohlensäure und Wasser zu verbrennen, dass dieselben somit unverbrannt blieben und zu Fett umgebildet würden. Bestärkt wurde man in letzterer Ansicht durch die Thatsache, dass Thiere um so mehr Fett ansetzen, je ruhiger sie sich verhalten, je weniger Luft sie einathmen, je weniger also den Kohlenhydraten Veranlassung zur Verbrennung gegeben wird.

Nach v. Liebig kann die Entstehung des Fettes aus Zucker auf zweierlei Weise gedacht werden: Einmal kann sie der Alkoholgährung ähnlich sein, indem das Zuckermol in Kohlensäure und eine sauerstoffarme, den Fettsäuren nahe verwandte Substanz zerfällt; in dem andern Falle ist sie der Buttersäuregährung ähnlich, indem aus dem Zuckermol Wasserstoff abgeschieden und Kohlensäure gebildet wird, während eine Fettsäure zurückbleibt.

So entsteht bei der Buttersäure-Gährung aus:



Bei der Bildung höherer Glieder der Fettsäure-Reihe würden mehrere Atome des Zuckers zusammenwirken und könnte z. B. aus 2 Atomen Zucker Kaprylsäure ähnlich wie bei der Buttersäuregärung entstehen nach der Gleichung:



Für diese Umsetzung (eine Art Gärung) des Zuckers spricht das fast beständige Auftreten von Wasserstoff und Kohlenwasserstoff im Darm; dementsprechend nimmt H. Grouven an, dass die Kohlenhydrate nicht als solche ins Blut übergehen, sondern schon im Dünndarm unter der Einwirkung der alkalischen Verdauungsflüssigkeiten (Galle und Bauchspeichel) durch eine eigentliche Fettsäure-Gärung in Fettsäure und Glycerin zerfallen. Das gleichzeitige Auftreten von Glycerin, dem Paarling in den Fetten (= fettsaurem Glycerin) kann nicht befremden, da Pasteur nachgewiesen hat, dass bei der Alkoholgärung des Zuckers neben Alkohol, Kohlensäure und Bernsteinsäure stets Glycerin auftritt.

F. Hoppe-Seyler¹⁾ glaubt für diese Ansicht einen direkten Beweis beigebracht zu haben. Wenn man milchsaures Calcium mit Natronkalk und Aetzkalk erhitzt, so entstehen, unter Entwicklung von Wassergas und Wasserstoff, Fettsäuren (Essig-, Propion-, Butter-, Kapronsäure und wenig feste Fettsäuren); in einem Gärungsgemisch von Glycerin, überschüssigem Calciumkarbonat und etwas faulendem Fibrin schienen ferner reichliche Mengen Kapronsäure und Hexylalkohol gebildet zu sein.

Da nun sowohl durch Fäulniss als durch Einwirkung von Aetzkalken gewisse Kohlenhydrate in Glycerin und Milchsäure übergehen und sich durch dieselben Faktoren aus Milchsäure fette Säuren bilden, so ist damit der Weg offen, auch im Thierkörper aus Kohlenhydraten und Milchsäure fette Säuren von hohem Molekulargewicht entstehen zu lassen. Denn die Fäulnissvorgänge ausserhalb des Thierkörpers sind denen gleich zu erachten, welche bei allen höheren Lebewesen verlaufen.

Hiernach scheint die Bildung des Fettes aus Kohlenhydraten aus den angeführten Versuchen nicht nur als möglich, sondern auch aus chemischen Gründen als sehr wahrscheinlich. Auch galt die v. Liebig'sche Lehre längere Zeit als unanfechtbar. Jedoch lag kein Grund vor, welcher zu der Annahme zwang, dass alles Fett aus den Kohlenhydraten wirklich gebildet wird; es war nur die Möglichkeit der Entstehung des Fettes auf diese Weise ausgesprochen.

Umgekehrt wurden auch verschiedene Gründe für die Entstehung des Fettes aus Proteinstoffen geltend gemacht, z. B. die erhöhte Milch-(Fett-)Bildung nach reichlicher Proteinfütterung, die fettige Entartung der Zellen (Muskeln), die starke Fettbildung bei Phosphorvergiftung, die Leichenwachsbildung, die Mästung der Fliegenmaden mit Blut faulen durch Umsetzung der Proteinstoffe unter Fettbildung ihre Erklärung. Auch zeigten v. Pettenkofer und C. Voit durch viele Versuche, welche unten ausführlicher besprochen werden, sondern zunächst die Verbrennung nicht von der aufgenommenen Menge Sauerstoff abhängt, dass die Sauerstoffaufnahme vielmehr der Nahrungsaufnahme parallel geht, dass um so mehr Sauerstoff aufgenommen und um so grösser die Zersetzung (Verbrennung) wird, je mehr Protein dem Körper zugeführt wird. Nicht Fett und Kohlenhydrate werden zuerst von dem Sauerstoff angegriffen, wie man bisher angenommen hatte, sondern die Grösse der Zersetzung richtet sich in erster Linie nach der Menge des eingeführten Proteins. Dieses versteht sich eigentlich von selbst, da aus dem Protein der Nahrung sich die Blutkörperchen bilden, die den Sauerstoff binden und auf sich verdichten. Je grösser also die Anzahl der Blutkörperchen ist, je mehr Sauerstoff wird von dem Blute aufgenommen und in den Körper übergeführt werden. Beim Athmen in reinem Sauerstoff, bei grösster Häufigkeit und Tiefe der Athemzüge wird, wenn die Anzahl der Blutkörperchen gleichbleibt, nicht mehr verbrannt als unter regelrechten Verhältnissen.

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1879, 3, 351.

Werden dem Proteïn in der Nahrung Fett und Kohlenhydrate zugesetzt, so ändern diese in der Zahl der Blutkörperchen nichts, es wird daher nicht mehr umgesetzt und verbrannt, als wenn Proteïn allein verzehrt wird. Es muss daher bei Zusatz solcher Nahrung, weil dadurch nicht mehr zerstörender Sauerstoff verfügbar wird, ein Ansatz von Substanz (entweder Wachsthum oder Mastung) eintreten. Diese Aufspeicherung von Substanz im Körper bei der gemischten Nahrung von Proteïn, Fett und Kohlenhydraten, für welche eine richtige Erklärung bis jetzt fehlt, fällt zum Theil auf Ansatz von Fleisch aus dem Nahrungs-Proteïn, zum Theil auf den Ansatz von Fett. Das abgelagerte Fett kann entweder aus dem Nahrungsfett stammen, was aber in den meisten Fällen zur Deckung nicht hinreicht¹⁾, oder aus den Kohlenhydraten oder aus dem Proteïn der Nahrung. Die Bildung des Fettes aus Kohlenhydraten halten v. Pettenkofer und C. Voit für nicht wahrscheinlich. Zunächst fanden sie in mehreren Versuchen (siehe weiter unten), dass bei einem Hunde bei reichlicher Proteïnzufuhr nicht aller Kohlenstoff im Athem, Harn und Koth wieder zum Vorschein kam, der sich nach der im Harnstoff gemessenen Menge des umgesetzten Proteïns in den anderen Ausscheidungen aus dem Körper hätte ergeben müssen; es war eine kohlen- und wasserstoffhaltige Substanz aus dem umgesetzten Proteïn im Körper zurückgeblieben, derselbe hatte Fett angesetzt.

Dieselbe Schlussfolgerung zieht E. Voit²⁾ aus Versuchen, die auf ähnliche Weise wie die vorstehenden angestellt waren. M. Cremer³⁾ zeigt durch einen Versuch an einer Katze, dass der aus dem Proteïn zurückgehaltene Kohlenstoff nicht in Form von Glykogen — woraus auch weiter Fett entstehen könnte — sondern in Form von Fett abgelagert wird.

Hiernach scheint die Bildung des Fettes aus Proteïn wenigstens beim Fleischfresser erwiesen zu sein.

Es sind aber auch Gründe geltend gemacht, dass bei dem Pflanzenfresser das Fett aus dem Proteïn seine Entstehung nimmt. So fand R. Fischer⁴⁾, dass bei Bienen durch eine Futtermischung von 1 Thl. Hühnerei und 2 Thln. Kandislösung (oder auch wie 1:3) eine erstaunliche Wachserzeugung erzielt wurde. Ein schwaches Völkchen hatte eine grosse Anzahl Brutzellen zu verpflegen; die geringe Volkszahl genügte nicht zur regelrechten Ernährung der ungeheuren Brutmenge; auch fehlte es im Stock nicht an leeren Waben und doch begann das Völkchen den Wachsbaue in Folge einer Fütterung mit dem stickstoffhaltigen Hühnerei. Ausserdem macht er darauf aufmerksam, dass 1. die Wachserzeugung der frei im Naturhaushalte sich bewegenden Bienen am höchsten ist zur Zeit der reichsten stickstoffhaltigen Pollenernte z. B. in der Rapsblüthe, 2. sich eine auffallende Wachserzeugung zeigt, wenn die eingeschlossenen Versuchsbienen neben dem Honig noch Pollen geniessen. Diese Thatsache lässt sich allerdings, wie v. Liebig bemerkt, auch so erklären, dass die Höhe der Wachsbildung von der Ausbildung gewisser Organe abhängt, deren durch grössere Proteïn-Zufuhr gesteigerte Ernährung eine erhöhte Wachserzeugung zur Folge hat. Auch haben neuere und genaue Wägungsversuche von E. Erlenmeyer und v. Planta-Reichenau⁵⁾ gezeigt, dass Bienen aus fast stickstofffreiem Kandiszucker Wachs zu erzeugen vermögen, nämlich aus 18 g Zucker 1,589 g Wachs; bei reiner Honigfütterung entstanden aus 18 g trockenem Honig 0,471 g Wachs; bei Berücksichtigung des Proteïngehaltes des Honigs würden noch 0,822 g Wachs auf den Zucker des Honigs entfallen. Bei einem Futter von 1,18 Thln. Kleberpepton, 100 Thln. Zucker und 60 Thln. Rosenwasser wurde weder Honig noch Wachs abgesetzt; ein Futter von 3,42 g Zuckersyrup und 28 g Hühner-eiweiss hatte keine erhöhte Wachserzeugung zur Folge. Diese Forscher sind daher der

¹⁾ V. Subbotin sowohl (Zeitschr. f. Biologie 1870, 6, 73) als auch Radziejewsky (Virchow's Archiv 1868, 268) legen nach ihren Versuchen dem Fettansatz aus Nahrungsfett wenig Gewicht bei.

²⁾ Münchener med. Wochenschr. 1892, 39, 460.

³⁾ Ebendort 1897, 44.

⁴⁾ Landw. Versuchsstationen 1866, 8, 31.

⁵⁾ Bienenztg. 1880. Nr. 1.

Ansicht, dass das Bienenwachs nicht aus den stickstoffhaltigen, sondern den stickstofffreien Substanzen, vorwiegend aus Zucker erzeugt wird. Zwar haben C. Voit¹⁾ und G. Kühn in Gemeinschaft mit M. Fleischer²⁾ bei Milchkühen nachgewiesen, dass der durch den Stickstoff des Harns gemessene Proteinumsatz hinreicht, nicht nur den Kohlenstoff zur Bildung des in der Milch abgeschiedenen Fettes zu liefern, sondern auch, wenn das verdaute Nahrungsfett hinzugezogen wird, den für den erzeugten Milchzucker erforderlichen Kohlenstoff zu decken; auch glauben H. Weiske und E. Wildt³⁾ selbst bei Schweinen, welche durchweg im Verhältniss zum Protein ein an Kohlenhydraten reiches Futter (1:6—9) verzehren, nachgewiesen zu haben, dass die in einem proteinarmen Futter verabreichte Proteinmenge hinreicht, sowohl das im Körper angesetzte Protein wie auch das Fett zu decken; allein bei letzterem Versuch war der Gehalt des Futters (Kartoffeln) an nicht proteinartigen Verbindungen nicht berücksichtigt, und hat gerade beim Schwein Fr. Soxhlet⁴⁾ durch Fütterung von Reis unter Berücksichtigung aller Vorsichtsmassregeln nachgewiesen, dass 5—6-mal mehr Fett während dieser Fütterung gebildet wurde, als aus dem Protein hätte entstehen können. W. Henneberg, Kern und Wattenberg⁵⁾ kommen durch Fütterungsversuche bei Schafen zu dem Ergebniss, dass Protein und Fett der Nahrung nicht ausreichen zur Bildung des angesetzten Fettes, dass 42% desselben aus Kohlenhydraten entstanden sein mussten. B. Schulze⁶⁾ hat bei Gänsen nachgewiesen, dass in einem verhältnissmässig protein- und fettarmen Futter die Kohlenhydrate sich wesentlich an der Fettbildung betheiligen.

Zu ganz denselben Ergebnissen gelangte Stan. Chaniewsky⁷⁾ bei Gänsen, welche Gerste bezw. Reis als Futter erhielten.

N. Tschioewinsky⁸⁾ stellte mit Schweinen Versuche an, welche mit Gerstenschrot gefüttert wurden; er findet, dass zur Bildung der Mengen Fett während der Fütterungszeit die verabreichten Proteinstoffe nicht ausreichen, dass die gebildeten Fettmengen weit hinter den Fehlergrenzen lagen und nur unter der Annahme der Theilnahme der Kohlenhydrate an der Fettbildung erklärt werden konnten.

Meissl und Strohm⁹⁾ haben die Frage der Fettbildung ebenfalls an Schweinen geprüft, aber sich dabei eines anderen Verfahrens bedient, indem sie sämtliche Futter-Einnahmen und Ausgaben in Koth, Harn und Athmungserzeugnissen während eines längeren Zeitraumes ermittelten und auf diese Weise zahlenmässig die Fetterzeugung am Körper verfolgten. Das Schwein erhielt anfänglich Gerste, später Reis; das für den Tag zum Ansatz gelangte Fett vertheilte sich wie folgt:

Fett aus der Nahrung	7,9 g im Tage
„ aus dem im Körper zerfallenen Protein	33,6 g „ „
„ aus Kohlenhydraten neu gebildet	310,3 g „ „

Es ist in diesem Versuch, selbst wenn man alles Fett der Nahrung als verdaut annimmt, und aus dem im Körper zerfallenen Protein die grösstmögliche Menge Fett entstehen lässt, immer noch 7—8-mal mehr Fett aus Kohlenhydraten entstanden.

In weiteren Versuchen¹⁰⁾ fanden Meissl, Strohm⁹⁾ und v. Lorenz, dass beim Schwein bei Reismehlfütterung 82,2—88,3%, bei Gerstenfütterung 71,1% und bei einer proteinreichen Fleischmehl-Reisfütterung noch 4,6% des Fettes aus Kohlenhydraten gebildet waren.

¹⁾ Chem. Centralbl. 1869, 494.

²⁾ Landw. Versuchsstationen 1868, 10, 418.

³⁾ Zeitschr. f. Biologie 1874, 10, 1.

⁴⁾ Zeitschr. d. landw. Vereins in Bayern 1881, 1.

⁵⁾ Zeitschr. f. Biologie 1881, 17, 295.

⁶⁾ Landw. Jahrbücher 1882, 11, 57.

⁷⁾ Zeitschr. f. Biologie 1884, 20, 179.

⁸⁾ Landw. Versuchsstationen 1883, 29, 317.

⁹⁾ Sitzungsberichte d. k. k. Akad. d. Wissenschaften. Wien 1883. Juli-Heft.

¹⁰⁾ Zeitschr. f. Biologie 1886, 22, 63.

Wenn hiermit die Fettbildung aus Kohlenhydraten beim Pflanzen- und Allesfresser erwiesen war, so blieb dieselbe beim Fleischfresser noch eine offene Frage.

Indess zeigen Versuche von Imm. Munk¹⁾ an einem Hund, welcher, nachdem er während einer 31-tägigen Hungerzeit sein Körperfett eingebüsst hatte, während 25 Tage täglich 200 g Fleisch und 250 g Stärke + Zucker erhielt, dass auch beim Hunde die Bildung von Fett aus Kohlenhydraten statthaben kann. Munk berechnet, dass von den 960 g neugebildetem Fett im allernünftigsten Falle 162 bzw. 203 g, im günstigsten Falle sogar 692 g aus den gefütterten Kohlenhydraten gebildet sein mussten bzw. konnten.

Ein von M. Rubner²⁾ mit einem 6,2 kg schweren Dachshund, welcher nach einer Hungerzeit 100 g Rohrzucker, 85 g Stärke und 4,7 g Fett erhielt und bei welchem die sämtlichen Ausgaben im Respirationsapparat kontrollirt wurden, angestellter Versuch ergab ebenfalls eine Bildung von Fett aus Kohlenhydraten.

Auch Kumagawa und Kaneda³⁾ konnten bei einem abgemagerten Hunde, der reichlich mit Fleisch ernährt wurde, keine Fettbildung aus Proteïn feststellen; dagegen waren das gleichzeitig mitaufgenommene Fett und die Kohlenhydrate fast vollständig als Fett aufgespeichert.

E. Pflüger⁴⁾ nimmt, ebenso wie in der Frage über die Quelle der Muskelkraft, so auch in der über die Fettbildung den ursprünglichen v. Liebig'schen Standpunkt ein. Er hält die ersten Versuche von v. Pettenkofer und Voit aus bereits besagten Gründen nicht für einwandfrei und die sonst für die Entstehung des Fettes aus Proteïn angegebenen Gründe nicht für stichhaltig. Die reichliche Fettscheidung in der Milch nach reichlicher Fleischfütterung kann auch vom Körperfett herrühren, das bei der fettigen Entartung der Zellen nachgewiesene Fett von aussen eingelagert worden und das bei Phosphorvergiftung beobachtete Fett auch aus Kohlenhydraten entstanden sein.

Bei der Entstehung des Leichenwachses, der Fütterung der Fliegenmaden, wirken nach Pflüger niedere Pilze mit, so dass bis jetzt kein triftiger Grund für die Entstehung des thierischen Körperfettes aus Proteïn geltend gemacht werden kann.

Nach E. Pflüger wird in erster Linie stets das in der Nahrung zugeführte Proteïn — nach Umwandlung in Zellenproteïn — umgesetzt; reicht die zugeführte Menge Proteïn nicht aus, den nöthigen Bedarf zu decken, dann werden auch gleichzeitig Fett bzw. Kohlenhydrate zersetzt, und wird ein Ueberschuss an letzteren zugeführt, so wird dieser Ueberschuss entweder als solcher oder bei Kohlenhydraten nach Umwandlung als Fett angesetzt. Ein Ueberschuss an Proteïn in der Nahrung wird entweder zersetzt oder als Zellmasse bzw. Fleisch angesetzt; es wird dadurch Fett bzw. Kohlenhydrat am Körper vor Zerfall geschützt, aber es entsteht aus Proteïn selbst kein Fett.

Hiernach ist auch die Frage der Fettbildung im Thierkörper noch nicht völlig aufgeklärt. Am wahrscheinlichsten erscheinen die von M. Kaufmann⁵⁾ aus seinen Versuchen⁶⁾ gezogenen Schlussfolgerungen, welche also lauten:

1. Alle Nährstoffe können im Körper zur Fettbildung beitragen.
2. Bei dem Fleischfresser stammt das Körperfett direkt vom Proteïn und Nahrungsfett.
3. Die Kohlenhydrate können sich unmittelbar in Fett umwandeln; sie tragen aber besonders indirekt zur Fettbildung bei, indem sie die Umsetzung von Proteïn und Fett einschränken und das angesetzte Fett vor Verbrennung schützen.
4. Die Kohlenhydrate liefern die Kraftmengen für die unmittelbaren Bedürfnisse, Proteïn und Fett für die künftigen Bedürfnisse (potentielle Energie).

¹⁾ Archiv f. pathol. Anat. 1885, 101, 91.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1886, 22, 272.

³⁾ Centralbl. f. Physiol. 1895, 9, 721.

⁴⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1891, 51, 229.

⁵⁾ Arch. de Physiologie 1897, [3], 8, 329.

⁶⁾ Kaufmann liess Hunde abmagern und fütterte sie dann mit zuckergesättigter Milch, magerem Fleisch oder Schmalz.

Ueber die Art der Fettbildung aus Protein kann man sich nach W. Henneberg¹⁾ folgende Vorstellung machen:

	C	H	N	O
100 Gewichtsthle. Protein enthalten	53,53	7,06	15,61	23,80
Für 33,45 Harnstoff ²⁾ ab	6,69	2,23	15,61	8,92
Stickstofffreier Rest	46,84	4,83	—	14,88
Dem Kohlenstoff im Rest entsprechen 61,15 Gewichts-				
theile Fett mit	46,84	7,37	—	6,94
Wasserstoff-Deficit	—	2,54	—	—
Sauerstoff-Ueberschuss	—	—	—	7,94
Zur Deckung des Wasserstoff-Deficits sind 22,86 Wasser				
erforderlich mit	—	2,54	—	20,32
Der Sauerstoff-Ueberschuss wird somit erhöht auf	—	—	—	28,26

Bei der Unzulässigkeit der Annahme, dass der überflüssige Sauerstoff sich im freien Zustande absplattet, sind zu den 100 Gewichtsthln. Protein, von denen man ausgegangen, noch so viel hinzuzunehmen ist, als erforderlich, um 28,26 Gewichtsthle. Sauerstoff in die End-erzeugnisse des thierischen Stoffwechsels: Harnstoff, Kohlensäure und Wasser überzuführen, nämlich 19,01 Gewichtsthle.; denn 19,01 Protein + 28,26 Sauerstoff = 6,36 Harnstoff + 8,28 Wasser + 32,63 Kohlensäure. Demnach können 119,01 Gewichtsthle. Protein günstigsten Falles 61,15 Gewichtsthle. oder 100 Protein 51,4 Fett liefern.

Ursache des Stoffwechsels.

Nach der Entdeckung des Sauerstoffs und der zuerst von Lavoisier entwickelten Ernährungstheorie nahm man eine Zeit lang an, dass die Umsetzung der Stoffe im Körper durch die direkte Einwirkung des Sauerstoffs veranlasst werde. Man dachte sich den Vorgang wie die Verbrennung im Ofen, wobei sich der Sauerstoff direkt mit dem Kohlenstoff und Wasserstoff verbindet und dieselben in Kohlensäure und Wasser überführt. Diese direkte Verbrennung sollte sogar einzig in dem Feuerherde der Lungen oder im Blut vor sich gehen.

Da aber der Sauerstoff bei den vorhandenen Körpertemperaturen nicht auf die Protein-stoffe, Fette und Kohlenhydrate wirkt, ausserdem die Grösse der Umsetzung nicht von der Grösse der Sauerstoffaufnahme, sondern von der Grösse der Nährstoff- bzw. Proteinzufuhr abhängt, da ferner bei den Insekten der Sauerstoff ohne die Vermittelung des Blutes zugeführt wird und der Vogelembryo schon Kohlensäure entwickelt, bevor weder Blut noch Blutgefässe vorhanden sind, so kann der Sauerstoff nicht als Ursache und das Blut nicht als Ort der Zersetzung angesehen werden.

Ebenso wenig lässt sich, wie das früher wohl geschehen ist, das Ozon als Ursache der Umsetzung ansehen, weil es im Körper nicht nachgewiesen ist.

Aus diesen Gründen führte C. F. Schönbein³⁾ die Zersetzungs Vorgänge im thierischen Körper zuerst auf Gährungserscheinungen zurück.

Schönbein weist nach, dass alle organischen Stoffe, welche Gährung veranlassen, auch die Fähigkeit besitzen, Wasserstoffsperoxyd (H_2O_2) in Wasser (H_2O) und Sauerstoff (O) zu zerlegen; da durch die ganze Pflanzen- und Thierwelt Stoffe albuminöser Art vertheilt sind, welche (wie z. B. Blutkörperchen) gleich den Gährungsregern Wasserstoffsperoxyd zu spalten im Stande sind, so ist die Annahme einer allgemeinen Verbreitung von Enzymen berechtigt, welche in dem Pflanzen- und Thierkörper vielfache, der Gährung ähnliche Vorgänge und Spaltungen von Stoffen veranlassen.

¹⁾ Tagebl. d. 49. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Hamburg 1877, 169.

²⁾ Der bei der Spaltung des Proteins gebildet wird.

³⁾ Ueber die katalytische Wirksamkeit organischer Materien und deren Verbreitung in der Pflanzen- und Thierwelt. Zeitschr. f. Biologie 1864, 1, 273; 1865, 2, 1 u. 1867, 4, 367.

Thatsächlich hat G. Hüfner¹⁾ sowohl für das proteïnspaltende Enzym der Bauchspeicheldrüse wie für das zuckerbildende Enzym des Mundspeichels eine allgemeine Verbreitung im Thierkörper nachgewiesen. E. Brücke²⁾ fand das Pepsin des Magens im Muskel und im Harn. Nach v. Wittich³⁾ sind die Enzyme durch den ganzen thierischen Organismus verbreitet. Ihre Verbreitung wird wesentlich durch ihre grosse Diffusibilität durch die Gewebe unterstützt. E. Salkowski, Jaquet u. Andere⁴⁾ zeigten, dass alle Organe des Körpers, am stärksten Leber und Milz, ferner auch das von Blutkörperchen befreite Blutserum ein Oxydationsenzym enthalten, welches z. B. Salicylaldehyd in Salicylsäure, Hydrozimmtsäure in Benzoësäure zu oxydiren vermag. P. Grützner⁵⁾ hat festgestellt, dass durch Einführung von Nahrung und den dadurch ausgeübten Reiz die Enzym-Absonderung gesteigert, dagegen unter regelrechten Verhältnissen nie vollständig erschöpft wird.

Da schon durch ganz kleine Stückchen der thierischen Organe das Wasserstoffsperoxyd gasförmig zersetzt wird, so schliesst O. Nasse⁶⁾, dass das Wesen des Lebensvorganges in allen Organen und deren Elementen, den Zellen, ein Fermentationsvorgang ist.

Nach O. Schultzen und M. Nencki⁷⁾ geht der Zerfall der Proteinstoffe im Thierkörper in der Weise vor sich, dass sich dieselben unter dem Einfluss der Enzyme, zum Theil schon im Verdauungskanal, zum grössten Theil aber im Kreislauf der Stoffe, unter Aufnahme von Wasser, in Amidosäuren (Leucin, Tyrosin, Glykokoll) und stickstofffreie Körper spalten; erstere zerfallen weiter in Harnstoff, letztere werden unter Einwirkung des Hämoglobins als Sauerstoffträger zu Kohlensäure und Wasser verbrannt⁸⁾ (vergl. S. 266).

Auch Hoppe-Seyler⁹⁾ ist der Ansicht, dass neben den Oxydationen im Thierkörper fermentative Vorgänge verlaufen, die für den Lebensvorgang unentbehrlich scheinen. Als Beweis hierfür führt er folgende Thatsache an: 1. Im thierischen Organismus entstehen reducirte Stoffe, wie Urobilin, Bernsteinsäure, Hippursäure bei Einnahme von Chinasäure u. s. w.; diese verlassen neben unzweifelhaften Oxydationserzeugnissen den Körper im Harn. 2. Viele für die Oxydation sehr geeignete Stoffe können durch den Thierkörper noxydirt hindurchgehen. 3. Auch zeigt sich zwischen Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffaufnahme im lebenden Körper nicht stets ein beständiges Verhältniss. 4. Obwohl sich im lebenden Organismus Ozon nicht findet und nicht wohl finden kann, findet doch eine vollständige Auflösung verwickelt zusammengesetzter organischer Verbindungen zu Kohlensäure und Wasser statt, während wir durch die kräftigsten Oxydationsmittel, wie unterchlorigsaures Natrium oder übermangansaures Kalium, oft nur langsam und unvollkommen solche Oxydationen künstlich auszuführen im Stande sind. Diese Thatsachen können wir uns nach Hoppe-Seyler nur erklären, wenn wir neben den Oxydationen gleichzeitig fermentative Vorgänge im thierischen Körper annehmen.

Die Oxydationen in den Geweben kommen dadurch zu Stande, dass in den lebenden Zellen Wasserstoff, wie bei der Fäulniss, gebildet wird. Aber nur, wo kein Sauerstoff hinzutritt, findet Wasserstoffentwicklung statt. Bei hinreichendem Sauerstoffzutritt wird kein Wasserstoff frei, sondern er setzt sich mit dem molekularen Sauerstoff zu Wasser und atomistischem Sauerstoff ($H_2 + O_2 = H_2O + O$) um, welcher letztere die Oxydationen bewirkt¹⁰⁾.

¹⁾ Journ. f. prakt. Chem. 1874, 117, 372, 118, 1; 1871, 110, 53 u. s. f.

²⁾ Zeitschr. f. Chem. 1870, 60.

³⁾ Pflüger's Archiv f. Physiol. 1870, 4, 339 u. 1871, 5, 435.

⁴⁾ Vergl. E. Salkowski: Virchow's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1897, 147, 1.

⁵⁾ Pflüger's Archiv für Physiol. 1878, 12, 285 u. 16, 121.

⁶⁾ Ebendort 1877, 11, 138.

⁷⁾ Zeitschr. f. Biologie 1872, 8, 124.

⁸⁾ Dieses stickstofffreie Spaltungserzeugniss soll, wie wir oben S. 305 gesehen haben, unter Umständen auch den Stoff zur Fettbildung abgeben.

⁹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. 1876, 1, 128.

¹⁰⁾ Veranlassung zu dieser Annahme gab die Beobachtung, dass Sauerstoff durch Palladiumwasserstoff aktiv gemacht wird.

Die die Zersetzung bewirkenden Enzyme sind nach F. Hoppe-Seyler¹⁾ vorzugsweise in den Drüsen und Muskeln angehäuft und müssen daher wesentlich hier die Zersetzungen verlaufen. Blut und Lymphgefäße besitzen weder nachweisbare Enzyme noch hervorragende oxydirende Eigenschaften, welche zu der Annahme berechtigen könnten, dass in Blut und Lymphe der Ort der wesentlichen chemischen Lebensvorgänge oder überhaupt der Zerfall der Nährstoffe zu suchen ist.

In Folge der Zersetzungs Vorgänge in Muskeln und Drüsen wird die Masse derselben beeinträchtigt; Muskeln und Drüsen sind keine stabilen Apparate, sie verbrauchen sich schnell, während neue Elemente an die Stelle der alten treten. Der Anwachs wird durch die junge, entwicklungsfähige Zelle vermittelt; denn sie allein ist der Aufnahme auch von nicht gelösten Nährstoffen fähig und ihre Vermehrung ist von der reichlicheren oder karger Ernährung des Organismus abhängig; sie besitzt die Fähigkeit, fermentative Vorgänge und Oxydationen organischer Stoffe bei Zutritt atmosphärischen Sauerstoffs auszuführen.

Die Ansicht Nasse's und Hoppe-Seyler's findet eine Stütze in den Untersuchungen von E. u. H. Salkowski, E. Baumann und L. Brieger; nach diesen entstehen bei der Fäulniss der Proteinstoffe ausserhalb des Organismus eine Reihe Stoffe, welche wie Indol, Phenol, Skatol und aromatische Säuren, auch im thierischen Organismus (bei der Verdauung) bezw. in den Ausscheidungen vorkommen.

Wenngleich nun auch nach Nencki ein Freiwerden von Wasserstoff und eine Aktivierung des Sauerstoffs d. h. Zerlegung in Atome ($O_2 = O + O$) auf diese Weise²⁾ in lebendigen Zellen nicht angenommen werden kann, so findet doch nach Radziszewsky's und den Untersuchungen Nencki's allgemein bei der Oxydation organischer Verbindungen in Gegenwart von Alkalien eine Spaltung des indifferenten atmosphärischen Sauerstoff-Moleküls in seine Atome statt. Die Rolle der Alkalien hierbei können nach Radziszewsky auch organische Basen wie Neurin, überhaupt Basen von der Formel $R_2 - N - OH$ übernehmen. Da es ferner eine Reihe organischer Stoffe (wie Aldehyde, mehratomige Phenole, die Leukoverbindungen der Farbstoffe) giebt, welche schon für sich allein, noch leichter aber bei Gegenwart von Alkali durch den molekularen Sauerstoff oxydirt werden, so kann man sich nach M. Nencki die Oxydationsvorgänge in den lebendigen thierischen Zellen durch Spaltung des indifferenten molekularen Sauerstoffs in seine Atome (in aktiven Sauerstoff) denken und erklären, ohne dass man das unwahrscheinliche Freiwerden von Wasserstoff in Folge von fermentativen Vorgängen zu Hilfe zu nehmen braucht³⁾.

Noch bestimmter wendet sich M. Traube⁴⁾ gegen die Hypothese Hoppe-Seyler's; er zeigt zunächst, dass die Vorgänge im Muskel durchaus nicht mit Fäulnissvorgängen verglichen werden können, indem z. B. frische Muskeln keine Salpetersäure in salpetrige Säure umzuwandeln vermögen, indem sich kein oder nur Spuren von Ammoniak in denselben findet, also keine Vorgänge vorhanden sind, welche die Fäulnissbakterien begleiten. Dann auch vermag nascirender Wasserstoff nicht den Sauerstoff zu aktiviren, da er kein Ozon zu bilden im Stande ist. Die oxydirenden Wirkungen des Palladiumwasserstoffs, welche Hoppe-Seyler für seine Ansicht geltend macht, beruhen nicht auf einer Aktivierung des Sauerstoffs, sondern darauf, dass Palladiumwasserstoff als autoxydabler Körper den Sauerstoff auf sich verdichtet und alle Mal zunächst nur Wasserstoffhyperoxyd bildet.

¹⁾ Archiv f. Physiol. 1873, 7, 399.

²⁾ So beobachtete Nencki einerseits bei der Pankreasfäulniss trotz grosser vorhandener Mengen von Sauerstoff starke Wasserstoffentwicklung, andererseits wurde von Pflüger und Valentin in den Ausathmungsgasen von Fröschen, die längere Zeit ohne Sauerstoffaufnahme leben können, kein Wasserstoffgas gefunden.

³⁾ Vergl. M. Nencki: Journ. f. prakt. Chem. 1881, N. F., 23, 87; 24, 498 u. 26, 1; ferner E. Baumann: Zeitschr. f. physiol. Chem. 1880, 4, 332.

⁴⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 1882, 15, 2421.

Was den Ort der Stoffzersetzung und den Aufbau neuer Zellen anbelangt, so ist C. Voit der Ansicht, dass die Zersetzungs Vorgänge vorzugsweise in den Geweben verlaufen, jedoch hält er eine Zerstörung und einen Wiederaufbau der Organe im Sinne Hoppe-Seyler's unter regelrechten Verhältnissen für sehr unwahrscheinlich¹⁾. Voit leugnet den Untergang organisirter Theile und den Aufbau neuer durch die Nährflüssigkeit nicht, jedoch scheint ihm die Grösse dieses Vorganges nur von untergeordneter Bedeutung gegenüber der Grösse der Zersetzung des Proteins zu sein; er beschränkt die Zerstörung der Zellen und den Wiederersatz (bei Erwachsenen) auf diejenigen Organe, wo man etwas davon sieht, also auf die Blutzellen, die Epidermis- und Epithelzellen, die Auskleidungszellen einiger Drüsen unter gewissen Umständen u. s. w.

Das in der Nahrung aufgenommene und in den Säftestrom übergegangene Protein unterliegt nach C. Voit alsbald und in erster Linie dem Zerfall, ohne vorher zu festen Bestandtheilen der Organe geworden zu sein. Voit unterscheidet daher zwischen circulirendem d. h. im Säftestrom befindlichem und Organ- oder fester gebundenem Protein. Zu dieser Unterscheidung wird er durch seine Versuche gezwungen. Wenn nämlich ein Thier mehrere Tage lang hungert, so wird, wie C. Voit fand, nur ein Bruchtheil des an seinem Körper befindlichen Proteins zersetzt, während alsbald unverhältnissmässig mehr zersetzt wird, sobald Protein in der Nahrung zugeführt wird. Alle Umstände, welche den intermediären Säftestrom vermehren, bringen auch eine Vermehrung der Proteinzersetzung hervor, so namentlich jegliche Zufuhr von Protein in der Nahrung; es muss daher zwischen diesem Säftestrom und der Proteinzersetzung ein Zusammenhang bestehen, aber nicht derart, dass das in der Ernährungsflüssigkeit befindliche Protein ohne weiteres zerfällt, sondern dass es an Orte kommt, wo sich die Bedingungen für seine Zersetzung finden, nämlich in der Wechselwirkung mit den Organen, in denen das Organ-Protein abgelagert und fester gebunden wird.

Dass zwischen den an den Organen fester gebundenen, sie konstituierenden Stoffen und denen des intermediären Säftestromes oder der Ernährungsflüssigkeit ein Unterschied besteht, geht noch schlagender aus folgenden durch einen Versuch von C. Voit festgestellten Thatsachen hervor:

Bei mehrtägigem Hunger wird nur mehr das an den Organen abgelagerte Protein, nachdem es in den Säftestrom gerathen ist, zersetzt; dabei werden auch alle die Bestandtheile frei, welche mit dem Protein einen Theil des Zelleninhaltes darstellen, so namentlich die Aschebestandtheile, welche dann als überflüssig im Harn und Koth entfernt werden. Gibt man alsdann nach der Hungerzeit ausschliesslich aschefreien Leim oder aschefreies Protein, so werden diese zerlegt und die Zersetzung des Organ-Proteins wird beschränkt oder aufgehoben; im Harn fehlen aber alsdann auch die vorher darin befindlichen Aschebestandtheile des Gewebes. Der etwaige Einwand, dass die Aschebestandtheile der im Körper zerstörten Zellen zurückgehalten werden und mit dem neuen Protein zum Aufbau dienen, ist für den Leim hinfällig, da von ihm erwiesen ist, dass er nicht zum Aufbau von Zellen dienen kann.

Aus diesen Gründen glaubt C. Voit zwischen circulirendem und fester gebundenem Organ-Protein unterscheiden und annehmen zu müssen, dass das im Säftestrom befindliche, circulirende Nahrungs-Protein direkt zerfällt, ohne vorher zu Organ-Protein geworden zu sein.

B. Schöndorff²⁾ dagegen beweist, dass die Grösse der Proteinzersetzung nicht vom circulirenden Protein, sondern vom Ernährungszustande der Zellen abhängt.

Da aber Panum und Falck u. A.³⁾ nachgewiesen haben, dass bei Hunden die Harn-

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1874, 10, 202 u. 218. Hier verwahrt sich C. Voit ausdrücklich gegen die Behauptung Hoppe-Seyler's, dass er die Zersetzung jemals in den Blut- oder Lymphstrom verlegt habe.

²⁾ Pflüger's Archiv f. Physiol. 1893, 54, 420.

³⁾ Vergl. Hermann's Handbuch der Physiologie, 6, 1, 107.

stoffausscheidung fast unmittelbar nach einer proteinreichen Nahrung ansteigt und den Höchstbetrag in etwa der 6. Stunde, nämlich etwa die Hälfte der dem verzehrten Protein entsprechenden Stickstoffmenge erreicht, so scheint die vermehrte Stickstoffmenge durch eine Zersetzung von dem verdauten und aufgenommenen, nicht aber von dem organisirten Nahrungs-Protein herzuführen, es sei denn, dass letzteres das Protein der Zellen verdrängt und zum Zerfall gebracht hat.

Auch E. Pflüger¹⁾ schliesst als Herd der Umsetzungen im Körper das Blut sowie den Säftestrom aus und verlegt denselben ebenfalls in die Zellen der Gewebe, hat aber im übrigen ganz andere Vorstellungen von der Ursache des Stoffzerfalles, als die genannten Forscher. Jede Zelle (thierische und pflanzliche) absorbirt nach Pflüger Sauerstoff und bildet Kohlensäure; diese Oxydation kann sich soweit steigern, dass Leuchten eintritt. Die Phosphorescenz verwesender Lebewesen, das Leuchten des Meereswassers wird durch lebende Zellen bedingt, meist durch Pilze von der Familie der Schizomyceeten. Bei Abschluss von Sauerstoff verlieren sie die Eigenschaft zu leuchten. Die thierischen Zellen hängen nun zusammen, sie bilden durch Continuität grosse Massen, die sich mit Riesenmolekülen vergleichen lassen. Das ganze Nerven- und Muskelsystem, sowie die übrigen von den Nerven abhängigen Apparate sind durch Continuität zu einem einzigen Zellennetz verbunden; mit einem Wort, der ganze empfindende und bewegende Apparat eines Thieres bildet ein einziges Riesenmolekül. Wenn nun in diesem grossen Zellennetz oder Riesenmolekül an irgend einem Punkte eine wenn auch noch so kleine Aenderung in der Gruppierung der Atome, eine Umlagerung entsteht, so wird sich diese der ganzen Masse des Moleküls mittheilen; es entstehen Veränderungen durch die ganze Masse des Moleküls, deren Grösse in gar keinem Verhältniss zur Kleinheit des ursprünglichen Angriffs steht.

Dem Molekül ist aber eine beständige Aenderung in seinem Gefüge eigenthümlich; die Selbstzersetzung geht auch ohne Einwirkung des Luftsauerstoffs vor sich. Bei Fröschen z. B. dauert die Kohlensäurebildung und -Ausscheidung, dauert also das Leben mit allen Funktionen noch viele Stunden lang fort, wenn den Thieren kein Atom freien Sauerstoffs mehr zugeführt wird²⁾. Der Sauerstoff bedingt also die chemischen Vorgänge des Lebens nicht; sie sind vielmehr von diesem innerhalb gewisser Grenzen unabhängig; das Leben wird durch die Selbstzersetzlichkeit des lebenden Moleküls unterhalten.

Die Selbstzersetzung ist nichts Widersinniges; sie tritt überall in der Natur dann auf, wenn die intramolekulare Bewegung, welche wir Wärme nennen, so stark ist, dass sie das Gefüge des Moleküls lockert und zerreisst; es nehmen alsdann die Atome eine andere Stellung an, es entstehen neue Anziehungen, welche stärker sind, als die, welche das Molekül zusammenhielten. Dafür, dass die Wärme die Stärke der den Lebensvorgang ausmachenden chemischen Umsetzungen bedingt, spricht der Umstand, dass beim Kaltblüter der Stoffwechsel proportional mit der äusseren (umgebenden) Temperatur steigt und fällt, d. h. Kaltblüter liefern um so mehr Kohlensäure, je wärmer die sie umgebende Luft ist. Beim Warmblüter treten, wie wir gesehen haben, diese Verhältnisse nicht oder umgekehrt hervor; diese besitzen aber besondere Einrichtungen, mittelst deren sie eine gleichbleibende Temperatur des Körpers zu erhalten im Stande sind (vergl. S. 276); eine Abkühlung des Körpers hat einen Reiz auf gewisse Nerven zur Folge, welche durch ihre Erregung reflectorisch den Stoffwechsel in den Muskeln steigern. Wird diese Wärmeregulation durch besondere Kunstgriffe unwirksam gemacht, so steigt und fällt auch hier die Höhe des Stoffwechsels mit der äusseren Temperatur gerade wie beim Kaltblüter.

¹⁾ Pflüger's Archiv f. Physiol. 1876, 10, 468; 11, 263; 18, 217.

²⁾ Wurde den scheidenden und kalt gehaltenen Fröschen, welche längere Zeit keinen Sauerstoff aufgenommen hatten, wieder Sauerstoff zugeführt, so kamen sie wieder zu sich; indem der Sauerstoff in die freien Verwandtschaften des Riesenmoleküls, das sich zu zersetzen aufgehört hatte, eintrat, begann das Leben aufs neue.

Aus diesen wie vielen anderen Versuchs-Ergebnissen schliesst Pflüger, dass das Wesen des lebendigen Stoffwechsels auf Selbstzersetzungen in dem Riesenmolekül beruht; es treten in demselben von selbst Umlagerungen in den Atomgruppierungen, ein Dissociationsvorgang auf, der bis zu einer gewissen Grenze auch ohne Zutritt von freiem Sauerstoff unabhängig von diesem verläuft. Zum fortwährenden Verlaufe desselben ist jedoch sowohl die Zufuhr von Sauerstoff als von Nährstoffen nothwendig, welche die zerfallenen und oxydirten Atomgruppen des Riesenmoleküls wiederherstellen.

Besondere Einflüsse auf den Stoffwechsel.

Nachdem wir den Weg und das Schicksal der Nahrung im menschlichen Körper, sowie die Bedeutung der Nährstoffe für die Lebensaufgaben kennen gelernt haben, erübrigt noch einige besondere Einflüsse auf den Stoffwechsel klarzulegen, um genauere Anhaltspunkte für die zweckmässige Zusammensetzung der Nahrung des Menschen zu erhalten.

Auf viele Versuche dieser Art ist schon in vorstehenden Ausführungen Bezug genommen. Behufs genauer Feststellung des Gesamtstoffwechsels bedient man sich allgemein des v. Pettenkofer'schen Respirationsapparates¹⁾; derselbe ermöglicht nicht nur alle Einnahmen und sichtbaren Ausgaben (Harn und Koth), sondern auch die nicht sichtbaren (insensibelen) Ausgaben (die Gase: Kohlensäure, Sauerstoff und Wasserdampf) vom Körper genau festzustellen.

Die auf diese und andere Weise erhaltenen Ergebnisse über verschiedene Einflüsse auf den Stoffwechsel sind folgende:

1. Stoffwechsel im Hungerzustande. Im Hungerzustande, wenn der Mensch keine oder nur eine sehr unzureichende Nahrung zu sich nimmt, hört der Umsatz der Körperstoffe nicht auf, sondern der Stoffwechsel besteht fort. Die Grösse des Stoffumsatzes muss zwar für denselben Thierkörper mit dem Stoffverlust allmählich geringer werden, indess kann dieselbe, da der hungernde Körper dieselbe Menge Wärme abgibt, wie der gesättigte Körper, für die Gewichtseinheit Körper, 1 kg, nicht wesentlich geringer sein. Der Körper zehrt also von seinem Vorrath, so lange dieser reicht.

Joh. Ranke²⁾ fand für einen Mann, der erst 24 Stunden gehungert hatte, in den folgenden 24 Stunden:

1. Körperverlust:		2. Ausgaben in den Ausscheidungen:	
		Stickstoff	Kohlenstoff
Gewicht vor dem Versuch	69,643 kg	In den flüssigen	8,024 g 3,65 g
„ nach „ „	68,513 „	In den gasförmigen	— „ 180,85 „
Also Verlust in 24 Stunden	1,130 kg	Im Ganzen	8,024 g 184,5 g

Dem während des Hungers ausgeschiedenen Stickstoff entspricht 50,7 g Proteïn, der Kohlenstoffmenge, die nicht durch Proteïn gedeckt wird, 198,1 g Fett; ausserdem waren noch 7,7 g sonstige feste Stoffe durch den Harn abgeschieden, so dass der Hauptverlust an Körpergewicht aus Wasser, nämlich $1130 - (50,7 + 198,1 + 7,7) = 873,5$ Wasser bestand.

¹⁾ Eine genaue Beschreibung eines solchen Apparates findet sich z. B. von W. Henneberg in: Neue Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. Göttingen 1870, 5; ferner von G. Kühn und O. Kellner: Landw. Versuchsstationen 1894, 44, 264.

²⁾ Joh. Ranke: Die Ernährung des Menschen. München 1876, 210—211.

C. Voit und v. Pettenkofer¹⁾ fanden z. B. bei einem Manne, der 12 Stunden vor Beginn des Versuchs keine feste Nahrung zu sich genommen hatte, während des Hungers im Vergleich zu der Zeit, wo er eine mittlere Kost zu sich nahm, folgende Zahlen bei Ruhe und Arbeit in 24 Stunden:

	Ausgeschiedene Kohlensäure	Ausgeathmetes Wasser	Aufgenommener Sauerstoff	Ausgeschiedener Harnstoff ²⁾
	g	g	g	g
I. Bei Ruhe:				
1. Im Hungerzustande	738	829	780	26,8
2. Bei mittlerer Kost	912	828	709	37,2
II. Bei Arbeit:				
1. Im Hungerzustande	1187	1777	1072	25,0
2. Bei mittlerer Kost	1285	2042	955	36,3

Hiernach wird bei mittlerer Kost mehr Kohlensäure, Wasser (und Harnstoff) ausgeschieden, als im Hungerzustande und bei Arbeit mehr als bei Ruhe. Während des Hungers ist aber die Menge des Stoffumsatzes bei Arbeit grösser als bei Ruhe; nur die ausgeschiedene Harnstoffmenge bleibt sich bei Ruhe wie bei Arbeit gleich, einerlei, ob Nahrung eingenommen wird oder nicht.

Die Grösse der Harnstoffausscheidung, Kohlensäureabgabe und Sauerstoffaufnahme ist im Anfange der Hungerzeit zuweilen grösser als im weiteren Verlaufe derselben; so wurde gefunden bei einem Hunde in 24 Stunden:

	Aus- geschiedene Kohlensäure	Aus- geathmetes Wasser	Auf- genommener Sauerstoff	Protein-(Fleisch-) Umsatz gemessen nach der Harnstoff- Ausscheidung	
	g	g	g	g	
1. In einer 10-tägigen Hunger- reihe, nachdem vorher 16 Tage 1500 g Fleisch ge- füttert waren.	6. Hungertag	366	400	358	175
	10. Hungertag	289	351	302	154
2. In einer 8-tägigen Hunger- reihe nach vorheriger län- gerer Fütterung mit 2500 g Fleisch.	2. Hungertag	380	281	371	341
	8. Hungertag	334	184	335	138

Dass im 2. Versuch im Anfange der Hungerzeit, nachdem vorher 2500 g Fleisch an den Hund verfüttert waren, mehr Protein umgesetzt wurde, als in dem 1. Versuch, bei dem vorher nur 1500 g verabreicht wurden, hat Voit u. v. Pettenkofer zu der Annahme geführt, dass dieser grössere Umsatz nur von dem grösseren noch vorhandenen Vorrath der Proteinnahrung herrühren könne, dass demnach zwischen letzterem Cirkulations-Protein und dem fester gebundenen Organ-Protein unterschieden werden müsse³⁾ (vergl. S. 308).

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1867, 2, 307 und Berichte der bayr. Akademie der Wissensch. in München 1867, 1.

²⁾ Die Menge des täglich ausgeschiedenen Harnstoffs gilt nach den vorstehenden Ausführungen (S. 266) als Massstab des Protein-Umsatzes.

³⁾ Hiermit steht auch ein Versuch J. Forsters (Zeitschr. f. Biologie 1875, 11, 496) im Einklang. Derselbe verfütterte an ein Thier einerseits defibrinirtes Blut, welches als lebendes Organ betrachtet werden kann, andererseits injicirte er Proteinlösungen (Hühnerprotein und Blutserum) und verfolgte in beiden Fällen die Harnstoffausscheidung. Um letztere deutlicher hervortreten zu lassen, versetzte er das Thier abwechselnd in den Hungerzustand. Es stellte sich nun heraus, dass bei Verfütterung von Blut, einem lebenden Organ, keine Vermehrung der Harnstoffausscheidung stattfand, dass dieselbe dagegen bald eintrat, sowohl wenn er dem hungernden Thier Proteinlösungen injicirte, als auch, wenn er Protein in der Nahrung verabreichte. Letzteres verhält sich daher von dem fester organisirten Blutprotein verschieden, es wird schneller und leichter als dieses zersetzt.

Der Stoffumsatz ist aber nicht einzig von dem Vorrath im Körper, sondern noch von verschiedenen anderen Umständen abhängig.

Bei dem Hungerkünstler Cetti machten Senator, Zuntz und Lehmann, Munk u. Müller¹⁾ während der 11-tägigen Hungerzeit folgende Beobachtungen:

1. Die Stickstoffausscheidung sank allmählich von 12,9 g auf 9,73 g oder der Fleischumsatz von 380 g auf 286 g.
2. Der Sauerstoffverbrauch betrug am 3.—6. Hungertage 4,65 cem, am 9.—11. Tage 4,73 cem für 1 kg Körpergewicht und 1 Minute.
3. Dementsprechend bewegte sich auch der respiratorische Quotient (vergl. S. 270) in nur engen Grenzen, nämlich zwischen 0,66—0,68.
4. Die Ausscheidung von Alkalien nahm von 6,5 auf 0,75 g täglich ab, ebenso nahm das Chlor ab, dagegen hielt sich das Verhältniss von Stickstoff : Phosphorsäure in den Ausscheidungen beständig und betrug durchschnittlich 45 : 1; da die Kalkausscheidung stark gesteigert war, so war ein Abschmelzen des Knochengewebes anzunehmen.
5. Das Indikan im Harn ging bis auf Spuren herunter, dagegen erfuhr das Phenol eine Zunahme um das 3—7-fache, das Aceton eine solche um das 48-fache gegenüber regelmässigen Verhältnissen; auch die gepaarten Schwefelsäuren waren wesentlich im Harn vermehrt.
6. An Koth wurden während der 10 Tage im ganzen nur 220 g ausgeschieden, mit 33,2 g Trockensubstanz, 13,5 g Fett und nur 2,0 g Stickstoff.

Aehnliche Ergebnisse erhielten die genannten Forscher²⁾ bei einem 21-jährigen Schuhmachergesellen Breithaupt während einer 6-tägigen Hungerzeit; die von diesem im Koth während eines Hungertages ausgeschiedenen Stoffe betragen:

Trockensubstanz	Stickstoff	Fett	Asche
2,0 g	0,11 g	0,57 g	0,25 g

In Folge des Hungerns wurde die Ausnutzungsfähigkeit für die später wieder zugeführte Nahrung (vergl. auch S. 249) nicht unwesentlich vermindert; die Verluste an Nährstoffen im Koth stellten sich nämlich wie folgt heraus:

Nährstoffe	Zeit vor dem Hunger			Zeit nach dem Hunger		
	in der Nahrung	im Koth	also Verlust	in der Nahrung	im Koth	also Verlust
Stickstoff . . .	31,28 g	2,87 g	9,2 %	32,44 g	4,12 g	12,7 %
Fett	357 "	12,65 "	3,5 "	346 "	25,10 "	7,3 "

Luciani³⁾ verfolgte die Stickstoffabgabe bei dem Hungerkünstler Succi von 62,4 kg Gewicht mit folgendem Ergebniss:

	1. Tag	10. Tag	29. Tag
Stickstoff . . .	13,8 g	6,7 g	4,1 g ⁴⁾ .

Ferner ermittelten die tägliche Stickstoffausscheidung im Harn durchschnittlich: Klemperer zu 4,0 g, Tuczek⁵⁾ bei 5-tägigen Versuchen zu 4,3 g, Sadooyen⁶⁾ bei je 1-tägigem Versuch zu 8,3 und 12,1 g, Paton und Stockmann⁷⁾ bei je

¹⁾ Berliner klin. Wochenschr. 1887, Heft 24, 425.

²⁾ Virchow's Archiv f. pathol. Anatomie 1893, 131, Supplementheft.

³⁾ Luciani: Das Hungern (deutsch von Fränkel). Hamburg 1890.

⁴⁾ Die Stickstoffmengen, nach Hüfner im Harn bestimmt, werden indes als zu niedrig bezeichnet.

⁵⁾ Archiv f. Psychiatrie 1885, 15, 798.

⁶⁾ Trudi Russ. Obsh. Ochrani Narod. Zdravie 1887, 12, 18.

⁷⁾ Proc. Royl Soc. Edinburg 1889, 16, 127.

5-tägigen Versuchen zu 3,4—5,4 g. W. Prausnitz¹⁾ stellte fest, dass die am 2. Hungertage ausgeschiedene Stickstoffmenge in Harn bei 12 von 15 verschiedenen Versuchspersonen grösser war als am 1. Hungertage; er fand die Menge des Harnstickstoffs im Durchschnitt wie folgt:

	Normaltag vor dem Hunger	1. Hungertag	2. Hungertag
Stickstoff	14,1 g	9,8 g	12,9 g

Diese Zunahme an Stickstoffumsatz am 2. Hungertage erklärt W. Prausnitz dadurch, dass am 1. Hungertage bereits ein grosser Theil der Stickstoffschützer, nämlich Fett und Kohlenhydrate, verbraucht werden und am 2. Tage an deren Stelle zur Deckung der nöthigen Stoffmenge eine erhöhte Menge Stickstoffsubstanz tritt.

Mit dem Protein verliert der Körper auch nach und nach seinen Fettbestand.

Wird während des Hungers ausschliesslich Fett verabreicht, so hört zwar die Fettabgabe vom Körper auf, nicht aber die Abgabe von Protein. So beobachteten v. Pettenkofer und E. Voit (l. c.) bei einem Hunde, der mit 1500 g Fleisch ins Stickstoffgleichgewicht²⁾ gebracht war, nach 10-tägigem Entzug von Nahrung wiederum 1500 g Fleisch bis zum Stickstoffgleichgewicht erhalten und vor dem Versuch 110,8 bezw. 111,8 g Harnstoff ausgeschieden hatte, folgende Harnstoff-Ausscheidung ohne und mit Fettzugabe (100 g) für den Tag:

Fettzugabe	Hungertag									Im Ganzen
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	
0	26,5 g	18,6 g	15,7 g	14,9 g	14,8 g	12,8 g	12,9 g	12,1 g	11,9 g	140,7 g
100 g	27,2 "	16,3 "	14,1 "	12,9 "	12,4 "	10,8 "	10,5 "	10,7 "	11,2 "	126,1 "

Durch die Fettfütterung hat der Proteinzerfall zwar nicht aufgehört, ist aber nicht unwesentlich herabgesetzt.

Auch hat C. Voit weiter nachgewiesen, dass der Proteinzerfall des hungernden Thieres wesentlich von der Körperbeschaffenheit d. h. von dem Verhältniss des Proteins zum Fett abhängig ist.

So lange sich daher noch genügend Fett im Körper befindet, wird nur wenig Körperprotein umgesetzt; ist aber der Fettvorrath erschöpft, so findet, um den Kalorienbedarf zu decken, eine Steigerung des Proteinzerfalls statt; solche Steigerung des Zerfalls von Körperprotein mit der Zeit des Hungerns beobachteten Voit, Falk, Feder und Schöndorff, Schimanski, ferner Rubner³⁾. Ist ein Thier an sich fettarm, so tritt nach denselben Versuchsanstellern die Steigerung der Stickstoffausscheidung schon alsbald ein. Die gegentheilige Annahme von Fr. N. Schulz⁴⁾, wonach die Schädigung, welche jede Zelle während der Hungerzeit unabhängig vom Fettgehalt durch den allmählichen Proteinzerfall erleidet, schliesslich zu einem grossen Absterben vieler Zellen und zur Umsetzung derselben führt, wird von M. Kaufmann⁴⁾ durch eingehende Versuche widerlegt und in vorstehendem Sinne erklärt.

Eine Wasser-Einnahme während des Hungerns bewirkt unter Umständen eine vermehrte Proteinzersetzung (bezw. Harnstoff-Ausscheidung). So wurde bei einem hungernden Hunde gefunden:

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1892, 29, 151.

²⁾ Ebendort 1901, 41, 167.

³⁾ Pflüger's Archiv d. ges. Physiologie 1899, 76, 379.

⁴⁾ Zeitschr. f. Biologie 1901, 41, 75.

Aufgenommene Wassermenge	Harn	Harnstoff	Änderung im Gewicht am Körper	Wasserausscheidung durch Haut und Lunge
0 g	177 g	16,7 g	- 385 g	207 g
1957 "	742 "	21,7 "	+ 880 "	335 "

Hier wurde durch die Wasseraufnahme die Harnstoff-Ausscheidung um 4,6 g vermehrt; in solchen Fällen jedoch, in welchen das aufgenommene Wasser dazu gedient hatte, den durch starke Bewegung während des Hungerns herbeigeführten Wasserverlust vom Körper zu decken, konnte keine Zunahme der Harnstoff-Ausscheidung festgestellt werden.

Bei kleinen und jungen Thieren ist der Stoffverlust vom Körper während des Hungerns bedeutender als bei grossen und erwachsenen Thieren. Dieses erhellt aus folgenden Zahlen für Muskelmasse und Harnstoff-Ausscheidung verschiedener Thiere im Hungerzustande:

	Gewicht des Körpers	Harnstoff während des Hungerns für den Tag	Muskelmasse am Körper	Auf 1 kg Muskelmasse: Harnstoff
Mensch	70,00 kg	19,2 g	29400 g = 42 %	0,65 g
Hund	10,12 "	7,4 "	4534 " = 45 "	1,63 "
Katze	2,50 "	3,8 "	1125 " = 45 "	3,37 "
Kaninchen	1,00 "	1,8 "	510 " = 51 "	3,53 "

Ähnlich verhält sich die Kohlensäureabgabe (vergl. S. 269); durchweg kann man beim Menschen auf 1 kg Körpergewicht und 1 Min. im regelrechten Zustande einen Verbrauch von 3—4,5 ccm (3,81 ccm im Mittel) Sauerstoff und eine Abgabe von 2,5—3,5 ccm (Mittel 3,08 ccm) Kohlensäure annehmen.

Der kleinere Organismus verliert daher während des Hungerns verhältnissmässig mehr von seiner Körper- oder Muskelmasse, als der grosse Organismus. Dieses hängt genau mit der Grösse des Stoffwechsels unter gewöhnlichen Verhältnissen zusammen, der bei dem kleinen Organismus im-Verhältniss zu dem grossen nicht unwesentlich lebhafter und stärker ist. Der junge und kleine Organismus bedarf für seine verhältnissmässig grösseren Leistungen, nämlich zur Hervorbringung mechanischer Arbeit und Wärme für dasselbe Körpergewicht einer entsprechend grösseren Nahrung als der ausgewachsene und grosse Organismus.

Nach M. Rubner ist, wie die weiter unten folgenden Ausführungen darthun, der Energiebedarf eine Funktion der Körperoberfläche d. h. proportional der Oberflächenentwicklung. Dieses gilt aber nur für Körperruhe, mittlere Aussentemperatur und regelrechten Ernährungszustand. Der Energiebedarf eines Hungerthieres aber nimmt, wie E. Voit ¹⁾ dargethan hat, nicht proportional der Körperoberfläche ab, sondern vermindert sich in dem Maasse, als der Proteïnbestand des Thieres sinkt, sodass der Energiebedarf im Verhältniss zur Zellmasse als Funktion besteht.

Durchweg fallen aber Kinder eher dem Hungertode anheim als Erwachsene.

Auch vertragen Fleischfresser den Hunger durchweg länger als Pflanzenfresser. Im Anfange des Hungerns sind die Ausgaben und die Gewichtsabnahme grösser, als in der späteren Zeit des Hungerns. An der Gewichtsabnahme sind alle Körperorgane, jedoch nicht immer in demselben Verhältniss betheiligt. Kinder sterben

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1901, 41, 112.

schon, wenn sie $\frac{1}{4}$ des Körpergewichtes, Erwachsene, wenn sie etwa $\frac{4}{10}$ — $\frac{5}{10}$ des Körpergewichtes verloren haben.

Die vielfach aufgeworfene Frage, wie lange ein Mensch, ohne Nahrung zu sich zu nehmen, zu leben im Stande ist, erledigt sich hiernach von selbst; sie lässt sich nicht im allgemeinen bestimmen, sondern ist lediglich individueller Natur. Je grösser der Bestand am Körper, je geringer der Stoffwechsel ist, sei es bedingt durch das Alter oder durch besondere krankhafte Zustände, desto länger wird der Mensch dem Hunger widerstehen. Man hat Fälle beobachtet, wo Menschen schon am 3. und 4. Hungertage starben, andere 10—12 Tage dem Tode widerstanden. Wenn aber Wassergenuß freisteht, können Menschen wochenlang, 20—30 Tage, ohne Nahrung leben; ja Tiedemann führt Fälle an, in welchen Hungernde, welche Wasser geniessen konnten, 50 und mehr Tage ausdauerten.

Nur so lässt sich erklären, dass Kranke, welche nur Wasser geniessen, längere Zeit ohne jegliche Nahrung am Leben bleiben.

Durch gewisse krankhafte Zustände, besonders durch Rückenmarksleiden kann das Nahrungsbedürfniss sehr herabgesetzt werden. Gewisse Rückenmarksverletzungen rufen beim Menschen einen sehr geringen Stoffwechsel hervor, der alsdann dem der kaltblütigen Thiere gleicht, welche wie Schlangen und Salamander ein halbes Jahr und darüber ohne Nahrung leben. Mit solchen Leiden behaftete Personen sind nicht selten das Werkzeug religiöser Schwärmerei geworden, indem man in ihnen etwas Uebernatürliches erblicken zu müssen glaubte.

Das Gefühl des Hungers und Durstes entsteht wie alle Empfindungen und Schmerzen, durch gewisse Einwirkungen auf das Nervensystem. Es sind nagende und drückende Gefühle im Magen, verbunden mit Zusammenziehungen, Gasanhäufung und Schmerzen. Die Blutbildung im Körper ist eine geringere, und es strömt den einzelnen Organen weniger Blut zu als bei regelrechter Nahrung. Dadurch ist Wärme- und Kraftbildung im Körper auf einen Mindestbetrag beschränkt und stellt sich bei Hungernden ein starkes Frieren und Frösteln ein.

W. Prausnitz (l. o.) glaubt indess auf Grund mehrerer Beobachtungen, dass das Hungern als solches nicht schmerzhaft bezw. nicht mit einer Störung des Allgemeinbefindens oder einzelner Organe (Magen, Darm) verbunden sei; vielmehr sollen die unglücklichen Verhältnisse derer, die zum Hungern gezwungen sind, einen derartigen niederschlagenden Einfluss auf die Psyche ausüben, dass denselben der Hungerzustand unerträglich erscheint.

2. Stoffwechsel bei reiner Protein- oder Fleischnahrung.

Man könnte leicht zu der Ansicht verleitet werden, dass eine in der Nahrung eingenommene Menge Protein, welche der während des Hungers umgesetzten entspricht, hinreichen müsste, den Verlust vom Körper zu decken. Das ist aber nicht der Fall. Führt man eine dem Umsatz im Hungerzustande entsprechende Proteinmenge zu, so wird mehr Protein umgesetzt, als eingenommen wurde. Denn es ist der Stoffwechsel im Hungerzustande auf ein Mindestmass herabgesetzt, es gehört zur Erhaltung eines kümmerlichen Zustandes in der Regel $2\frac{1}{2}$ -mal so viel Nahrungsprotein, als Körperprotein im Hungerzustande zersetzt wird.

Ueberhaupt richtet sich der Proteinumsatz nach den Versuchen von Bischof, C. Voit und v. Pettenkofer ¹⁾ wesentlich nach der Menge des Nahrungsproteins.

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1867, 3, 1 und 1871, 7, 433.

Der Körper setzt bis zu einer gewissen Grenze so viel um, als er einnimmt, er vermag sich fast mit jeder Menge Protein ins Gleichgewicht zu setzen.

Dieses kann bei demselben Thiere unter verschiedenen Körperzuständen durch die verschiedensten Mengen Nahrungsprotein geschehen. War z. B. nach Voit's Versuchen der Körper durch vorhergehende reichliche Fleischnahrung proteinreich geworden, so genügten 1500 g Fleisch nicht, um den vorher erlangten höheren Proteinbestand des Körpers zu erhalten; war dagegen durch vorhergehende spärliche Proteinzufuhr der Körper arm an Protein geworden, so reichten 1500 g Fleisch aus, um seinen Proteinbestand zu erhalten und zu vermehren.

Es giebt aber eine obere und untere Grenze, über und unter die hinaus ein Gleichgewichtszustand des Körpers unmöglich ist.

Die obere Grenze ist in der Aufnahmefähigkeit des Darmes für Protein gegeben. Mit 2500 g Fleisch vermochte sich der 35 kg schwere Hund noch ins Stickstoffgleichgewicht zu setzen; 2600 g Fleisch konnte er noch verdauen und setzte dabei 126 g Fleisch an; 2900 g Fleisch war er aber nicht mehr zu verdauen im Stande, es trat Erbrechen und Durchfall mit Entleerung von unverändertem Fleisch ein.

Die untere Grenze richtet sich nach dem Bestande des Körpers an Protein; ist der Körper reich an Protein, so liegt die untere Grenze höher, ist er arm daran, so liegt sie tiefer. Mit 480 g als der geringsten zuzuführenden Menge vermochte sich der 35 kg schwere Hund noch ins Stickstoffgleichgewicht zu setzen. Bei 480 g Fleischezufuhr nahm die Umsetzung des Proteins so lange ab, bis sie der Zufuhr von 480 g gleich war; bei 2500 g Fleischezufuhr nahm die Umsetzung so lange zu, bis 2500 g zersetzt wurden. Mit einer jeglichen Fleischezufuhr, welche zwischen 480 g oder 2500 g lag, vermochte sich also der Hund ins Stickstoffgleichgewicht zu setzen.

Bei geringer Fleisch- bzw. Proteinzufuhr giebt der Körper neben Fleisch auch noch Fett von seinem Körper her, bei grösserer Zufuhr dagegen kann Fett angesetzt werden. Dieses erhellt aus folgenden Zahlen:

Nr. des Versuchs	Fleisch verzehrt	Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper	Fett am Körper	Sauerstoff aufgenommen	Sauerstoff zur Zersetzung nöthig
I.	0 g	195 g	- 165 g	- 90 g	330 g	329 g
II.	500 "	599 "	- 99 "	- 47 "	341 "	332 "
III.	1000 "	1079 "	- 79 "	- 19 "	453 "	398 "
IV.	1500 "	1500 "	0 "	+ 4 "	487 "	477 "
V.	1800 "	1757 "	+ 43 "	+ 1 "	- "	592 "
VI.	2000 "	2044 "	- 44 "	+ 58 "	517 "	524 "
VII.	2500 "	2512 "	- 12 "	+ 57 "	- "	688 "

Diese Zahlen zeigen wie die obigen, dass der Proteinumsatz ganz der Proteineinnahme parallel geht; selbst bei ganz grosser Proteinzufuhr, die den Proteinumsatz beim Hunger um das Zehnfache übersteigt, wird nicht nur alle eingeführte Menge Protein umgesetzt, es kann sogar noch Protein vom Körper, Körperprotein, wenn auch nur in geringer Menge, abgegeben werden¹⁾.

¹⁾ Nach O. Hagemann (Landw. Jahrbücher 1891, 20, 261) wird unter gewissen Verhältnissen (während der Laktation, bei der Umwandlung des Proteins in Organprotein des Uterus und der Föten, bei Carcinombildungen) mehr Protein zersetzt als der Proteinmenge in der Nahrung entspricht; es muss also, da im Thierkörper Proteinabkömmlinge nicht wieder in Organprotein umgewandelt werden in diesen Fällen eine besondere, den Proteinumsatz steigernde Ursache vorhanden sein.

Bei geringer Proteinzufuhr wird Fleisch und Fett vom Körper zersetzt; diese Menge wird mit steigender Proteinzufuhr immer geringer, bis bei einer gewissen Menge — hier 1500 g — mehr oder minder Stickstoffgleichgewicht eintritt. Giebt man darüber hinaus noch stetig steigende Protein-(Fleisch-)mengen, so wird zwar aller eingenommene Stickstoff im Harn und Koth wieder ausgeschieden, aber ein nicht unerheblicher Theil des Kohlenstoffs erscheint nicht wieder in den Ausscheidungen, sondern bleibt im Körper zurück. Dieser zurückgebliebene Kohlenstoff kann nach den genannten Versuchsanstellern nur in Form von Fett angesetzt sein.

Die Menge des aus dem Protein abgelagerten Fettes ist in manchen Fällen nicht unbedeutend; sie betrug in Procenten des zersetzten trocknen Fleisches ausgedrückt 4,3–12,2 $\frac{0}{10}$, während sich in dem trocknen Fleische höchstens 3,8 $\frac{0}{10}$ Fett befanden. Hiernach scheint die Fettbildung aus Protein bei dem Fleischfresser erwiesen zu sein.

Ferner lehren die Zahlen, dass mit der Menge der Proteinzufuhr auch die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs proportional ansteigt. Früher nahm man an, dass die Grösse der Umsetzungen im Körper sich nach der Menge des eingeathmeten Sauerstoffs richte, dass erstere durch letzteren bedingt werde. Hier sehen wir jedoch, dass die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs sich nach der Menge des aufgenommenen Proteins richtet, dass die Sauerstoffaufnahme durch die Nahrungsaufnahme, d. h. durch die Menge des zugeführten Proteins bedingt wird.

Ein grosses Feuer erfordert viel Brennstoff; da der Zutritt von Sauerstoff unbeschränkt ist, so hängt die Grösse der Verbrennung und des Heizerfolges lediglich von der Menge des zugeführten Brennstoffes ab. Soll die Grösse der Flamme fort erhalten werden, so ist stets die grössere Menge Brennstoff zuzulegen; geschieht dieses nicht, so geht die Flamme bald auf den niederen Stand zurück. Ganz ähnlich ist es mit der Proteinzufuhr. Ist durch Proteinzufuhr der Körper reich an Zellproteinen, so strömt eine grössere Menge Sauerstoff zu und unterhält eine gesteigerte Umsetzung; soll diese gesteigerte Umsetzung fortbestehen, so muss stets eine grössere Menge Protein wieder zugeführt werden; im entgegengesetzten Falle sinkt dieselbe auf eine geringe Grösse herab. In diesem Ergebniss stimmen auch die Versuche E. Pflüger's¹⁾ mit den vorstehenden überein.

Es mag nun eine Verschwendung sein, ein grosses Feuer zu unterhalten, weil man mit einem geringeren dieselben Zwecke erreichen kann. Ist aber zur Erzielung einer grösseren Wirkung ein mächtigeres Feuer nothwendig, so kann der Verbrauch von grossen Mengen Brennmasse keine Verschwendung genannt werden.

Ebenso ist der durch eine grosse Proteinzufuhr hervorgerufene Proteinumsatz nur dann eine Verschwendung, wenn die durch den gesteigerten Umsatz bewirkte grössere Leistungsfähigkeit des Thieres eine Verschwendung ist.

Diese für die Grösse des Proteinumsatzes beim Fleischfresser gefundenen Gesetzmässigkeiten sind von W. Henneberg, G. Kühn, M. Märcker und E. Schulze²⁾ auch für den Pflanzenfresser nachgewiesen; auch hier richtet sich die Menge des Proteinumsatzes wesentlich nach der Menge der Proteinzufuhr.

Es ist daher von vornherein anzunehmen, dass dieses beim Menschen nicht minder der Fall sein wird. Allein, wenn es möglich ist, den Fleischfresser auf

¹⁾ Archiv f. d. ges. Physiologie 1892, 52, 1.

²⁾ Journ. f. Landw. in den Jahren 1870 u. 1871.

kürzere oder längere Zeit mit reinem Muskelfleisch völlig zu ernähren, so kann dieses in gleicher Weise nicht beim Menschen geschehen.

Der Mensch nämlich, der civilisirte wenigstens, dessen Verdauungsapparate einer gemischten Kost angepasst sind, kann die übergrossen Mengen Fleisch, welche zu seiner vollkommenen Ernährung nothwendig wären, nicht bewältigen.

Nach den Versuchen von v. Pettenkofer und C. Voit, wie denen von J. Ranke athmet der Mensch im regelrechten Zustande für den Tag etwa 200–210 g Kohlenstoff aus. Um diese in der Nahrung zu decken, müssten etwa 1600 g fettfreies Muskelfleisch genossen werden, da der Kohlenstoffgehalt des frischen Fleisches annähernd 12,5 % beträgt. Da aber auch gleichzeitig unter der Voraussetzung, dass alles Fleisch verdaut wird, im Harn eine grössere Menge Kohlenstoff abgeschieden wird, so würde diese Menge etwa auf 2000 g Fleisch für den Tag gesteigert werden müssen.

Es leuchtet von selbst ein, dass der Mensch diese grosse Fleischmenge nur mit Widerwillen und Ekel aufzunehmen vermag. Dazu kommt, dass derselbe bei ausschliesslicher Fleischnahrung nach Versuchen von J. Ranke¹⁾ noch stets Fett von seinem Körper hergiebt.

In einem Versuch gelang es neben 3371 g Wasser eine Aufnahme von 1832 g fettfreiem Rindfleisch zu erzielen; dasselbe war mit 70 g Fett und 31 g Kochsalz zubereitet. Der Versuch ergab:

Einnahmen			Ausgaben				
Stickstoff in Fleisch	Kohlenstoff im		Stickstoff im		Kohlenstoff im		
	Fleisch	Fett	Harn	Koth	Harn	Koth	Athem
62,29 g	229,36 g	50,72 g	40,90 g	3,29 g	17,96 g	14,88 g	231,20 g
	280,08 g		44,19 g		264,04 g		

Von dem verdauten Fleisch wurden also 18,1 g Stickstoff zurückbehalten, die 523 g Fleisch entsprechen; diese enthalten 65,5 g Kohlenstoff, die eigentlich im Körper zurückgeblieben sein müssten. Dieses ist aber nicht der Fall, wir sehen, dass von der Kohlenstoff-Einnahme nur 16,04 g nicht in den Ausgaben wieder erscheinen. Es muss somit noch Fett vom Körper zersetzt sein, um diese Mehrausgabe an Kohlenstoff zu decken.

Mit Fleisch allein vermag sich also der Mensch nicht völlig zu ernähren, er bedarf einer gemischten Kost, welche neben Proteïn noch eine gewisse Menge Fett enthält. Auch diejenigen Völker, welche keine Pflanzenkost, sondern nur thierische Nahrungsmittel geniessen, verzehren neben dem reinen Muskelfleisch sehr viel Fett und wissen letzteres wohl zu schätzen. Die Eskimos, welche fast nur vom Fischfleisch leben, trinken viel Thran, das Fett der Leber des Kabliaus. Andere, nur Thierkost verzehrende Völker schätzen das fettdurchwachsene Fleisch am höchsten und legen es als die ersten Leckerbissen zurück.

Andererseits beeinträchtigt Proteïnmangel in der Nahrung nach Th. Rosenheim²⁾ die Fettausnutzung — nicht die der Kohlenhydrate —, während nach J. Munk³⁾ Proteïnmangel in der Nahrung die ganze Verdauungsthätigkeit schädigt,

¹⁾ J. Ranke: Die Ernährung des Menschen. München 1876, 224–226.

²⁾ Chem. Centralbl. 1890, I, 401.

³⁾ Archiv f. pathol. Anat. u. Physiol. 1893, 132, 91.

indem es an Rohstoff zur Wiederersetzung der stetig zerfallenden Verdauungs-Drüsenzellen fehlt und schliesslich überhaupt kaum mehr Neigung zur Nahrungsaufnahme vorhanden ist. Jedoch wird nach Munk bei Proteïn-mangel am meisten die Ausnutzung des Fettes, beträchtlich die des Proteïns, am wenigsten die der Kohlenhydrate herabgesetzt.

Kommt es bei einer proteïnarmen, an Fett und Kohlenhydraten reichen Nahrung zum Stickstoff- und Körper-Gleichgewicht, so bedarf es hierzu ausnahmslos grösserer Nährstoffmengen als bei einer Kost von mittlerem Proteïngehalt, nämlich eines um 24—40 % höheren Wärmewerthes.

3. Einfluss der Albumosen und Peptone auf den Stoffwechsel.

Die Frage, wie sich die beiden proteolytischen Umsetzungsgruppen, die Albumosen und Peptone im Thierkörper verhalten, d. h. ob aus diesen wieder Proteïnstoffe (sog. Körperproteïn) zurückgebildet werden können, hat nach einer Reihe von theils an Thieren theils an Menschen angestellten Versuchen eine verschiedene Beantwortung erfahren, was nach obigen Ausführungen (S. 40—46) leicht daraus zu erklären ist, dass es gar verschiedene proteolytische Spaltungserzeugnisse, Albumosen und Peptone, giebt, welche sich weniger oder mehr von der Konstitution der ursprünglichen Proteïnstoffe entfernen, daher auch im thierischen oder menschlichen Organismus verschieden wirken müssen. Während man in der ersten Zeit nach Auffindung¹⁾ der Peptone dieselben für werthlose Zersetzungserzeugnisse gehalten hatte, lehrten Lehmann²⁾ und andere Physiologen, dass die Proteïnstoffe nur nach Ueberführung in Peptone ins Blut übergehen und dort oder in den Organen — nach Neumeister und Hofmeister schon in der Darmwandung — wieder in Proteïnstoffe zurückverwandelt werden. Nach den Untersuchungen von E. Brücke, ferner von C. Voit und Bauer³⁾ findet sich jedoch in den Chylusgefässen geronnenes Eiweiss und muss angenommen werden, dass die Proteïnstoffe auch im unveränderten Zustande von den Körpersäften aufgenommen werden können. Die Frage konnte daher nur durch wirkliche Ernährungsversuche entschieden werden, indem ermittelt wurde, ob es möglich ist, durch Verabreichung von Pepton an Stelle von genuinem Proteïn in der Nahrung den Körper auf seinem Proteïn-Bestande zu erhalten. Die ersten Versuche dieser Art wurden von Plösz⁴⁾, Maly⁵⁾, Plösz und Gyergyai⁶⁾, sowie von A. Adamkiewicz⁷⁾ angestellt, indem sie einem Thiere an Stelle von natürlichem Proteïn Pepton in der Nahrung verabreichten und dabei entweder die Zu- und Abnahme des Körpergewichtes verfolgten, oder aus der Stickstoff-Einnahme und -Ausgabe auf Ansatz oder Verlust von Körperproteïn schlossen. Sie folgerten sämmtlich aus ihren Versuchen, dass das Pepton das ursprüngliche Proteïn in der Nahrung zu ersetzen und wieder in Körperproteïn überzugehen vermag. Die Versuche waren aber einmal wegen der Art der Anstellung (zu kurze Dauer, Mangel an Vergleichsversuchen,

¹⁾ Tiedemann u. Gmelin: Die Verdauung nach Versuchen 1826.

²⁾ Lehmann: Physiolog. Chemie 1850, 2, 50.

³⁾ Zeitschr. f. Biologie 1869, 5, 536.

⁴⁾ Pflüger's Archiv f. Physiologie etc. 1874, 9, 323.

⁵⁾ Ebendort 1874, 9, 585.

⁶⁾ Ebendort 1875, 10, 536.

⁷⁾ A. Adamkiewicz: Die Natur und der Nährwerth der Peptone. Berlin 1876.

zu geringe Unterschiede etc.), andererseits deshalb nicht massgebend, weil die Natur des Peptons nicht genügend ermittelt war.

S. Pollitzer¹⁾ entsprach letzterer Bedingung; er stellte die Albumosen bezw. Peptone nach Kühne's Vorschrift her und gab in einer 25-tägigen Versuchsreihe einem 3 $\frac{1}{2}$ kg schweren Hunde eine aus 70 g stickstofffreier Reisstärke, 20 g Fett und etwas Kochsalz bestehende Nahrung, welcher abwechselnd Fleisch, Albumosen und Pepton in gleichwerthigen Mengen zugesetzt wurden. Die Ergebnisse waren folgende:

Versuchsreihe	Fütterung mit:	Zahl der Versuchstage	I	II	III	IV	V
			N im Harn	Harn + Koth N-Ausfuhr g	Tägliche N-Einfuhr g	N-Ansatz am Körper g	Körpergewichtsveränderungen g
I.	Fleisch	6	1,738	1,908	2,409	+ 0,501	+ 20
II.	Pepton	2	1,659	1,659	2,413	+ 0,584	- 30
III.	Fleisch	3	1,727	1,727	2,409	+ 0,512	+ 50
IV.	Protalbuminose	2	1,733	1,733	2,468	+ 0,665	+ 150
V.	Heteroalbuminose . . .	1	1,498	1,498	2,491	+ 0,823	+ 100
VI.	Fleisch	4	1,501	1,501	2,130	+ 0,459	+ 40
VII.	Gelatine	3	2,598	2,768	2,254	- 0,514	- 110
VIII.	Fleisch	5	1,495	1,665	2,130	+ 0,465	+ 90

Pollitzer schliesst hieraus, dass das Pepton dem Fleisch im Nährwerth nahezu gleich kommt, die Albumosen dagegen dasselbe übertreffen. Das Pepton scheint aber die Schleimhaut des Verdauungstraktus stärker zu reizen und deshalb eine gesteigerte Wasserabgabe vom Körper bezw. diarrhische Kothentleerungen zu veranlassen.

Auch v. Gerlach²⁾ erzielte ungünstige Ergebnisse mit Kühne's Pepton, insofern als die Thiere dasselbe sofort erbrachen. Indess lieferte eine erste 30-tägige Versuchsreihe mit abwechselnd Fleisch- und Albumose-Gaben, ferner eine 15-tägige Albumose- und eine 5-tägige Fleisch-Fütterung an zwei kleine Hunde das Ergebnis, dass bei der Albumose-Fütterung ein fortgesetzter Stickstoff-Ansatz im Körper statt hatte.

N. Zuntz³⁾ verwandete in ähnlicher Weise bei einem Hunde zwei käufliche Erzeugnisse dieser Art, nämlich: das Kochs'sche und Kemmerich'sche Pepton, die nur wenig echtes Pepton und viel Albumosen enthalten. Er brachte den 3,07 kg schweren Hund mit 120 g Fleisch und 20 g Fett ins Stickstoff-Gleichgewicht und ersetzte dann abwechselnd das Fleisch durch eines der Peptone; während der Fleischfütterung setzte das Thier im Tage durchschnittlich 0,24 g Stickstoff an, bei der Fütterung mit den Peptonen verlor es jedoch 0,480 bezw. 0,487 g Stickstoff vom Körper.

Als Zuntz jedoch neben 60,6 g Kemmerich'schem und 75,8 g Kochs'schem Fleischpepton für den Tag 70 g Reisstärke und 10 g Schmalz verfütterte, trat Stickstoffgleichgewicht ein. Hiernach besitzen die beiden genannten Erzeugnisse zwar nicht die vollen Wirkungen des Fleisches, indess nehmen sie durch geeignete Zusätze einen dem Fleisch gleichen Nährwerth an. Zu denselben Ergebnissen gelangten Carl Genth und E. Pfeiffer⁴⁾ durch Versuche am Menschen, und fanden weiter,

¹⁾ Pflüger's Archiv f. Physiologie etc. 1885, 37, 301.

²⁾ v. Gerlach: Die Peptone in ihrer wissenschaftlichen und praktischen Bedeutung 1891.

³⁾ Pflüger's Archiv f. Physiologie 1885, 37, 301 u. 313.

⁴⁾ Repertorium f. analyt. Chem. 1886, 73, 87 u. 104.

dass zwischen den beiden genannten Erzeugnissen bezüglich ihres Nährwerthes kein wesentlicher Unterschied besteht.

J. Munk¹⁾ prüfte Antweiler's Pepton, welches ursprünglich durch Einwirkung des proteolytischen Enzyms von *Carica Papaya* auf Fleisch hergestellt wurde und neben 4% Albumin nur 5,1% Pepton und 58,7% Albumosen enthielt, ebenfalls im Vergleich zu Fleisch auf seinen Nährwerth, indem er dieselben einem Hunde abwechselnd neben 75 g Reis, 75 g Fett und 4 g Kochsalz sowie 550 ccm Wasser verabreichte. Das Ergebniss war, dass durch das Albumose-Pepton gerade so gut Stickstoff-Gleichgewicht erzielt wurde als durch das Fleisch. Als Munk²⁾ bei einem Versuch am Menschen von 15,93 g Gesamt-Stickstoff 7,63 g Stickstoff in Form von diesem Albumosen-Pepton verabreichte, trat zwar ein täglicher Stickstoffverlust vom Körper von 1,48 g auf, aber auch bei Ersatz des Albumose-Peptons durch eine gleichwerthige Menge Fleisch gab der Körper noch 0,86 Stickstoff im Tage her.

O. Deiters³⁾ stellte an zwei weiblichen Kranken von 55 bzw. 58 kg Körpergewicht Versuche mit Denaeyer's sterilisirtem Fleisch-Albumose-Pepton an, welches mittelst Pepsin und Salzsäure aus Rindfleisch gewonnen wird und folgende Zusammensetzung hatte:

Wasser	Leim	Albumin	Albumose	Pepton	Sonstige N-Verbindungen	N-freie organische Stoffe	Asche
80,20 %	0,592 %	0,115 %	5,985 %	5,003 %	6,092 %	0,368 %	1,660 %

Die Versuchspersonen erhielten in einem ersten Versuchsabschnitt von 4 Tagen: 175 g Fleisch, 30 g Liebig's Fleischextrakt, 250 g Reis, 25 g Kakao, 300 ccm Bouillon mit Ei, 300 ccm Suppe, 40—50 g Butter, 100 g Zucker, 15—25 g Salz, 1 Fl. Selterswasser und 120 ccm Wein; in einem zweiten Versuchsabschnitt wurden Fleisch und Extrakt durch 300 ccm des Denaeyer'schen Albumosen-Peptons von gleichem Stickstoffgehalt ersetzt und diesem Abschnitt folgte wieder eine Fleisch- und Extraktgabe wie beim ersten Versuch. Die Ergebnisse waren im Mittel folgende für den Tag:

Nahrung	Versuchsperson 1			Versuchsperson 2		
	N-Einfuhr g	N-Ausfuhr g	N-Bestand am Körper g	N-Einfuhr g	N-Ausfuhr g	N-Bestand am Körper g
I. Fleisch	12,795	13,211	— 0,416	13,145	12,327	+ 0,818
II. Albumose-Pepton	12,813	13,044	— 0,231	12,481	12,206	+ 0,275
III. Fleisch	12,572	12,279	+ 0,293	12,509	11,351	+ 1,178

Hiernach hat das Albumose-Pepton-Gemisch bei der ersten Versuchsperson vollständig, bei der zweiten nahezu vollständig eine chemisch gleichwerthige Menge Protein zu ersetzen vermocht, während nebenher völlig ungenügende Mengen Protein in der Nahrung vorhanden waren.

H. Hildebrandt⁴⁾ prüfte ebenfalls am Menschen die Somatose auf ihren Nährwerth; dieselbe wird vermuthlich durch längeres Behandeln von Proteinstoffen mit verdünntem Alkali gewonnen und besteht nach Hildebrandt aus Hetero- und Deutero-Albumose sowie der Antigruppe vergl. S. 42; die Proto- und Dysalbumose

¹⁾ Therapeutische Monatshefte 1888, II., 276.

²⁾ Deutsche medic. Wochenschr. 1889, Nr. 2.

³⁾ O. Deiters: Ueber die Ernährung mit Albumose-Pepton in C. v. Norden's: Beiträge zur Physiologie und Pathologie des Stoffwechsels 1892, Heft 1.

⁴⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. 1899, 18, 180.

fehlen darin; die Versuchsperson wog 67—68 kg und erhielt in 2 Zeitabschnitten eine aus Fleisch (Schinken), Milch, Brot, Reis, Butter, 950 ccm Bier und 50 ccm Kognak bestehende Nahrung, in 2 anderen Abschnitten eine dem Fleisch im Stickstoffgehalt gleiche Menge Albumosen und Fleischextrakt mit folgendem Ergebniss:

Nahrung	Einnahmen im Tage				Ausgaben im Tage			Stickstoffbestand am Körper
	Stickstoff	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien	im Harn	Stickstoff im Koth	Gesamt-	
	g	g	g	g	g	g	g	
1. Fleisch	23,41	72,65	359,05	3050,65	17,69	2,95	20,94	+ 2,77
2. Somatose	23,73	72,65	359,05	3050,65	15,22	6,45	21,64	+ 2,09
3. desgl. mehr	23,95	72,65	359,05	3050,65	14,71	7,97	22,68	+ 1,27
4. Fleisch etc.	23,41	72,65	359,05	3050,65	17,38	2,64	20,02	+ 3,39

Die Somatose hat daher bezüglich des Stickstoff-Bestandes am Körper dieselbe Nährwirkung wie Fleisch; der in die Körpersäfte eingetretene, im Harn zur Ausscheidung gelangende Stickstoff scheint bei der Somatose sogar besser gewirkt zu haben als der von Fleisch.

Die grössere Stickstoff-Ausscheidung im Koth bei der Somatose-Gabe lässt erkennen, dass dieselbe durch ihren Reiz auf die Schleimhaut des Darmes Durchfall bzw. eine schnellere Entleerung des Kothes und damit eine schlechtere Ausnutzung bewirkt. Auch empfiehlt es sich nach R. Neumeister¹⁾ nicht, die Albumosen auf dem Wege der subkutanen Einspritzung zur Ernährung zu verwenden, weil sie als solche oder als Peptone wieder im Harn erscheinen, eine Beobachtung, die H. Hildebrandt nicht bestätigen konnte.

Aber auch F. Kuhn und K. Völker²⁾ erzielten mit der Somatose dieselben Ergebnisse wie Neumeister; sie halten die Somatose für Nährklystire nicht geeignet.

A. Ellinger³⁾ unterzog die Somatose (Albumose) einer vergleichenden Prüfung mit dem Drüsenpepton bezüglich des Nährwerthes, indem er Hündinnen neben Reisstärke, Schweineschmalz, Kochsalz und Wasser einmal mageres Fleisch oder Fleischpulver, dann Albumose ferner Drüsenpepton verabreichte und letztere, weil das Thier das Pepton, durch die Schlundsonde eingeführt, regelmässig erbrach, mit der Stärke und dem Fett zu einem Kuchen verarbeitet zuführte. Ellinger fand im Mittel:

Art der Fütterung	Stickstoff-Einnahme g	Stickstoff-Ausgabe g	Stickstoff bestand am Körper g
Protein (Fleisch)	8,917	5,802	+ 3,115
desgl.	8,917	6,370	+ 2,544
Albumose (Somatose)	8,909	6,422	+ 2,487
Drüsenpepton	8,953	10,476	- 1,533
desgl.	8,953	10,312	- 1,359

Die Somatose hat sich auch in diesen Versuchen als gleichwerthig mit dem Fleisch für die Ernährung erwiesen, dagegen ist das Drüsenpepton nicht im Stande, den Verlust von Körperprotein zu verhindern. Mit dem Antipepton sind meines Wissens bis jetzt solche Versuche nicht angestellt, indess ist es nach Ellinger wahrscheinlich, dass es sich dem Drüsenpepton gleich verhalten wird.

Auf Grund aller bisherigen Versuche lässt sich schliessen, dass alle dem ur-

¹⁾ Deutsche medic. Wochenschr. 1894, 19, 866, 967, 1169.

²⁾ Ebendort 1894, 19, 793.

³⁾ Zeitschr. f. Biologie 1896, 33, 190.

sprünglichen Proteïn nahestehenden Verdauungserzeugnisse, die Albumosen, das Amphipepton oder Propepton, nicht aber die weiteren Spaltungserzeugnisse, das Antipepton, im Körper sich wieder in Proteïn zurückzuverwandeln und daher das genuine Proteïn der Nahrung zu ersetzen vermögen.

L. Blum¹⁾ will sogar nur noch den Protoproteosen (S. 41 u. f.) die Eigenschaft zuerkennen, im Thierkörper wieder in Proteïn übergehen zu können, während schon die Heteroproteosen nur wie Leim proteinersparend wirken können — Heteroproteosen zu $\frac{9}{10}$, Leim zu $\frac{5}{6}$ —. Die Ursache erblickt Blum in dem Gehalt der Heteroproteosen und des Leimes an der Glykokoll-Gruppe, welche den Protoproteosen fehlt und die im Thierkörper sofort zu Harnstoff zerfällt, daher für die Proteïnbildung nicht von Belang ist.

Hierüber dürften weitere Versuche noch Aufklärung bringen müssen.

F. Voit²⁾ hält aber die Albumosen wie Peptone wegen ihrer schlechten Bekömmlichkeit und geringen Ausnutzung überhaupt für keine geeigneten Proteïn-Ersatzmittel; für Gesunde sind sie zwecklos, für Kranke von fraglichem Werth; sie schonen den Magendarmkanal nicht, sondern regen ihn im Gegentheil an. Jedenfalls wird es sich empfehlen, dieselben auch bei Kranken im Gemisch mit genuinen Proteïnstoffen natürlicher Nahrungsmittel zu verabreichen.

4. Einfluss des Leimes und der Amidverbindungen auf den Stoffwechsel.

a) Die Bedeutung des Leimes, die schon im allgemeinen an verschiedenen Stellen kurz angegeben ist, muss hier noch eingehender dargelegt werden, da über dessen Nährwerth vielfach Unklarheit geherrscht hat³⁾ und noch herrscht. Auch über diese Frage haben die Versuche von C. Voit⁴⁾ zuerst Aufklärung gebracht.

Derselbe zeigte zunächst die Aufnahmefähigkeit des Leimes, indem er nachwies, dass die Einnahme von Leim eine erhöhte Ausscheidung von Harnstoff zur Folge hatte. Dann setzte er denselben abwechselnd einem Nahrungsgemisch von Fleisch und Speck zu und beobachtete, dass unter der Beigabe von Leim die Grösse des Proteïnumsatzes vermindert wurde. Aus den vielen Versuchsreihen mögen nur folgende hier Platz finden:

Nahrung für den Tag:			Fleisch zersetzt	Fleisch am Körper
Fleisch	Speck	Leim		
500 g	200 g	— g	636 g	— 136 g
300 „	200 „	100 „	484 „	— 84 „
300 „	200 „	200 „	268 „	+ 32 „
200 „	200 „	250 „	247 „	— 47 „

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1900, 30, 606.

²⁾ Münchener medic. Wochenschr. 1898, 46, 172.

³⁾ Bekanntlich empfahl Sir Benjamin Tompson, gt. Graf Rumford, in der Meinung, dass der Leim ein ausgezeichnete Nährstoff sei, die Verwendung desselben in den Volksküchen. Er selbst gründete eine solche Volksküche in München, wo Knochen bei höherer Temperatur mit Wasser ausgekocht wurden und als Knochensuppe gegen einen mässigen Preis an Arme und Arbeiter abgegeben wurden. Die gepriesene Nährhaftigkeit stellte sich aber bald als ein Irrthum heraus und eine von der Pariser Akademie der Wissenschaften niedergesetzte Kommission, die sich mit der Untersuchung der wichtigen Frage befasste, kam zu dem Ergebnis, dass der Leim als solcher ein ungenügender Nährstoff sei, dagegen im Gemisch mit anderen Nahrungsmitteln recht gut als Nährstoff verwertet werden könne.

⁴⁾ Zeitschr. f. Biologie 1872, 7, 397.

Aus diesen und vielen anderen Zahlen schliesst C. Voit, dass der Leim stets Protein erspart, d. h. das Cirkulations-Protein vor Zersetzung schützt und damit den Untergang von Organprotein verhütet. In dieser Hinsicht wirkt der Leim besser und stärker als Fett und Kohlenhydrate. Auch wird die Zersetzung des Fettes unter seinem Einfluss geringer. Dagegen vermag der Leim nicht Organprotein zu bilden und das Protein der Nahrung vollständig zu ersetzen; er ist kein plastischer Nährstoff im früheren Sinne, er ist nicht nährend, sondern nur nahrhaft.

Dieses beweist ein Fütterungsversuch an einem 50 kg schweren Hunde, der bei einer täglichen Nahrungszufuhr von 200 g Leim, 250 g Stärkemehl, 100 g Fett und 12 g Fleischextrakt am 30. Tage zu Grunde ging.

Der Leim wird durchweg innerhalb 24 Stunden im Körper zersetzt; was in dieser Zeit nicht zerfällt, unterliegt der Zersetzung am folgenden Tage.

Nach Voit's sämtlichen Versuchen ersparen im Durchschnitt 100 g trockner Leim 31 g Protein.

Oerum¹⁾, Pollitzer²⁾ sowie J. Munk³⁾ haben die Ergebnisse Voit's im allgemeinen bestätigt. Erstere beiden Versuchsansteller fanden wie C. Voit, dass, wenn man das Nahrungsprotein (bei einem Hunde) vollständig durch Leim ersetzt, Protein vom Körper hergegeben wird, indess war diese Menge (0,4 bzw. 0,51 g) für den Tag geringer als bei den Versuchen Voit's.

Nach Munk's Versuchen lassen sich in einer Nahrung, in welcher 3,7 g Protein für 1 Körperkilo (Hund) mit 3,6 g Proteinumsatz geboten werden, $\frac{5}{6}$ durch Leim ersetzen, ohne dass, wenigstens auf einige Tage, eine wesentliche Aenderung im Stickstoffumsatz eintritt. Ohne gleichzeitige Beigabe einer kleinen Menge Protein kann sich aber der Körper nicht auf seinem Bestande erhalten und diese Menge ist etwa die Hälfte oder der dritte Theil von dem, was an Protein beim Hunger verbraucht wird. Letztere Menge war nach Munk's Versuchen 1,7 g Protein für ein Körperkilo. Wenn man mit solchen Mengen Protein (nämlich 1,8–2,0 g für ein Körperkilo) das Stickstoffgleichgewicht erhalten will, muss man grosse Mengen Fett und Kohlenhydrate, nämlich auf 1 Thl. Protein 12–14 Thle. Fett + Kohlenhydrate, verabreichen; man sieht hieraus, wie viel grösser die proteinersparende Wirkung des Leimes ist, als die der Kohlenhydrate und des Fettes.

b) Einfluss der Amidverbindungen, besonders des Asparagins, auf den Stoffwechsel.

Unter den Amidverbindungen ist das Asparagin am weitesten verbreitet.

Pfeffer⁴⁾ und E. Schulze⁵⁾ haben nachgewiesen, dass das Asparagin in den keimenden Pflanzen reichlich aus dem zerfallenden Vorrathprotein gebildet wird und im Dunkeln oder am Licht, aber in kohlenstoffreicher Luft, als solches bestehen bleibt, während es im Licht oder im Dunkeln, aber in kohlenstoffhaltiger Luft, in den keimenden Pflanzen verschwindet und wahrscheinlich unter Aufnahme einer aus der Kohlensäure gebildeten kohlenstoffhaltigen Verbindung zu Protein zurückverwandelt wird.

¹⁾ Virchow-Hirsch's Jahresbericht 1879, 1, 117.

²⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol. 1885, 37, 301.

³⁾ Ebendort 1894, 58, 399.

⁴⁾ Pfeffer: Pflanzenphysiologie I., 298.

⁵⁾ Landw. Jahrbücher 1876, 5, 821 u. 1880, 9, 1.

Diese Beobachtung legte die Vermuthung nahe, dass das Asparagin auch im thierischen Körper bei einem stickstoffarmen, aber an Kohlenhydraten reichen Futter zu Protein zurückverwandelt werde oder dass es wenigstens wie Leim, „proteinersparend“ wirke.

In der That hat v. Knieriem¹⁾ beobachtet, dass Asparagin beim Hunde in Harnstoff, beim Huhn in Harnsäure überging.

Weitere Versuche von H. Weiske, G. Kennepohl und B. Schulze²⁾ über diese Frage ergaben in demselben Sinne, dass bei Kaninchen, Hühnern, Gänsen und Schafen, an welche ein an Proteinstoffen armes Futter verabreicht und die Stickstoffsubstanz bald in Form von Bohnen- und Erbsenschrot, bald in Form von Leim und Asparagin ergänzt wurde, das letztere sowohl den Proteinansatz, wie die Milcherzeugung (bei Schafen und Ziegen) förderte, also wie Leim, „proteinersparend“ wirkte. Selbst wenn etwa die Hälfte des verdaulichen Proteins im Futter durch eine dem Stickstoffgehalte nach gleiche Menge von Asparagin ersetzt wurde, konnte keine wesentliche Aenderung bezüglich des Körpergewichts und der Milcherzeugung festgestellt werden.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte N. Zuntz in Gemeinschaft mit Bahlmann³⁾ und J. Potthast⁴⁾ durch Versuche an Kaninchen; auch hier übte das Asparagin eine protein- bzw. stoffersparende Wirkung aus, während andere Amidkörper, wie Tyrosin, Taurin, Guanidinsulfoeyanat, nicht nur nicht proteinersparend wirkten, sondern sogar einen erheblich stärkeren Stickstoffumsatz im Körper der Versuchsthiere zur Folge hatten.

M. Schrod⁵⁾ schliesst aus Versuchen bei Milchkühen, bei welchen er durch Ersatz eines an Asparagin und Amidem armen Futters durch ein an diesen Verbindungen reiches Futter, wie z. B. durch Malzkeime, in der Milcherzeugung keine nachweisbare Einbusse beobachtete, indirekt auf die proteinersparende Wirkung des Asparagins.

M. Chomsky⁶⁾ beobachtete in einem bei einem Hammel ausgeführten Versuch durch Asparaginbeigabe zu einem proteinarmen Futter nicht nur einen Proteinansatz im Körper, sondern auch eine wesentliche bessere Ausnutzung der Rohfaser des Futters.

Diesen Ergebnissen stehen aber verschiedene Versuche entgegen, in welchen für das Asparagin keine deutlichen proteinersparenden Wirkungen beobachtet wurden, so z. B. von G. Politis und C. Voit, sowie von Gabriel⁷⁾ bei Ratten, von J. Munk⁸⁾ bei einem Hunde. Letzterer wurde in einem Versuch nur mit Fleisch, in einem zweiten Versuch mit Fleisch und Kohlenhydraten ins Stickstoffgleichgewicht gebracht, dann der Nahrung täglich 25–30 g Asparagin zugesetzt. Munk⁸⁾ fasst das Ergebniss seiner Versuche dahin zusammen, „dass beim Hunde, der sich, sei es bei

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1874, 10, 274; 1877, 13, 43.

²⁾ Ebendort 1879, 15, 261; 1881, 17, 415.

³⁾ Berichte der deutschen chem. Gesellschaft 1883, 16, 94.

⁴⁾ Arch. f. d. ges. Physiologie 1883, 32, 280.

⁵⁾ Mitth. d. milchwirtschaftl. Versuchsstation Kiel 1885, Heft 17.

⁶⁾ Jul. Kühn: Berichte a. d. physiol. Laboratorium u. d. Versuchsanstalt d. landw. Inst. d. Univ. Halle. 1898, 13, Heft 1.

⁷⁾ Zeitschr. f. Biologie 1891, 28, 492; 1892, 29, 115 u. 125.

⁸⁾ Virchow's Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. 1883, 49, 436.

ausschliesslicher Fleischkost oder bei einem aus Fleisch und Kohlenhydraten gemischten Futter, im Stickstoffgleichgewicht befindet, die Zufuhr von Asparagin in einer Gabe bis zu fast 1 g für 1 kg Körpergewicht und Tag keine Herabsetzung des Proteinumsatzes zur Folge hat, sondern, wie aus der Grösse der Schwefelausscheidung durch den Harn hervorgeht, eher eine mässige, zwischen $3\frac{1}{2}$ und 7% sich bewegende, Steigerung des Proteinzerfalls bewirkt¹⁾.

Das Gleiche stellte sich in Versuchen von O. Hagemann²⁾ heraus, der die Versuche von Munk bei einem Hunde nicht nur wiederholte, sondern auch proteinarme Futtergaben verabreichte; der vermehrte Proteinumsatz blieb auch dann bestehen, wenn er das Asparagin einem Futter zusetzte, welches neben sehr wenig Protein grosse Mengen von Kohlenhydraten und Fett enthielt und den Versuchshund im Stickstoffgleichgewicht zu erhalten im Stande war.

Hierzu gesellen sich noch Versuche von O. Kellner³⁾ und Mitarbeitern bei Lämmern und von Stan. Tryniszewski⁴⁾ bei einem Kalbe. Kellner folgert aus seinem Versuche, dass bei proteinreichen, für Produktionszwecke zur Verwendung kommenden Futtergaben das in denselben enthaltene Asparagin eine den Proteinansatz befördernde Wirkung zumeist nicht äussert, eine solche vielmehr nur erkennen lässt, wenn bei sonst ausreichender Nahrung grosser Proteinmangel besteht oder, wie im Erhaltungsfutter bei Stallruhe, an sich wenig Protein verabreicht wird.

Tryniszewsky lässt dagegen auf Grund seiner Versuche die proteinersparende Wirkung in einer proteinreichen Nahrung unentschieden, glaubt aber der indirekten Wirkung des Asparagins eine nicht unwesentliche Bedeutung zuschreiben zu müssen, insofern es die Herabsetzung der Ausnutzung des Proteins, die durch Kohlenhydrate bewirkt wird, verkleinert und die Ausnutzung der stickstofffreien Stoffe sowie der Rohfaser — wahrscheinlich dadurch, dass es als Nährstoff für die Bakterien des Verdauungsapparates dient — befördert.

Da das Asparagin ferner nach anderweitigen Beobachtungen der Glykogenbildung in der Leber förderlich ist und die Zuckerausscheidung bei Diabetes herabzusetzen vermag, so würde abgesehen davon, dass es unter Umständen in einer proteinarmen Nahrung bei Wiederkäuern proteinersparend wirken kann, seine Bedeutung vorwiegend und stets in einer indirekten Wirkung und darin bestehen, dass es gleichsam als Reizstoff die Ausnutzung der Nahrung günstig beeinflusst; und was in dieser Hinsicht vom Asparagin nachgewiesen ist, das dürfte auch von anderen ähnlichen Amidverbindungen Geltung haben.

P. Bahlmann⁵⁾ giebt über die Umwandlung, welche einzelne Amidkörper und Basen im Thierkörper erleiden, folgende Uebersicht:

Gaben von	Mensch	Hund	Kaninchen	Geflügel
Alanin	—	—	Zum grössten Theil in Harnstoff; ein Theil wird unverändert ausgeschieden (Salkowski)	—

¹⁾ Landw. Jahrbücher 1891, 20, 264.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1900, 39, 313.

³⁾ Jul. Kühn: Berichte a. d. physiol. Laboratorium u. d. Versuchsanstalt d. Univ. Halle. 1900, 14. Heft, 109.

⁴⁾ P. Bahlmann: Ueber die Bedeutung der Amidsubstanzen für die thierische Ernährung. Inaugural-Dissertation. Münster 1885. Brunn's Buchdruckerei.

Gaben von	Mensch	Hund	Kaninchen	Geflügel
Amido- benzoësäure	Uramidosäure (bis 20%), etwas Amidohippursäure, unverändertes Ausscheiden des Restes (Salkowski)	(Salkowski)	Uramidosäure (bis 20%), etwas Amidohippursäure, unverändertes Ausscheiden des Restes (Salkowski)	—
Asparagin	Vollständige Zerlegung (v. Longo)	Harnstoff (Knieriem)	—	—
Asparaginsäure	—	desgl.	—	Harnsäure (Knieriem)
Glykokoll	—	Meist Harnstoff; unverändertes Ausscheiden eines kleinen Restes (Salkowski) Harnstoff (Schultzen u. Nencki)	Meist Harnstoff; unverändertes Ausscheiden eines kleinen Restes (Salkowski)	Harnsäure (Knieriem)
Guanin	—	—	Harnstoff (Kerner)	—
Kreatin	Kreatinin (Voit)	Kreatinin und Harnstoff (Munk). Keine Harnstoffvermehrung, nur Kreatin oder Kreatinin (Voit). Theilweise Methylamin (Schiffer)	Zum grössten Theil Methylharnstoff (Schiffer)	—
Leucin	—	Harnstoff (Schultzen u. Nencki)	—	Harnsäure (Knieriem)
Sarkosin	—	Meist unverändertes Ausscheiden; $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ in Methylhydantoin, sehr wenig Methylharnstoff (Schiffer) Methylhydantoinensäure (Schultzen) Unveränderte Ausscheidung (Baumann und v. Mering) Harnstoff, vielleicht auch etwas Methylhydantoin, ein Theil unverändert ausgeschieden (Salkowski)	Meist unverändertes Ausscheiden; $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ in Methylhydantoin, sehr wenig Methylharnstoff (Schiffer). Meist Harnstoff; ein kleiner Theil unverändert ausgeschieden (Salkowski)	Harnsäure (Salkowski) ¹⁾
Taurin	Grossen Theils in Taurokarbaminsäure umgewandelt (Salkowski)	Ein kleiner Theil zu Taurokarbaminsäure umgewandelt (Salkowski)	Aus dem grössten Theil wird unterschwellige Säure und aus dieser durch Oxydation Schwefelsäure gebildet. Der Stickstoff tritt sehr wahrscheinlich als Harnstoff aus (Salkowski)	Harnsäure (?) (Cech)
Tyrosin	Vermehrte Ausscheidung von Phenol (Brieger, Blendermann)	Vollständige Umwandlung (Jaffé) Zunahme der Oxy-säuren (Blendermann)	Steigerung der Phenol- und Oxy-säuren-Ausscheidung; in einem Falle Tyrosinhydantoin und Oxyhydroparacumarsäure (Blendermann)	—

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1880, 4, 112—113.

5. Stoffwechsel bei ausschliesslicher Gabe von Fett oder Kohlenhydraten. Ebenso wenig wie es gelingt, den Menschen ausschliesslich mit Proteinstoffen zu ernähren, ebenso wenig sind zu einer vollen Ernährung ausschliesslich Fett oder Kohlenhydrate ausreichend. Wir haben schon oben gesehen, dass der thierische Körper während des Hungers beständig Zellenprotein (Muskelfleisch) und Fett von sich hergiebt.

Wird dem hungernden Thiere ausschliesslich Fett gereicht, so hört zwar die Fettabgabe vom Körper auf, nicht aber die Proteinabgabe; diese kann höchstens vermindert werden (vergl. S. 313). Es kann alsdann unter Umständen, wenn viel Fett verabreicht wird, Fett im Körper angesetzt werden. So fanden v. Pettenkofer und C. Voit¹⁾ bei einem Hunde:

Stoffwechsel	Vollständiger Hunger			Proteinhunger		
				100 g Fett in der Nahrung		350 g Fett in der Nahrung
	2. Tag	5. Tag	8. Tag	8. Tag	10. Tag	2. Tag
	g	g	g	g	g	g
Fleischverbrauch vom Körper	341	167	138	159	131	227
Fettverbrauch vom Körper	86	103	99	94	101	164
Sauerstoffaufnahme	371	358	335	262	226	522
Wasserabgabe durch Athmung	281	324	184	223	216	378
Kohlensäureabgabe durch Athmung	380	358	334	302	312	519

Durch die grössere Fettzufuhr von 350 g ist der Fettumsatz zwar erheblich gestiegen, aber doch ein erheblicher Antheil des Fettes zum Ansatz am Körper gebracht.

Die Grösse der Fettzersetzung (Fettverbrennung) ist abhängig von der Menge des in der Nahrung zugeführten Fettes und vom Fettbestande am Körper.

Werden statt des Fettes ausschliesslich Kohlenhydrate (Stärke, Zucker) genossen, so übernehmen diese die Rolle des Nahrungsfettes, indem sie an Stelle der letzteren verbrennen; es kann auf diese Weise auch noch Fett angesetzt werden, während der Körper an Protein mehr und mehr verarmt. Denn auch die Kohlenhydrate für sich allein genossen, vermindern zwar den Proteinumsatz, heben ihn aber nie vollständig auf.

J. Ranke²⁾ ernährte einen Menschen nur mit Fett, Stärke und Zucker, und fand Einnahmen und Ausgaben in 24 Stunden wie folgt:

Einnahmen:			Ausgaben:		
	Stickstoff	Kohlenstoff		Stickstoff	Kohlenstoff
150 g Fett	0	109,91 g	In den flüssigen Ausscheidungen	8,16 g	3,61 g
300 " Stärke	0	114,50 "	" " festen	—	18,79 "
100 " Zucker	0	38,27 "	" " gasförmigen	—	200,50 "
Im Ganzen	0	254,68 g	Im Ganzen	8,16 g	222,9 g

Trotz der ziemlich bedeutenden Einnahme von Fett und Kohlenhydraten hatte der Körper nicht unerheblich Stickstoffsubstanz hergegeben, nämlich 8,16 g Stickstoff entsprechend 51,8 g Protein.

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1869, 5, 359.

²⁾ J. Ranke: Ernährung des Menschen. München 1876, 220.

Von der eingenommenen Menge Kohlenstoff dagegen sind 31,78 g im Körper verblieben; es ist mehr als wahrscheinlich, dass diese in Form von Fett abgelagert wurden.

Wenn es somit auch gelingt, durch ausschliessliche Gabe von Fett und Kohlenhydraten den Körper vor Fettverlust zu schützen, ja unter Umständen Fett zum Ansatz zu bringen, so ist dieses für die stickstoffhaltige Muskelsubstanz nicht möglich. Diese zerfällt fort und fort, auch wenn wir noch so viel Fett und Kohlenhydrate zu uns nehmen ¹⁾.

Eine gleiche Beobachtung machte Graham Lusk ²⁾ bei einem Diabetiker und bei einem gesunden Arbeiter, indem er diese bald hungern liess, bald mit ausreichender gemischter und dann mit proteinfreier, nur Fett und Kohlenhydrate enthaltender Kost ernährte; er fand:

1. Bei ausreichender Nahrung:

Menge	Gesunder Arbeiter			Diabetiker		
	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Protein	Fett	Kohlenhydrate
In der Nahrung	137 g	117 g	352 g	137 g	177 g	352 g
In der Ausgabe	137 „	72 „	352 „	188 „	192 „	0 „ ³⁾

2. Bei proteinfreier Nahrung:

In der Nahrung	0 g	79 g	402 g	0 g	105 g	600 g
In der Ausgabe	76 „	45 „	402 „	76 „	103 „	109 „ ⁴⁾

Der an eine proteinreiche Nahrung gewöhnte Diabetiker giebt daher bei ausschliesslicher Nahrung mit Fett und Kohlenhydraten ebenso Protein vom Körper her, wie der gesunde Arbeiter; weil er aber kein oder nur ein beschränktes Verbrennungsvermögen für die Kohlenhydrate besitzt, sondern diese als Zucker im Harn ausscheidet, so setzt er an deren Stelle mehr Fett und bei proteinhaltiger Nahrung auch mehr Protein um.

R. Laas ⁵⁾ fütterte einen Hund in einer Versuchsreihe mit reichlichen Mengen thunlichst fettfreien Fleisches, in einer zweiten Versuchsreihe mit weniger Fleisch unter Zugabe von 50 g Fett und fand im Mittel:

Nahrung	Stickstoff		Nahrung	Stickstoff	
	in der Nahrung	im Harn		in der Nahrung	im Harn
Fleisch	161,5 g	130,8 g	Fleisch und Fett	88,4 g	4,7 g

Auch dieser Versuch lässt die Verminderung des Stickstoffumsatzes bei Fettzugabe gegenüber einer Fleischnahrung erkennen. Weiter stellte Laas fest, dass

¹⁾ Die häufig wiederkehrende Behauptung, Kinder einzig mit Zuckerwasser und Stärke (Arrow-root) ernähren zu können, beruht daher auf einem grossen Irrthum; ebenso unrichtig ist die Behauptung, dass die Negersklaven der Zuckerplantagen sich fast einzig von Zucker ernähren, da die Untersuchung ergeben hat, dass sowohl der Zuckerrohrsaft wie der Rohzucker des Zuckerrohrs mehr oder weniger Protein enthalten.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1890, 27, 459.

³⁾ 464 g Zucker im Harn, davon 95 g aus Protein.

⁴⁾ 429 g Zucker im Harn, sämtlicher Zucker aus der Nahrung.

⁵⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1895, 20, 233.

die Fettzugabe die Protein-Fäulniss im Darm nicht herabsetzt, wie dieses Krauss¹⁾ für die Kohlenhydrate glaubte nachgewiesen zu haben und in diesem Umstande die günstige Wirkung der Kohlenhydrate in der Nahrung erblickt hat. Denn wenn durch die Kohlenhydrate die Proteinfäulniss im Darm verringert oder fast ganz aufgehoben wird, so könnte ihre proteinersparende Wirkung auch darin beruhen, dass sie eine bessere Ausnutzung der Proteinstoffe zur Folge hätten und dieselben vor Zerfall schützten, ehe sie ins Blut gelangten.

J. Munk²⁾ fand zwar auch, dass die Darmfäulniss — gemessen an den im Harn ausgeschiedenen Aetherschwefelsäuren — durch die Beigabe von Zucker zu Fleisch und Fett um etwa $\frac{1}{4}$ herabgesetzt wurde, aber der unausgenutzte Stickstoff im Koth war während der Zuckerfütterung nicht geringer und schliesst J. Munk, dass die Verwerthung des Proteins weder bei reiner Fleischkost eine geringere ist, als bei gemischter, kohlenhydrathaltiger Kost, noch dass eine erhöhte Proteinfäulniss mit einer geringeren Proteinausnutzung Hand in Hand geht. Eine gesteigerte Proteinfäulniss ändert innerhalb der Grenzen der üblichen Nahrungsmengen nichts an der Stickstoffausnutzung und an dem Stickstoffumsatz; aus dem Grunde muss die proteinersparende Wirkung der Kohlenhydrate darauf zurückgeführt werden, dass durch ihre Verbrennung im Körper ein Theil des Nahrungs- oder Körperproteins vor dem Verbräuche geschützt wird.

Pick³⁾ geht in der Deutung des Werthes des Fettes und der Kohlenhydrate für die Ernährung noch weiter, indem er annimmt, dass das Fett in erster Linie die Quelle für die thierische Wärme, die Kohlenhydrate dagegen die Quelle für die thierischen Kraftleistungen (vergl. S. 290) bilden. Hieraus erkläre sich der hohe Fettgehalt der Milch der Säuger, die z. B. bei dem Kaltblüter, dem Wallfisch, bis 40 % Fett aufweise; der kleine Körper liefere nur wenig durch Arbeit entstehende Wärme, verliere aber viel Wärme durch Strahlung und Leitung, zu deren Deckung eben viel Fett erforderlich sei.

Ebenso wie für Fett und Kohlenhydrate glaubt man auch für die einzelnen Kohlenhydrate, besonders zwischen *Hexosen* und *Pentosen* Unterschiede bezüglich ihrer Bedeutung für den Stoffwechsel gefunden zu haben.

W. Ebstein⁴⁾ läugnet nach Versuchen am Menschen sogar jeglichen Nährwerth der *Pentosen*, indem er gefunden haben will, dass Arabinose und Xylose, zu 25 g vom Menschen aufgenommen, unverändert wieder im Harn zum Vorschein kamen. E. Salkowski⁵⁾, der in Gemeinschaft mit Jastrowitz⁶⁾ die Pentosen im Harn nachwies, fand bei Kaninchen, dass die aufgenommene Arabinose nur zu etwa $\frac{1}{5}$ unverändert wieder im Harn erschien, dass im Blut der Thiere etwas, im Muskelfleisch reichlich Arabinose vorhanden war, dass letztere auch eine Glykogenbildung in der Leber der 6 Tage dem Hungern ausgesetzten Thiere zur Folge hatte und das Glykogen das gewöhnliche, ohne Beimengung von Pentose, war. Dieses Ergebniss ist von M. Cremer⁷⁾ durch Versuche an Kaninchen und Hühnern bestätigt worden;

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1894, 19, 123.

²⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1894, 58, 340.

³⁾ Naturw. Rundschau 1893, 8, 82.

⁴⁾ Centralbl. f. d. medicin. Wissenschaften 1892, 30, 577.

⁵⁾ Ebendort 1893, 31, 193.

⁶⁾ Ebendort 1892, 30, No. 19.

⁷⁾ Zeitschr. f. Biologie 1892, 29, 484.

bei denselben hatten die Pentosen, Arabinose, Xylose und Rhamnose (Methyl-Pentose) die Bildung von gewöhnlichem Glykogen zur Folge. M. Cremer fand auch ferner, dass die Pentosen vom Menschen verwerthet werden, indem von 25,1 g von ihm selbst eingenommener Arabinose nur 9,13 g im Harn wieder ausgeschieden wurden. Auch J. Munk¹⁾ hat eine Aufnahme der Pentosen beim Menschen nachgewiesen.

Nach den bisherigen Versuchen haben die leicht vergärbaren Zuckerarten (Glukose und Fruktose) eine reichliche Glykogenvermehrung zur Folge, wobei die Fruktose nur eine einfache Umlagerung (eine Verkehrung der Lage der Atomgruppen bei irgend einem asymmetrischen C-Atom in die Spiegelbildung) zu erfahren braucht, um in Glukose überzugehen. Andere Zuckerarten, die wie Galaktose nicht, oder wie Mannose und Sorbose nur mit gewissen Hefearten vergären, müssten, wenn sie als solche in Glykogen übergehen sollten, eine Sprengung ihres Moleküls erleiden und könnten nur mittelst einer sogen. stereometrischen Umlagerung in Glukose übergehen. Ein solches Zerstören und Wiederaufbauen des Moleküls im Körper ist aber nicht wahrscheinlich, und wenn diese Zuckerarten dennoch — wenn auch eine geringere — Glykogenvermehrung im Körper zur Folge haben, so muss man ebenso, wie für die Glykogenvermehrung bei Verabreichung der Pentosen, an welche sich sogar die Gruppe CH_2O anlagern müsste, um als solche Glykogen liefern zu können, annehmen, dass auch aus anderen Körper- und Nahrungsbestandtheilen Glykogenbildner wie Glukose entstehen, bezw. abgespalten werden, und die genannten Kohlenhydrate nur insofern glykogenvermehrend wirken, als sie die im Körper sich bildende bezw. abspaltende Glukose vor Zerfall schützen. Als solche Muttersubstanz, bei deren Zerfall im Körper Glukose bezw. Glykogen entsteht, sind nach den Versuchen von Minkowsky und von E. Külz²⁾ die Proteinstoffe anzusehen.

Im Gegensatz zu den Versuchen Cremer's hat J. Frentzel³⁾ gefunden, dass sich aus den Pentosen (Xylose) weder direkt noch indirekt Glykogen im Thierkörper bilden könne; er glaubt auf Grund seiner an Kaninchen angestellten Versuche, dass die Pentosen in Folge eigener Oxydation auf andere glykogenbildende Stoffe, wie Proteinstoffe, wirken und auf diese Weise Glykogen zum Ansatz bringen.

E. Salkowski⁴⁾ hat in zwei Fällen von Pentosurie — in einem Falle handelte es sich um einen morphinistischen Neurastheniker — im Harn statt oder neben der Glukose Pentosen gefunden und behauptet, dass letztere nicht direkt von der Nahrung, sondern aus dem Körper herrühren, indem wie für den Diabetes, so auch für die Pentosurie eine gewisse Beziehung zum Pankreas bestehe und das aus dem von Hammarsten im Pankreas gefundenen Nukleoproteid gewonnene Pentosazon mit dem aus Harn dargestellten Pentosazon wahrscheinlich gleich sei. Möglicher Weise aber beruht die Pentosurie darauf, dass durch irgendwelche Störung von Stoffwechselforgängen, durch welche unter regelrechten Verhältnissen die aufgenommenen und gebildeten Pentosen wieder zerstört werden, die Oxydation derselben im Körper nicht zu Stande kommt.

Dass die Pentosen bezw. die in den Nahrungs- und Fattermitteln vorhandenen Pentosane in erheblicher Menge von den Thieren verdaut werden, haben W. E. Stone

¹⁾ Centralbl. f. d. medicin. Wissenschaften 1894, 32, 43.

²⁾ E. Külz: Beiträge zur Kenntniss des Glykogens. Festschr. d. med. Fakultät in Marburg 1890, 95.

³⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. 1894, 56, 273.

⁴⁾ Berl. klin. Wochenschr 1895, 32, 364.

und W. J. Jones¹⁾ nachgewiesen; sie fanden die Verdaulichkeit der in verschiedenen Gramineenheusorten und in Kleie vorhandenen Pentosane bei Schafen zu 44—90 %, während nach einem Versuch von H. Weiske²⁾ von den im Wiesenheu (27,64 %) und Hafer (15,55 %) vorhandenen Pentosanen bei Hammeln im Mittel von 3 Versuchsreihen 65,1 % verdaut wurden.

Auch vom Menschen werden die Pentosane oder Furfuroide (furfuroliefernden Stoffe) in hohem Maasse verdaut. Verfasser liess in Gemeinschaft mit Fr. Reinhardt zwei Laboratoriumsdiener verschiedene Gemüse- und Brotsorten unter Beigabe von Fleisch, Kaffee, Bier etc. verzehren und berechnete in üblicher Weise durch Ermittlung des Gehaltes an Furfuroiden (S. 130) in Nahrung und Koth den ausgenutzten Antheil. Ausser den Gemüse- und Brotsorten enthielt nur das Bier eine nennenswerthe Menge Furfuroide, die man als ganz ausnutzbar annehmen kann.

Durch den Koth wurden unausgenutzt ausgeschieden:

Furfuroide:	Grüne Büchsenerbisen	Brät von reifen Erbsen ohne Schalen	Roth- kohl	Salat- bohnen	Soldaten- brot	Graham- brot
1. Gesamt-Menge . .	5,08 %	2,55 %	5,00 %	8,75 %	16,45 %	9,84 %
2. Nach Abzug der im Bier enthaltenen Menge	7,47 "	3,24 "	7,75 "	14,32 "	20,24 "	12,97 "

Hiernach vermag auch der Mensch die Pentosane bezw. die furfuroliefernden Stoffe in der Nahrung in hohem Grade auszunutzen, und zwar in den Hülsenfrüchten und Gemüsearten höher als in den rohfaserreichen Brotsorten.

Diese wahrscheinlich in Pentosen übergeführten Pentosane müssen, wie nicht anders angenommen werden kann, im thierischen Körper in ähnlicher Weise wie die Hexosane bezw. Hexosen Verwerthung finden; es ist aber nach den vorstehenden Auseinandersetzungen nicht anzunehmen, dass beide Kohlenhydrat-Gruppen für den thierischen Körper völlig gleichen Nährwerth besitzen.

6. Stoffwechsel bei gemischter Nahrung (Protein, Fett und Kohlenhydrate). Zur vollen Ernährung des Menschen gehören, wie wir aus den vorstehenden Versuchen schliessen können, Protein, Fett und Kohlenhydrate. Dieselben müssen sogar in einem bestimmten Verhältniss zu einander stehen, wenn sich Einnahmen und Ausgaben das Gleichgewicht halten sollen. Dieses Verhältniss ist verschieden je nach der Individualität (dem Bestande am Körper), dem Alter und der Berufsart.

Am besten wird die Bedeutung der im Gemisch verabreichten Nährstoffe und ihre Beziehung zum Stoffwechsel hervortreten, wenn wir die Ergebnisse von Ernährungsversuchen mit wechselnden Mengen desselben hier wiedergeben.

v. Pettenkofer und C. Voit³⁾ fütterten einen Hund bald mit reinem Fleisch, bald unter Zusatz von wechselnden Mengen Fett oder Kohlenhydraten mit folgendem Ergebniss:

¹⁾ Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. in Berlin 1892, S. 563 und nach Agricult. Science 1893, 7, 6 im Centralbl. f. Agrik.-Chem. 1893, 22, 677.

²⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. 1895, 20, 489.

³⁾ Zeitschr. f. Biologie 1873, 9, 1 u. 435.

1. Fleisch- und Fettnahrung.

Nahrung		Aenderung im Körper				Sauerstoff	
Fleisch	Fett	Fleisch zersetzt	Fleisch angesetzt	Fett zersetzt	Fett angesetzt	Aufgenommen	Erforderlich
g	g	g	g	g	g	g	g
0	100	159	- 159	94	+ 6	262	303
400	200	450	- 50	159	+ 41	—	586
500	0	566	- 66	47	- 47	329	330
500	100	491	+ 9	66	+ 34	375	323
500	200	517	- 17	109	+ 91	317	394
800	250	635	+ 165	136	+ 214	—	584
1500	30	1457	+ 43	0	+ 32	438	480
1500	60	1501	- 1	21	+ 39	503	486
1500	100	1402	+ 98	9	+ 91	456	479
1500	100	1451	+ 49	0	+ 109	397	442
1500	150	1455	+ 45	14	+ 136	521	493

2. Fleisch- und Kohlenhydrat-Nahrung.

Fleisch	Stärke (St) oder Zucker (Z)	Fett	Fleisch zersetzt	Fleisch angesetzt	Stärke oder Zucker zersetzt	Fett aus Nahrung	Fett zersetzt	Fett aus Protein	Sauerstoff	
									Aufgenommen	Erforderlich
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
0	379 St.	17	211	- 211	379	+ 17	—	24	—	430
0	608 "	22	193	- 193	608	+ 22	—	22	—	—
400	210 "	10	436	- 36	210	+ 10	8	—	—	440
400	227 Z.	—	393	+ 7	227	—	25	—	—	435
400	344 St.	6	344	+ 56	344	+ 6	—	39	467	382
500	167 "	6	530	- 30	167	+ 6	—	8	268	269
500	182 Z.	—	537	- 37	182	—	—	16	255	350
800	379 St.	14	608	+ 192	379	+ 14	—	55	561	472
1500	172 "	4	1475	+ 25	172	+ 4	—	43	—	487
1500	379 "	10	1469	+ 331	379	+ 10	—	112	—	611

Ans diesen Versuchen geht hervor, dass durch Zusatz von Fett oder Kohlenhydraten (Stärke, Zucker) der Proteinumsatz herabgesetzt wird; was bei reiner Fleischfütterung nur mit grossen Fleischmengen erreicht wird, nämlich Stickstoffgleichgewicht, das sehen wir unter der Beigabe von stickstofffreien Nährstoffen (Fett und Kohlenhydraten) schon bei viel geringeren Fleisch- (oder Protein-) Mengen eintreten. Ja, es halten sich bei gewissen Verhältnissen von Fleisch zu Fett oder Kohlenhydraten Einnahmen und Ausgaben nicht nur das Gleichgewicht, sondern es wird auch sowohl Fleisch wie Fett im Körper angesetzt.

Fett und Kohlenhydrate (Stärke, Zucker etc.) wirken daher in erster Linie (ähnlich wie der Leim) Protein ersparend.

Der Darm vermag selbst beim Fleischfresser eine grosse Menge Fett und Kohlenhydrate zu resorbieren. Die Kohlenhydrate zerfallen nach ihrem Uebergang ins Blut alsbald und direkt in Kohlensäure und Wasser. Das Fett der Nahrung kann unter

Umständen im Körper abgelagert (angesetzt) werden und zwar um so mehr, je magerer der Körper ist.

Die Grösse des Fettumsatzes richtet sich nach der Menge der Einnahme und des am Körper vorhandenen Fettes; sie steigt und fällt mit dieser. Je grösser die Masse des am Körper befindlichen Proteins ist, desto mehr Fett wird verbrannt, da mehr Zellen auch mehr zerstören, ein grösserer Körper mehr als ein kleiner.

Die Kohlenhydrate sind im Stande, das Fett in der Nahrung wenigstens zum Theil zu vertreten. Werden sie in gewisser Menge dem Protein beigegeben, so wird das aus dem Protein sich abspaltende Fett vor Zersetzung geschützt; es erfolgt Ansatz von Fleisch und Fett (vergl. S. 299 die gegentheilige Ansicht von E. Pflüger).

Die Grösse der Verbrennung von Fett (und Kohlenhydraten) bei gemischter Nahrung ist wesentlich abhängig von der zu leistenden Arbeit des Körpers. Denn bei Arbeit wird sowohl mehr Sauerstoff aufgenommen, als Kohlensäure ausgeathmet; da aber die Menge des Proteinumsatzes bei Ruhe und Arbeit sich wesentlich gleich bleibt, so kann die Menge der mehr erzeugten Kohlensäure nur auf Kosten des Fettes (oder der Kohlenhydrate) entstanden sein (vergl. vorstehend S. 311).

So lieferte ein ausgewachsener Mann bei mittlerer Kost nach den Versuchen von v. Pettenkofer und C. Voit¹⁾ im Mittel von 2 und 3 Versuchen in 24 Stunden:

	Ausgeschiedene Kohlensäure	Ausgeathmetes Wasser	Aufgenommener Sauerstoff	Harnstoff
1. Bei Ruhe	928 g	931 g	832 g	36,6 g
2. Bei Arbeit	1209 „	1727 „	981 „	36,8 „

Dabei stellte sich heraus, dass der Mann bei Nacht viel mehr Sauerstoff aufnahm, als in der Kohlensäure abgegeben wurde, dass dagegen bei Tage viel mehr Sauerstoff in der Kohlensäure ausgeathmet, als gleichzeitig Sauerstoff eingeathmet wurde. Dieses Verhältniss machte sich sowohl in den Ruhe- als Arbeitstagen geltend. Der Körper besitzt somit die Fähigkeit, Sauerstoff zu gewissen Zeiten (bei Nacht) in sich anzusammeln und davon bei Tage wie von einer aufgespeicherten Kraft zu zehren.

7. Der Stoffwechsel bei Ueberernährung (Mastkuren). Unter Ueberernährung versteht man eine den Bedarf übersteigende Aufnahme von Nährstoffen²⁾. Sie pflegt bei einigen Krankheiten wie Phthisis (Schwindsucht), Anämie (Blutarmuth) und Hysterie (weibliche Geschlechtskrankheit) angewendet zu werden. Als geeignetste Nahrungsmittel für die Ueberernährung werden von F. Hirschfeld angegeben: Fleisch, jedoch nur so viel, als es zusetzt, Milch oder Rahm oder Kefir, viel Kuhbutter zum Fetten, Brot, viel Zucker bezw. Obst, Trauben etc. Als tägliche Gaben in einer Ueberernährungskost giebt Hirschfeld z. B. an:

¹⁾ Berichte d. bayr. Akademie d. Wissensch. 1867, S. 1.

²⁾ Vergl. hierüber u. A.:

F. Hirschfeld: Die Anwendung der Ueber- und Unternahrung. Frankfurt 1897.

Derselbe: Nahrungsmittel und Ernährung. Berlin 1900.

A. Hoffmann in E. v. Leyden's: Handbuch d. Ernährungstherapie. Leipzig 1898. I. Bd. 2. Abth. 535.

Nahrungsmittel	Protein	Fett	Kohlenhydrate
250 g Fleisch (roh gewogen und dann gebraten)	50 g	20 g	— g
1 l Milch	33 "	35 "	40 "
1/4 l Sahne (mit Kaffee und Thee)	10 "	45 "	10 "
150 g Roggenbrot	10 "	— "	75 "
200 g Weizenbrot	14 "	— "	100 "
40 g Zucker	— "	— "	40 "
Gemüse, Suppen, Kompot, Obst	10 "	10 "	60 "
150 g Butter	— "	127 "	— "
50 g Kognak	— "	— "	25 " Alkohol
Im Ganzen	127 g	234 g	325 g

Diese Nährstoffmenge entspricht einem Wärmewerth von 4235 Kalorien; letztere sollen überhaupt über 4000 liegen. Neben einer wenig erhöhten Proteinmenge wird vor Allem mehr Fett genossen.

Anstrengende Muskelthätigkeit ist zu vermeiden; dagegen sind mässige Bewegungen, Fahren im offenen Wagen, Aufenthalt im Freien, Abreibungen und Douchen zu empfehlen, um die Esslust aufrecht zu erhalten.

Es ist einleuchtend, dass bei solcher reichen Ernährungsweise bei gleichzeitiger ruhiger Lebensweise der Körper an Gewicht zunehmen muss. Hirschfeld fand, dass, wenn die Aufnahmen den Bedarf um annähernd das Doppelte übersteigen, in 3 Wochen eine Gewichtszunahme von 3,5—5,0 kg erreicht wird. Im Beginn der Ueberernährung wird der Wassergehalt im Körper ein grösserer, später nimmt derselbe wieder ab und wird dann mehr Protein und Fett abgelagert als der Gewichtszunahme entspricht. Die Höhe des Proteinansatzes richtet sich besonders nach der vorangegangenen Ernährung; war dieselbe unvollkommen, so werden grosse Mengen stickstoffhaltiger Stoffe im Körper zurückbehalten; je länger aber die reichliche Ernährung andauert, desto geringer wird der Proteinansatz und desto mehr überwiegt die Ablagerung von Fett. Jedoch spielen persönliche Verschiedenheiten hierbei eine grosse Rolle.

8. Der Stoffwechsel bei Unterernährung (Entfettungskuren). Während bei der Ueberernährung der Ansatz von Fleisch und Fett am Körper erreicht werden soll, bezweckt man bei der Unterernährung vorwiegend eine Entfettung des Körpers. Für diesen Zweck sind verschiedene Ernährungsverfahren vorgeschlagen.

a) Die Banting-Kur, so genannt, weil sie von dem englischen Arzt Harvey zuerst an Banting, einem fettleibigen Engländer, angewendet wurde; letzterer wünschte magerer zu werden, weshalb Harvey ihm rieth, nur (thunlichst fettfreies) Fleisch aller Art neben geringen Mengen Brot zu geniessen; neben Fleisch können auch Eier, Magerkäse und von pflanzlichen Nahrungsmitteln besonders die Hülsenfrüchte, Kohl, Spinat, Wirsing, Blumenkohl, Rosenkohl, alle Salatarten, Gurken, rothe Rüben etc. in Anwendung kommen; ebenso wie Brot sind Kartoffeln, Reis und sonstige stärkereiche Nahrungsmittel gestattet. Fett als solches soll nur insofern verwendet werden, als es zur Zubereitung von Speisen dient; Milch, Zucker und zuckerreiche Nahrungsmittel sowie Getränke werden streng untersagt. Der Marienbader Speisezeitel für Entfettungskuren lautet z. B.:

	Speisen	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien
Frühstück	1 Tasse Thee mit Milch, 30 g	0,1 g	0,1 g	1,5 g	18
	Zwieback, 50 g	4,6 "	0,3 "	37,0 "	153
	Kalter magerer Braten, 25 g	7,5 "	2,5 "	— "	58
Mittagessen	Bouillon, 200 g	— "	2,0 "	— "	17
	Magerer Braten, 200 g	60,0 "	20,0 "	— "	464
	Gemüse, 50 g	— "	— "	4,0 "	16
	Weissbrot, 25 g	2,3 "	— "	18,0 "	77
	Leichter Weisswein, 150 g	— "	— "	7,5 "	30
Abendessen	Kaffee, 120 g	— "	— "	— "	—
	Zwieback, 20 g	1,2 "	0,1 "	15,0 "	60
	Braten, 150 g	45,0 "	15,0 "	— "	448
	Gebäck, 20 g	1,2 "	0,1 "	15,0 "	60
	Im Ganzen	121,9 g	40,1 g	98,0 g	1401

Sonstige Speisezetteln dieser Art sind in Hirschfeld's Schriften mitgetheilt. Es ist naturgemäss, dass der Körper bei dieser geringen Gabe von Fett und Kohlenhydraten von seinem Bestande hergeben muss, wenn die aus dem in reichlicher Menge verabreichten Protein allein gebildete Energiemenge für die Lebensthätigkeit nicht ausreicht. Indess wird sich der Körper mit der Zeit auch mit solchen Nährstoffmengen ins Stoffgleichgewicht setzen können und die Wirkung der Unterernährung aufhören oder der Körper wird nicht nur von seinem Fett-, sondern auch von seinem Proteinbestande zehren.

Versuche von v. Noorden und Dapper¹⁾ zeigen, dass das Stickstoffgleichgewicht bei Entfettungskuren mit proteinreicher Nahrung sich sehr verschieden gestalten kann. Sie fanden z. B.:

Nahrung	In der täglichen Nahrung			Kalorienwerth für 1 Körperkilo	Stickstoff am Körper für den Tag	Gewichtsabnahme für den Tag	
	Protein	Fett	Kohlenhydrate				
	g	g	g				
1. Versuch	wenig Protein	108	66	88	13,5	- 1,5	} 300
	mehr Protein	125	66	22-45	13,0-13,5	+ 0,8	
2. Versuch	viel Protein	156	75-80	30-40	15,7	- 1,0	} 360
	noch mehr Protein	180	75-80	30-40	17,0	+ 1,3	

Hiernach kann ein fettleibiger Mensch unter Umständen mit einer kärglichen Nahrung von 13-15 Kalorien für 1 Körperkilo bald Protein verlieren und sich auch auf seinem Bestande erhalten. Mit einer starken Fettabgabe ist nicht immer eine Proteinabgabe verbunden, so dass auch hier der Voit'sche Satz, dass ein starkes Fettpolster am Körper ein mächtiger Proteinschutz ist, seine Gültigkeit behält.

Der proteinreichen Nahrung wird aber weiter nachgesagt, dass sie eine starke Darmfäulniss im Gefolge hat. Aus dem Grunde hat

b) Ebstein in seinem Kurverfahren die Banting-Kur in der Weise verändert, dass er die Fettmenge erhöht, dagegen die der Kohlenhydrate noch mehr vermindert und Protein in gewöhnlicher Meuge gestattet.

¹⁾ Du Bois-Raymond's Archiv d. Anatomie u. Physiologie 1893, 31, 375.

Der Ebstein'sche Speisezettel enthält für 70 kg Lebendgewicht etwa:

102 g Protein, 85 g Fett, 47 g Kohlenhydrate, mit im Ganzen ungefähr 1300 Kalorien.

Auch hier haben wir es mit einer Unterernährung zu thun, die einen Verlust vom Körperbestande zur Folge haben wird. Dass sie darin die sog. Banting-Kur überreffen sollte, erscheint jedoch zweifelhaft, da von dem zugeführten Fett an sich dem Körper mehr zu Gute kommt, als von den Proteinstoffen und Kohlenhydraten; da die Fettleibigen bei freier Wahl eine fettreiche Kost bevorzugen, so pflegt ihnen der Ebstein'sche Speisezettel durchweg mehr zuzusagen als der der Banting-Kur, aber der Verlust vom Körper kann je nach der Konstitution sich ebenso sehr auf den Protein- als Fettbestand erstrecken.

c) Die Oertel'sche Kur (auch Schweninger-Kur genannt). Oertel nähert sich in seinem Entfettungsspeisezettel wieder mehr der Banting-Kur; indem seine Kostmaasse je nach der Muskelthätigkeit aufweisen:

156—170 g Protein, 25—45 g Fett, 75—120 g Kohlenhydrate.

Reichlicher Wasser- (bezw. Suppen-) Genuss soll nach Oertel die Fettleibigkeit wesentlich unterstützen, weshalb der Wassergenuss auf ein Mindestmaass beschränkt und auf nur 973—1414 g Wasser täglich zugelassen wird. Gleichzeitig soll eine Steigerung der Muskelthätigkeit (Bergbesteigen etc.) stattfinden. Es ist einleuchtend, dass eine Nahrung, die für Ruhe völlig ausreicht, bei kräftiger Arbeit zur Unterernährung wird und ist nach dieser Richtung die Oertel'sche Kurvorschrift durchaus gerechtfertigt. Inwieweit dieses auch für die Einschränkung des Wassergenusses der Fall ist, wird in dem nächsten Abschnitt gezeigt werden.

Ausser diesen sind noch andere Entfettungskuren in Gebrauch; besonders hat sich auch F. Hirschfeld mit dieser Frage beschäftigt und will derselbe in folgenden Nährstoffgaben das richtige Kostmaass gefunden haben, nämlich etwa:

95 g Protein, 43 g Fett, 106 g Kohlenhydrate, mit im Ganzen 1224 Kalorien.

Des Weiteren sei auf Hirschfeld's Schriften verwiesen. Ich glaube mich bezüglich der Bekämpfung der Fettleibigkeit im allgemeinen ganz den Vorschlägen von L. Landois¹⁾ anschliessen zu müssen, der folgende Regeln giebt: 1. Gleichmässige Enthaltung aller Nahrungsmittel; jede einseitige Kostbeschränkung ist nachtheilig. 2. Enthaltung des Genusses von Flüssigkeiten während der Mahlzeiten. 3. Steigerung der Muskelthätigkeit durch Arbeit. 4. Beförderung der Wärmeabgabe durch kühle Bäder, leichte Bekleidung, kühle und kurze Bettruhe. 5. Anwendung schwacher Abführmittel.

9. Einfluss des Wassers auf den Stoffwechsel. Die Bedeutung des Wassers als konstituierenden Bestandtheils der thierischen Gewebe und Organe, sowie als Lösungsmittel der Nährstoffe, als welches es auch die Umsetzungen vermittelt, ferner die für den regelrechten Lebensunterhalt nothwendige Menge Wasser (2—3 l täglich), haben wir bereits kennen gelernt.

Eine über dieses Maass genommene Menge erhöht die Säfteströmung und kann dadurch, wie wir schon S. 312 u. 313 beim Stoffwechsel im Hungerzustande gesehen haben, nicht unwesentlich die Stoffausscheidung erhöhen.

¹⁾ L. Landois: Lehrbuch d. Physiologie d. Menschen. Wien u. Leipzig 1900, 10. Aufl. König, Nahrungsmittel. II. 4. Aufl.

So beobachtete A. Gerth¹⁾ an sich selbst nach Einnahme einer übermässigen Wassermenge eine nicht unbedeutend grössere Menge von Harnstoff im Harn.

	Mittlere Harnstoffmenge	Wasser im Harn
1. Bei regelrechter Kost und Lebensweise	40,2—45,0 g	1187—1260 g
2. Bei derselben und einer Einnahme von 2000—4000 g Wasser	46,6—54,3 „	3101—5435 „

Nach den Untersuchungen von Seegen, Oppenheim, v. Noorden sowie R. O. Neumann²⁾ beruht aber die erhöhte Harnstoffausscheidung bei erhöhtem Wassergenuss nicht auf einem erhöhten Proteinumsatz im Körper, sondern auf einer Auslaugung der Gewebe; denn die in den ersten Tagen nach dem erhöhten Wassergenuss eintretende grössere Harnstoffausscheidung geht allmählich zurück und stellt sich am dritten oder vierten Tage Stickstoffgleichgewicht ein. Vermindert man die Wassergabe, so werden wieder erhebliche Mengen Stickstoff in den Geweben zurückgehalten, die durch einen darauffolgenden hohen Wassergenuss in den ersten Tagen ausgelaugt werden, um einem abermaligen Stickstoffgleichgewicht Platz zu machen. Hiernach bedingt der hohe Wassergenuss keinen erhöhten Proteinumsatz als solchen.

Eine Wasserentziehung von kurzer Dauer bewirkt nach A. Spiegel³⁾ eine Verminderung der Proteinzersetzung, aber nur in Folge Verzögerung der Resorption; wenn mit aufgehobener Wasserentziehung die Resorption wieder vor sich geht findet eine erhöhte Ausscheidung von Stickstoff statt. Bei langandauernder Wasserentziehung tritt meist nach vorangegangener, wenn auch nur geringer Verminderung des Proteinzerfalls eine Steigerung desselben ein. Die Harnmengen nehmen (bei einem Hunde) durch Wasserentziehung nicht wesentlich ab. Das Wachsthum junger Thiere wird dadurch wesentlich beeinträchtigt.

Reichlicher Wassergenuss erfordert eine gewisse Menge Wärme, um das Wasser sowohl auf die Körpertemperatur als auch zur erhöhten Verdampfung durch die Haut zu bringen, wodurch ein erhöhter Stoffverbrauch bedingt sein muss. Wenn Oertel (vorstehend S. 337) einen verminderten Wassergenuss bei Fettleibigen für vortheilhaft hält, so hat das eine besondere Bedeutung und Gültigkeit bei herzschwachen Fettleibigen; denn ein erhöhter Wassergehalt in der Nahrung bedingt aus besagten Gründen eine erhöhte Herzthätigkeit. Auch kann eine verminderte Wasseraufnahme, besonders während des Essens, eine bessere Verdauung und Ausnutzung der Nahrung zur Folge haben, indem die Verdauungssäfte weniger verdünnt werden und besser einwirken können. Im übrigen ist mit einer geringeren Nahrungsaufnahme wie bei der Unterernährung auch das Bedürfniss nach einer erhöhten Wasseraufnahme verbunden, während man umgekehrt in Folge des Durstes auch weniger essen kann. Das Bedürfniss nach Wasser richtet sich wesentlich nach der Wasserverdunstung durch die Haut und ist dieser anzupassen. Eine verminderte Harnausscheidung bei einer geringeren Flüssigkeitsaufnahme kann die Ablagerung von Harnsteinen begünstigen.

Auf der anderen Seite ist wiederum zu berücksichtigen, dass eine übermässige Ablagerung von Wasser in den Geweben und Organen zu Krankheiten veranlagt

¹⁾ A. Gerth: Untersuchungen über den Einfluss des Wassertrinkens auf den Stoffwechsel. Wiesbaden 1856.

²⁾ Archiv f. Hygiene 1899, 36, 248.

³⁾ Zeitschr. f. Biologie 1901, 41, 239.

und die Widerstandsfähigkeit gegen ansteckende Krankheiten, gegen Krankheitskeime verringert. So hat v. Pettenkofer die Ansicht ausgesprochen, dass Wasserreichthum in den Geweben besonders für die Cholera empfänglich mache. In der That sehen wir ansteckende Krankheiten gerade in den Volksschichten stark auftreten, welche in Folge ihrer Ernährungsweise wasserreiche Gewebe besitzen.

Eine an stickstofffreien Nährstoffen, besonders an Kohlenhydraten reiche Nahrung hat nämlich eine grosse Wasseransammlung in den Organen und Geweben zur Folge. Die vorzugsweise von Kartoffeln sich ernährenden Menschen sehen rund und stark aus und nehmen bei dieser Nahrung nicht selten an Gewicht zu. Diese Gewichtszunahme besteht aber nach den Versuchen J. Ranke's nicht in dem Ansatz von Fleisch und Fett, sondern wird durch eine Ansammlung von Wasser bedingt.

Erhalten solche Menschen alsdann proteinreiche Nahrung, so wird das Wasser aus den Geweben verdrängt; der Körper verliert viel Wasser und nimmt an Gewicht ab, trotzdem Fleisch angesetzt wird. „Sobald die bessere Fleischnahrung beginnt, sagt J. Ranke, verlässt das Wasser den Körper in Strömen.“

Deshalb geniessen Wassersüchtige vorzugsweise eine proteinreiche Kost; deshalb wird schon seit alter Zeit als bestes Schutzmittel gegen ansteckende Krankheiten eine kräftige, proteinreiche Nahrung empfohlen. Im Gefolge der Hungersnoth finden sich durchweg ansteckende Krankheiten.

10. Einfluss des Aethylalkohols und Glycerins auf den Stoffwechsel. Ueber den Einfluss des Alkohols auf den Stoffwechsel sind so zahlreiche und sich vielfach widersprechende Versuche angestellt, dass es nicht möglich ist, dieselben hier im einzelnen zu behandeln; ich muss mich vielmehr darauf beschränken, hier die wichtigsten dieser Versuche mit denjenigen Ergebnissen mitzutheilen, die zur Zeit als die richtigeren angesehen werden. Die Uebersicht über diese Versuche wird wesentlich erleichtert wenn wir sie nach folgenden Gesichtspunkten [vergl. auch R. O. Neumann¹⁾] anordnen:

a) Umsetzung des Aethylalkohols im Körper.

Während frühere Forscher, wie Tiedemann und Gmelin, Strauch, Duscheck u. A. gefunden haben wollten, dass der Alkohol unverbraucht aus dem Körper ausgeschieden werde, glaubten Bouchardat, Schulinus, Bonne u. A. nachgewiesen zu haben, dass der Alkohol im Körper vollständig oxydirt werde, da er zwar in den verschiedensten Organen, nicht aber in den Ausscheidungen zu finden sei. Subbotin²⁾, und besonders Binz³⁾ mit seinen Schülern Heubach⁴⁾, A. Schmidt⁵⁾, ferner Bodländer⁶⁾ und Strassmann⁷⁾ haben aber durch genauere Versuche bewiesen, dass keine der vorstehenden Schlussfolgerungen richtig ist. Subbotin fand,

¹⁾ Eine ausführliche Zusammenstellung der einschlägigen Litteratur findet sich in der Arbeit von R. O. Neumann (Archiv f. Hygiene 1899, 26, 1), worauf besonders verwiesen sei.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1871, 7, 361.

³⁾ Archiv f. experim. Pathol. u. Pharmacol. 1877, 6, 287 und Vorlesungen über Pharmacologie 1886, 354.

⁴⁾ Archiv f. experim. Pathol. u. Pharmacol. 1878, 8, 446.

⁵⁾ Centralbl. f. d. medic. Wissenschaften 1875, No. 23.

⁶⁾ Zeitschr. f. klin. Medicin 1886, 11, 548.

⁷⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1891, 49, 315.

dass ein Theil des Alkohols, nämlich in 3 Versuchen 9,7, 10,7 bzw. 16,0 % durch Lungen, Haut und Nieren verloren gehen, dass aber der bei weitem grösste Theil im Körper verbrennt.

Strassmann schätzt letztere Menge etwas höher, nämlich zu 90 %, Bodländer zu rund 95 %; letzterer fand die Verluste wie folgt:

Verluste:	durch Niere	Haut	Lunge	Im Ganzen
1. Beim Hunde . . .	1,576 %	0 %	1,946 %	3,522 %
1. „ Menschen . . .	1,177 „	0,140 „	1,598 „	2,915 „

Binz und Mitarbeiter leugnen die Ausscheidung von unzersetztem Alkohol durch die Lungen überhaupt; bei Aufnahme von 50 ccm Alkohol waren in der Ausathmungsluft keine oder nur so geringe Mengen Alkohol, dass er nicht quantitativ bestimmt werden konnte. Was im Athem des Trinkers riecht, sind nach Binz die schwer oxydirbaren Aetherarten und Fuselöle, nicht der Aethylalkohol.

Auch im Harn von 22 Fiebernden fanden sie bei Gaben von 18–300 ccm absolutem Alkohol entweder keinen Alkohol oder nur Spuren bis 3 % des eingenommenen Alkohols.

Hiernach kann also nicht daran gezweifelt werden, dass der Alkohol bis auf geringe Mengen im Körper verbrennt und wie andere Nahrungsmittel eine Energiequelle abgibt.

b) Einfluss des Aethylalkohols auf die Verdauung.

R. Fleischer und W. Buchner haben zwar bei künstlichen Verdauungsversuchen (mit Glycerinpepsin, Salzsäure und Proteïn) gefunden, dass in Flüssigkeiten mit 4–8 % Alkohol die Verdauung ein wenig, in solchen mit 8–12 % Alkohol um das Doppelte und bei 14–20 % Alkohol noch mehr verzögert wird, dass ferner in Erlanger Bier und Rothwein, desgl. in Ruster-Ausbruch, Marsala, Tokayer und Champagner keine Verdauung eintrat; aber Parallelversuche am Menschen zeigten, dass die Verdauung im gesunden Magen durch mässige Mengen Bier und Wein nicht verlangsamt wird und auch nicht verlangsamt werden kann, weil dieselben von der regelrechten Schleimhaut viel zu schnell aufgenommen werden.

Nach Orgata¹⁾, E. Blumenau²⁾ und Gluchinski³⁾ wirken die alkoholischen Getränke, so lange sie nicht aufgesaugt sind, ebenfalls schädlich auf die Verdauung. Der Alkohol verschwindet indess bald (nach $\frac{1}{2}$ –2 Stunden) aus dem Magen; sobald dieses geschehen ist, steigt der Säuregrad um das 2–3-fache und schreitet dann die Verdauung um so schneller vorwärts. Mässige Mengen Alkohol, einige Zeit vor dem Essen genossen, würden daher günstig auf die Verdauung wirken.

Wenn man aus zahlreichen Versuchen von Mogilianski⁴⁾; ferner von Kuntz und Levy⁵⁾, Stammreich⁶⁾ sowie Miura⁷⁾ über den Einfluss des Aethylalkohols (in mässigen Mengen) auf die Ausnutzung der Nahrung im Vergleich zu Wasser das Mittel nimmt, so stellt sich folgendes Ergebniss heraus:

¹⁾ Archiv f. Hygiene 1885, 3, 204.

²⁾ Blumenau: Inaug.-Dissertation in Chem. Centralbl. 1891, II, 763.

³⁾ Archiv f. klin. Medicin. 39, 405.

⁴⁾ Mogilianski: Inaug.-Dissertation. St. Petersburg 1889.

⁵⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1891, 49, 444.

⁶⁾ Stammreich: Inaug.-Dissertation. Berlin 1891.

⁷⁾ Miura: Beiträge zur Lehre vom Stoffwechsel des gesunden u. kranken Menschen. 1892, 1, 4.

Nahrung	Stickstoff für den Tag				Stickstoff unausgenutzt im Koth %
	in der Nahrung g	im Harn g	im Koth g	am Körper g	
1. Ohne Alkohol-Beigabe . . .	22,5	19,0	1,9	+ 1,6	8,4
2. Mit Alkohol-Beigabe . . .	23,7	18,4	1,7	+ 3,6	7,2

Hiernach ist die Ausnutzung der Nahrung bei Alkoholgenuss (in mässigen Mengen und wenn der Mensch daran gewöhnt ist) etwas höher als ohne Alkoholgenuss.

Grössere Mengen Alkohol dagegen schaden der Verdauung; auch dürfte es sich empfehlen, während des Essens sich ebenso wie des Wassers so auch der alkoholischen Getränke zu enthalten.

c) Einfluss des Aethylalkohols auf die Athmung.

Ueber den Einfluss des Alkohols auf die Athmung lauten die Angaben ebenfalls verschieden. Boeck und Bauer¹⁾, Rumpf und G. Bodländer²⁾ schliessen aus ihren Beobachtungen, dass der Alkohol die Sauerstoff-Aufnahme und die Kohlensäure-Ausscheidung herabsetzt.

G. Bodländer³⁾ findet z. B., dass 35 Vol.-%iger Alkohol die Sauerstoff-Aufnahme bei Hunden um 11,7—19,1 %, bei einem Kaninchen um 3,1 %, die Kohlensäure-Ausscheidung entsprechend bei Hunden um 10,8—19,2 %, beim Kaninchen um 7,7 % herabsetzt.

N. Zuntz und Wolfert⁴⁾ dagegen finden sowohl bei Thieren wie beim Menschen eine Steigerung; 20—30 ccm absoluter Alkohol steigerten z. B. beim Menschen die Athemgrösse um 2 %, den Sauerstoff-Verbrauch und die Kohlensäure-Ausscheidung um 3,5 %. Qualitativ unterscheidet sich nach Zuntz die Wirkung des Aethylalkohols auf die Athmung nicht von derjenigen anderer Nahrungstoffe. Ein gleiches Ergebniss erhielt Henrijean⁵⁾; nach ihm wirken beim nüchternen Menschen in der Steigerung der Sauerstoff-Aufnahme 35—38 g Alkohol wie 130—190 g Brot. Auch Geppert⁶⁾ bemerkte eine Steigerung des Gaswechsels nach Alkoholaufnahme.

M. Rubner erklärt die verschiedenen Anschauungen über den Einfluss des Alkohols auf den Gaswechsel daraus, dass der Alkohol im Verhältniss zu seiner hohen Verbrennungswärme nur wenig Sauerstoff aufnehme, was aber keine Verringerung des Verbrennungsvorganges an sich bedeute.

Bezüglich des kalorischen Werthes für den Körper steht der Aethylalkohol dem Fett am nächsten, indem 1 g desselben 7184 Kalorien liefert (vergl. S. 283).

Das durch Alkoholgenuss hervorgerufene Wärmegefühl wird vielfach als eine durch die Verbrennung des Alkohols verursachte Steigerung der Körpertemperatur aufgefasst. Diese Ansicht ist jedoch wohl nicht stichhaltig; denn die Körpertemperatur (gemessen in der Axilla und im Rektum) pflegt auf Grund vieler

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1874, 10, 336.

²⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1884, 33, 358.

³⁾ Zeitschr. f. klin. Medicin 1886, 11, 548.

⁴⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1883, 32, 222; ferner Archiv f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abth., 1887, 178.

⁵⁾ Bull. de l'acad. belge 1883.

⁶⁾ Archiv f. experim. Pathologie u. Pharmakologie 1887, 22, 368.

Beobachtungen nach reichlichem Alkoholgenuss sogar um ein Geringes zu sinken. Der Grund dieses Wärmegefühls liegt vielmehr wohl darin, dass die Herzthätigkeit durch die alkoholischen Getränke eine Steigerung erfährt, und in Folge dessen der Blutumlauf an der Körperoberfläche beschleunigt wird; die Blutgefässe der äusseren Haut erweitern sich und es tritt eine stärkere Wasserverdunstung ein; auf diese Weise entsteht ein erhöhtes Wärme- und Kraftgefühl, grössere Energie der Bewegungen und durch die Erregung der Gehirnthätigkeit ein reiches Spiel der Phantasie.

Jeder Mensch kennt einerseits die belebende Wirkung eines Glases Wein oder Brantwein nach übermässiger Anstrengung und grosser Müdigkeit, und wie andererseits ein Glas Wein oder Brantwein zu einer kühnen That und schwierigen Arbeit ermuntert. Die wohlthätige Wirkung eines mässigen Alkoholgenusses (Brantwein) bei kaltem Wetter muss grösstentheils auf die Steigerung des Blutkreislaufes an der Oberfläche zurückgeführt werden¹⁾.

d) Einfluss des Aethylalkohols auf den Proteïnumsatz im Körper.

Auch über die Wirkung des Alkohols auf den Proteïnumsatz sind die Ansichten lange streitig gewesen und noch wohl immer nicht ganz einig. Die älteren Versuche ergaben meist eine Verminderung des Proteïnumsatzes bzw. der Harnstoffausscheidung. Gleiche Beobachtungen wurden später von Riess und Jaksch²⁾ gemacht.

Fr. Strassmann³⁾ zieht aus Fütterungsversuchen an Hunden mit und ohne Beigabe von Alkohol den Schluss, dass der Alkohol den Fettansatz im Körper zu erhöhen im Stande ist. C. v. Noorden⁴⁾ verfolgte die Wirkung des Alkohols als Sparmittels für Proteïn an erwachsenen Personen unter verschiedenen Ernährungsverhältnissen und fand, dass „bei proteïnreicher Kost die Kalorien des Alkohols gut, bei proteïnarmer Kost dagegen schlecht verwerthet werden“⁵⁾.

Zülzer⁶⁾, Strübing⁷⁾, ferner Munk⁸⁾ konnten durch Versuche sowohl am Menschen wie am Thier nur bei kleinen Gaben von Alkohol eine Herabsetzung des Proteïnumsatzes feststellen, bei grösseren Gaben trat eine Steigerung der Stickstoff- wie Phosphorsäure-Ausscheidung ein.

Nach Schoumoff⁹⁾ führen jedoch weder kleine noch grosse Gaben von Alkohol eine Aenderung des Proteïnumsatzes herbei, während Weiske und Flechsig¹⁰⁾ (freilich an Pflanzenfressern) nur eine Steigerung desselben feststellten. Dieses wird

¹⁾ Es ist aber völlig unrichtig, Erfrierende oder solche, die einer langen Kälte ausgesetzt gewesen waren, durch eine reichliche Gabe von Wein oder Brantwein wieder zu erwärmen, da in diesem Falle ein so starker Wärmeverlust vom Körper eintreten kann, dass durch Rückwirkung auf das Gehirn augenblicklich der Tod die Folge ist.

²⁾ Zeitschr. f. klin. Medicin 1881, 2, 1.

³⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1888, 11, 369; 13, 327.

⁴⁾ Berliner klin. Wochenschr. 1891, No. 23.

⁵⁾ Hieraus erklärt sich vielleicht, dass viele Personen wohlhabender Stände, welche eine proteïnreiche Kost und viel Alkohol zu sich nehmen, sich sehr wohl befinden, dass der Alkohol in diesen Fällen Proteïn erspart und den Fettansatz befördert; dass dagegen bei Menschen, welche sich schlecht, d. h. mit proteïnarmer Kost ernähren und dabei den Alkohol nicht als Zulage, sondern als Ersatzmittel des Fettes zuführen, leicht Organerkrankungen und schliesslich Cachexie auftreten.

⁶⁾ Virchow's Archiv f. Anatomie u. Physiologie 1876, 66, 301.

⁷⁾ Archiv f. experim. Pathologie u. Pharmakologie 1876, 6, 26.

⁸⁾ Du Bois-Reymond's Archiv f. Anatomie u. Physiologie, physiol. Abtheilung 1879, 160.

⁹⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1884, 33, 351.

¹⁰⁾ Journ. f. Landwirthschaft 1886, 34, 153.

von Stammreich (l. c.), Miura¹⁾ wie Schmidt²⁾ durch Versuche am Menschen bestätigt; sie fanden sämtlich die Stickstoffausfuhr aus dem Körper durch die Beigabe von Alkohol zur Nahrung gegenüber einer solchen ohne Alkohol um ein Geringes erhöht. Nur bei grossen Proteïnmenge in der Nahrung konnte nach Strassmann's Versuchen der Alkohol das Fett vollständig, bei mittleren Proteïnmenge nur zum Theil ersetzen. Nach R. O. Neumann³⁾ hat dieses Ergebniss aber darin seinen Grund, dass die letzten Versuchsansteller ihre Versuche nicht lange genug (nicht über 4 Tage) ausdehnten, da die fett- bzw. proteïnersparende Wirkung des Alkohols erst vom 4. bzw. 5. Tage an bei dem an Alkohol nicht gewöhnten Körper auftritt.

Neumann hat dann durch eigene Versuche am Menschen diese und andere Mängel und Fehler zu vermeiden gesucht, indem er selbst (68 kg schwer) in einem 1. Versuchsabschnitt eine ausreichende Nahrung genoss, in einem 2. Abschnitt das Fett um 76 g für den Tag verminderte, wodurch der Stickstoffumsatz (Verlust) steigen musste; dann ersetzte er in einem dritten Abschnitt das fehlende Fett durch eine äquivalente Menge von 100 g Alkohol; in einem 4. Abschnitt wurden die 76 g Fett neben 100 g Alkohol wieder zugesetzt und die Nahrung zu einer übergewöhnlichen gemacht; in einem 5. Abschnitt war durch Entzug von Fett und Alkohol die Nahrung wie im 2. Abschnitt wieder ungenügend und in einem 6. Abschnitt durch Beigabe nur des Fettes wieder genügend.

Die Grundnahrung bestand aus Schwarzbrot, Cervelatwurst, Romadourkäse und Schweineschmalz. Die Ergebnisse waren folgende:

Nahrung	In der täglichen Nahrung				Kalorien	Stickstoff für den Tag				Stickstoff unangewandt im Koth ausgeschieden %		
	Protein g	Fett g	Kohlenhydrate g	Alkohol g		in der Nahrung g	im Harn g	im Koth g	an Körper g			
1. Genügende während 5 Tage	76,2	156	224	—	2681,5	12,19	10,09	1,84	+ 0,26	15,1		
2. Ungenügende während 4 Tage	76,0	78,4	224	—	1959,1	12,16	12,14	1,65	- 1,63	13,6		
3. Genügende 10 Tage	in den ersten 4 Tagen . .		76,0	78,4	224	100	2677,1	12,16	13,41	1,80	- 3,05	14,8
	in den letzten 6 Tagen . .		76,0	78,4	224	100	2677,1	12,16	11,06	1,42	- 0,32	11,7
4. Uebergewöhnliche, 6 Tage . .	76,2	156,0	224	100	3401,6	12,19	9,47	1,37	+ 1,35	11,2		
5. Ungenügende, 4 Tage . .	76,0	78,4	224	—	1959,1	12,16	12,63	1,43	- 1,9	11,8		
6. Genügende, 6 Tage . .	76,2	156	224	—	2681,5	12,19	10,89	1,54	- 0,24	12,6		

Hieraus erhellt, dass sobald man einer genügenden Nahrung einen Theil des Fettes entzieht, eine grössere Menge Proteïn vom Körperbestande umgesetzt wird und letzterer Proteïn einbüsst. Ersetzt man dann das fehlende Fett durch eine äquivalente Menge Alkohol, so tritt wieder Stickstoffgleichgewicht ein, d. h. erst am 4. oder 5. Tage, nachdem sich der Körper an den Alkohol gewöhnt hat; in den ersten Tagen kann ein erhöhter Zerfall von Körperproteïn statthaben.

Auch die Ausnutzung der Nahrung ist durch den Alkoholgenuss in diesen Versuchen eher etwas erhöht als erniedrigt.

¹⁾ Zeitschr. f. klin. Medicin 1892, 20, 137.

²⁾ Schmidt: Inaug. Dissert. Greifswald 1898.

³⁾ Archiv f. Hygiene 1899, 36, 1.

Zu wesentlich denselben Ergebnissen gelangte R. Rosemann¹⁾.

Ohne Zweifel ist nach diesen Versuchen der Aethylalkohol in mässigen Mengen als Nahrungsmittel anzusehen, welches ebenso wie das Fett Protein am Körper zu ersparen im Stande ist.

Aus dem Grunde wollen Klemperer²⁾, Sarlo und Bernardini³⁾ u. A. den Alkohol in mässigen Mengen in der Nahrung zulassen, ja reden ihm wegen seiner diätetischen und die Arbeitsleistung erhöhenden Wirkung sogar das Wort. Ogata⁴⁾, Kräpelin⁵⁾, Smith⁶⁾, Demme⁷⁾, Nothnagel⁸⁾ treten indess diesen Anschauungen entgegen und suchen das Gegentheil zu beweisen.

Mögen auch kleine Mengen Aethylalkohol unter Umständen und bei Kranken anregend und förderlich wirken, so ist doch garnicht zu bezweifeln, dass grössere und übermässige Mengen, regelmässig genossen, von den unheilvollsten Folgen begleitet sind; er wird dann statt eines guten Freundes, wenn er gleichsam als Arznei genossen wird, zum ärgsten Feinde des Menschen. Die anfänglich wohlthätige Erregung des Nervensystems geht in eine allgemeine Erschlaffung über. Sowohl die Thätigkeit der Muskeln, des Herzens wie des Gehirns wird durch den übergrossen Reiz geschwächt, das Bewusstsein getrübt. Durch den übergrossen Reiz auf die Magen- und Darmschleimhaut erschaffen die die Verdauungssäfte absondernden Organe, es treten katarrhalische Zustände ein, welche den ganzen Verdauungsvorgang und die Ernährung untergraben. Den brummenden Magen sucht man durch Zufuhr neuer Alkoholmengen anstatt durch Zufuhr von Nahrung zu beruhigen und beschleunigt dadurch das Uebel. Die durch den Alkohol vorübergehend gesteigerte Umsetzung wird aus dem Kraftvorrath des Körpers genommen; in allen Organen (Nieren, Leber, Herz, Gehirn, Rückenmark) tritt eine verhängnissvolle Fettablagerung und ein Schrumpfen der Organe ein, die Sinnesorgane leiden, im Gehirn selbst und in seinen Häuten gehen tiefe Veränderungen vor, die geistigen Fähigkeiten nehmen ab, allgemeiner Stumpsinn ist die Folge. Die Trunksucht vermehrt die Krankheitsursachen und die Sterblichkeit; der Gewohnheitstrinker gräbt sich sein eigenes Grab. Ein grosser Theil der Selbstmorde und ein noch grösserer Theil der Geistesstörungen ist auf den übermässigen Alkoholgenuss zurückzuführen⁹⁾. Auch die Moralität wird untergraben; nach Baer waren 1876 von 32837 Gefangenen 41,7% dem Trunke ergeben.

Diese nachtheiligen Folgen des Alkoholgenusses sind um so schlimmer und treten um so schneller auf, je geringer die gleichzeitige Nahrungszufuhr

¹⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1901, 86, 307.

²⁾ Berl. klin. Wochenschr. 1891, 28, 1554 u. 965 und Zeitschr. f. klin. Med. 1890, 17.

³⁾ Berl. klin. Wochenschr. 1890, 27, 1016.

⁴⁾ Archiv f. Hygiene 1888, 3, 204.

⁵⁾ Kräpelin: Ueber die Beeinflussung einfacher psychischer Vorgänge durch einige Arzneimittel. Jena 1892.

⁶⁾ Smith: Ueber desgl. V. internationaler Kongress zur Bekämpfung des Missbrauches geistiger Getränke.

⁷⁾ Demme: Ueber den Einfluss des Alkohols auf den Organismus des Kindes. Stuttgart 1891.

⁸⁾ Verhandlungen des VII. Kongresses für innere Medicin 1888.

⁹⁾ Nach statistischen Angaben über die Krankenbewegungen in Heil- und Irrenanstalten des Deutschen Reiches betrug die Zahl der an Säuferwahnsinn leidenden Kranken 5085 i. J. 1877 und 11974 i. J. 1885. Es starben in Folge von Säuferwahnsinn i. J. 1877 = 1165 (darunter 88 Weiber), i. J. 1886 = 1334 (darunter 121 Weiber) Personen in Preussen allein. Die Zahl der Selbstmorde in Folge von Trunksucht war in Preussen in den Jahren 1873—1876 durchschnittlich 327, i. J. 1885 dagegen 603.

und je alkoholreicher das Getränk ist. Deshalb wirkt der Branntwein am gefährlichsten, darnach der Wein, am langsamsten das Bier mit viel weniger Alkohol- und mehr Extraktgehalt. Der übermässige Branntweingenuss ist vielfach ein Krebschaden besonders der arbeitenden Klasse geworden. Es muss daher mit Freuden begrüsst werden, dass man zur Zeit durch allerlei Mittel und Wege (durch Bildung von Mässigkeitsvereinen, Einschränken der Schankstuben, scharfes Einhalten der Polizeistunden, Errichtung von Kaffeeschänken etc.) den Branntweingenuss in jeder Weise zu beschränken sucht. Die grossen Fortschritte in der Bierfabrikation tragen ebenfalls dazu bei, den Branntweinverbrauch einzuschränken; denn wenn die Arbeitgeber ihren Arbeitern statt des gebräuchlichen Branntweins ein Glas guten Bieres geben, so kann dadurch dem Uebel immer mehr gesteuert werden.

Man hat die Schädlichkeit des Branntweines vielfach allein dem Gehalt an Fuselöl zugeschrieben, indem man festgestellt hat, dass bei akuten Vergiftungen die tödtliche Gabe beim Amylalkohol niedriger liegt als beim Aethylalkohol. Auch glaubten Dujardin-Beaumez und Audigé durch 3 Jahre lange Versuche an Schweinen mit verschiedenen spirituösen Getränken die grössere Schädlichkeit des Amylalkohols erwiesen zu haben. Auch Fr. Strassmann¹⁾ fand durch gemeinschaftlich mit N. Zuntz angestellte Versuche, dass Hunde, welche einen Alkohol mit 3% Amylalkohol erhielten, schon frühzeitig schwerere nervöse Erscheinungen zeigten und in etwa der Hälfte der Zeit zu Grunde gingen als diejenigen, welchen reiner Alkohol gegeben wurde. Auch bei den Thieren, welche einen Branntwein von 1,5% Fuselgehalt erhielten, war die Trunkenheit schwerer, die nervösen Erscheinungen stärker. Bei der Sektion fand sich eine stärkere Fettleber, als bei den nur mit reinem Alkohol gefütterten Thieren; jedoch trat der Tod keineswegs bei ihnen früher ein, als bei diesen.

Hiernach war zu erwarten, dass geringere Mengen Fuselöl im Branntwein nicht mehr schädlich wirken würden. Dieses wurde in der That bei einem Rohsprit gefunden, welcher 84,8 Vol.-% Aethylalkohol und 0,314% Amylalkohol (Fuselöl), Aldehyd und Furfurol enthielt; 20 ccm dieses Sprits wurden gut vertragen, während eine Steigerung auf 22,5 ccm Reinsprit bedrohliche Erscheinungen und schliesslich den Tod hervorrief. Auch konnte Dahlström schon früher bei Hunden keinen Unterschied zwischen rektificirtem und nichtrektificirtem Branntwein finden.

Beim Menschen bewirkt der eigenthümliche Geruch und Geschmack des Fuselöles allerdings leicht eine unangenehme Erregung der Sinnesorgane; wenn man aber das Fuselöl, wie N. Zuntz angiebt, mit geschmacklosen, sich erst im Magen lösenden Gelatine kapseln in den Magen einführt, so wird dasselbe in grösseren Mengen ohne Störung vertragen. Hiernach schliesst Fr. Strassmann: Für die stärkere zerstörende Wirkung eines Spiritus von 0,3—0,5% Fuselöl (auf 100% Alkohol berechnet) gegenüber einem völlig fuselölfreien hat bisher weder die klinische Erfahrung, noch der Thierversuch Beweise erbracht; die Versuche lassen im Gegentheil mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dass eine solche stärkere Wirkung nicht besteht.

Es scheint also der Alkohol selbst zu sein, welcher, im Uebermaass genossen, für alle Schädigungen des Körpers (d. h. den chronischen Alkoholismus) verantwortlich gemacht werden muss.

Versuche über die Schädlichkeit von Aldehyd im Alkohol haben bis jetzt noch

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1888, 11, 369 u. 13, 327.

zu keinem endgültigen Ergebniss geführt, auch ist die Behauptung Albertoni's, dass Aldehyd den Körper unverändert verlasse, noch nicht sicher erwiesen, da auch im regelrechten Harn ohne Aldehydbeigabe reducirende, die Aldehydreaktion gebende Substanzen vorkommen.

Die neben den Alkoholen in den alkoholischen Getränken noch sonst vorhandenen Extraktstoffe sind für die Ernährung wohl nur von gutem Einfluss.

Nur für das in alkoholischen Getränken stets vorhandene Glycerin muss dieses in Zweifel gezogen werden.

J. Munk¹⁾, L. Levin und N. Tschirwinsky²⁾ fanden nämlich, dass das Glycerin als Nährstoff keine Bedeutung für den Körper hat, da es nicht wie Fett, Fettsäuren oder Zucker proteinersparend wirkt; nach Tschirwinsky gingen bei einem 24 kg schweren Hunde von 100—200 g verabreichtem Glycerin für den Tag 55—124,9 g, also über die Hälfte, als solches in den Harn über; diese Beobachtung lässt es zweifelhaft erscheinen, dass das Glycerin auch Fett im Körper zu ersparen im Stande ist. 300 g Glycerin für den Tag wirkten bei einem 28 kg schweren Hunde giftig.

Mag das chemisch reine Glycerin in Wirklichkeit nicht giftig sein, so enthält doch das käufliche Glycerin des Handels allerlei verunreinigende — z. B. Silbersalze reducirende — Stoffe³⁾, welche nicht als unverdächtig für die Gesundheit bezeichnet werden können. Aus dem Grunde sollte wie beim Wein, so auch beim Bier der Zusatz von Glycerin verboten sein.

11. Einfluss der alkaloidhaltigen Genussmittel (Kaffee, Thee etc.) auf den Stoffwechsel. Dass die alkaloidhaltigen Genussmittel, trotzdem sie dem Körper nur wenig oder keine eigentlichen Nährstoffe zuführen, von grossem Einfluss in unserer Nahrung sind, ist eine tagtägliche Erfahrung und wird von allen Seiten anerkannt.

Eine Tasse Kaffee oder Thee, nach grosser Anstrengung genommen, lässt uns ebenso wie ein Glas Wein die Müdigkeit, eine Pfeife Tabak oder eine Cigarre für den Augenblick ein starkes Hungergefühl vergessen und beide rufen das Gefühl des Wohlbehagens, welches uns die Sättigung gewährt, hervor. Sie erhöhen die Arbeitsfähigkeit des Körpers und vertreiben ein aus Arbeit oder Krankheit hervorgegangenes Schwächegefühl der Nerven und Muskeln. Um die nach reichlichem Mahl gesteigerte Kraftanstrengung, die zur Verdauung der Nahrung erforderlich ist, zu überwinden und den Körper sofort für andere Arbeiten geschickt zu machen, pflegen wir wie ein Glas Wein, Bier, so auch eine Tasse Kaffee oder Thee zutrinken, oder eine Cigarre zu rauchen (vergl. auch S. 210).

Darüber aber, worin die Wirkung dieser alkaloidhaltigen Genussmittel für den Stoffwechsel besteht, herrschen noch verschiedene Anschauungen.

Nach Binz und Heerlein⁴⁾ bewirkt Koffein bei Kaninchen eine Steigerung des Sauerstoffverbrauches, während Injektionen von Kaffeedestillat ohne Einfluss auf die Sauerstoffaufnahme waren. Auch K. B. Lehmann und Wilhelm⁵⁾ konnten von

¹⁾ Maly's Jahrb. f. Thierchem. 1879, 8, 314.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1879, 15, 243 u. 252.

³⁾ Norddeutsche Brauerzeitung 1884, No. 41.

⁴⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1892, 52, 165.

⁵⁾ Archiv f. Hygiene 1898, 32, 310 u. 327.

den flüchtigen Erzeugnissen der gerösteten Kaffees, dem Koffeol, irgend eine merkliche Wirkung auf den Menschen nicht feststellen; ebenso dem Theeöl sprechen Lehmann und Tendlau nur eine geschmackverbessernde Wirkung zu. Die gegen-
theiligen Ergebnisse von Kräpelin und Hoch¹⁾ hält K. B. Lehmann nicht für ein-
wandfrei.

Nach diesen Versuchen und den Versuchen von Nicolai²⁾ ist anzunehmen, dass nur dem Koffein oder Thein die physiologischen Wirkungen des Kaffees oder Thees zu-
geschrieben werden müssen.

Edw. Smith giebt an, dass die Einnahme von Kaffee und Thee eine Ver-
mehrung der ausgeathmeten Kohlensäure bewirkt.

Rabuteau³⁾ behauptet, dass der Kaffee- und Theegenuss den Stickstoffumsatz
d. h. die Harnstoffausscheidung (um 1,3 bzw. 3,2 g Harnstoff im Tage nach 2 Ver-
suchsreihen) herabsetzt, während Roux⁴⁾ umgekehrt bei Kaffee- und Theegenuss
eine vermehrte Harnstoffausscheidung festgestellt haben will. Conty, Guimaraes
und Niobey⁵⁾ halten die Wirkung des Kaffees für verwickelter, als man bis jetzt
annimmt.

In mässigen Gaben soll der Kaffee die Menge der Blutgase vermindern, ohne
die Menge der verzehrten stickstofffreien Extraktstoffe zu beeinflussen. Derselbe
bildet daher ein Sparmittel, indem er die Lebhaftigkeit der Verbrennung ver-
mindert. Dagegen steigert der Kaffee einerseits die Aufnahme der stickstoffhaltigen
Nährstoffe, andererseits die Bildung des Harnstoffs; auf diese Weise soll er die Auf-
gaben des Körpers im Gleichgewicht halten. Er macht den Körper fähig, grössere
Mengen stickstoffhaltiger Nahrung zu verzehren, in Folge dessen er indirekt Arbeit
liefert und allen denen nützlich ist, welche viele verfügbare Kraft gebrauchen.

Hoppe-Seyler⁶⁾ stellte zwar in einer 19-tägigen Versuchsreihe bei einem
Hund, der mit der gleichen Menge Milch und Fleisch ohne und mit Zusatz von
Koffein gefüttert wurde, ein allmähliches Absinken der Harnstoffausscheidung fest,
aber in so unbedeutender Menge, dass dem Koffein eine entschiedene Einwirkung
auf die Stickstoffausscheidung nicht zugeschrieben werden konnte. Auch C. Voit⁷⁾
konnte nach Einführung einer gewöhnlichen Menge Kaffeeaufguss in das Futter eines
Hundes keine Aenderung der Harnstoffausscheidung nachweisen.

Während H. Ribaut⁸⁾ die Ergebnisse Hoppe-Seyler's leugnet und eine
Verminderung der täglichen Harnmenge nach Koffeingenuss beobachtete, gehören
nach anderen Angaben das Koffein und Theobromin wiederum zu den harntreibenden
Mitteln und hat Katsuyama⁹⁾ nachgewiesen, dass das Koffein bzw. Thein einseitig
die Alkalien besonders das Natrium im Harn vermehrt. Mag diese Ver-
mehrung zum Theil auch von der gleichzeitig vermehrten Wasseraufnahme herrühren,
hiervon allein aber war dieselbe in diesen Versuchen nicht bedingt. In derselben Weise
könnte auch eine unter Umständen vermehrte Harnstoffausscheidung durch Thee- und

¹⁾ Kräpelin und Hoch: Ueber die Wirkungen der Theebestandtheile auf körperliche und
geistige Arbeit. Leipzig, 1895 oder Kräpelin: Psychologische Arbeiten, I. Bd., Heft 2 u. 3.

²⁾ Deutsche Vierteljahresschrift f. öffentl. Gesundheitspflege 1900, 33, 294.

³⁾ Compt. rendus 1873, 77, 479.

⁴⁾ Ebendort 1873, 77, 365.

⁵⁾ Ebendort 1884, 99, 85.

⁶⁾ Hoppe-Seyler: Physiol. Chemie 1884, 958.

⁷⁾ Voit: Hermann's Handbuch d. Physiologie, 6, 174.

⁸⁾ Bull. gén. Thérap. 1900, 139, 485.

⁹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1899, 28, 587.

Kaffeegenuss erklärt werden, dadurch nämlich, dass wie durch Wasser allein (vergl. S. 338) so hier unter dem gleichzeitigen harntreibenden Einfluss von Koffein bezw. Thein im Anfange eine stärkere Ausspülung der Organe und Wegführung des Harnstoffs statthätte, die mit der Zeit nachliesse und ins Gegentheil umschlüge. Trotz der gleichbleibenden oder verminderten Harnstoffbildung bezw. -ausscheidung kann die erhöhte Arbeitsleistung nach Genuss der alkaloidhaltigen Genussmittel doch dem Einfluss der letzteren zugeschrieben werden, da, wie wir wissen, Stickstoffumsatz und Arbeitsleistung mehr oder weniger von einander unabhängig sind. Ohne Stoffverbrauch findet aber keine Arbeitsleistung statt und muss man sich die Wirkung der alkaloidhaltigen Genussmittel, die erschlafften Muskeln von neuem zu Arbeitsleistungen anzuregen und zu befähigen, ohne dass denselben Nährstoffe zugeführt werden, wohl in der Weise denken, dass sie in Folge der Nervenerregung eine Neubildung von Spaltungstoffen in den Geweben veranlassen, die auch ohne Sauerstoffzehrung verbrennen und dadurch Arbeit leisten (vergl. S. 271). Auf diese Weise würde sich auch erklären, dass alle alkaloidhaltigen Genussmittel (ausser Kaffee, Thee, Tabak auch Opium, Betelnüsse, Kola, Kokablätter etc.) für kurze Zeit zu kaum glaublichen Arbeitsleistungen befähigen, ohne dass gleichzeitig wesentliche Mengen anderer Nährstoffe genossen werden, dass fast jedes Volk seine besonderen alkaloidhaltigen Genussmittel hat und als unentbehrlich in der Nahrung ansieht.

Wie aber jedes Genussmittel im Uebermaass genossen von den übelsten Folgen ist, so auch hier; und zwar bei diesen um so mehr, als der wirkende Bestandtheil, das Alkaloid, bei den meisten zu den sehr starken Giften gehört. Abgesehen davon, dass sie also unter Umständen im Uebermaass genossen den Tod zur Folge haben können, schlägt bei einem übermässigen Genuss die wohlthätige, nervenerregende Wirkung in das Gegentheil um; der übergrosse Reiz auf die Nerven zerrüttet dieselben schliesslich, sie werden mehr und mehr unempfindlich für den Reiz.

Ein Auszug von z. B. 6–10 g Thee wird nach K. B. Lehmann (l. c.) meistens ohne Störung gut vertragen; ein Auszug von 20–40 g ruft dagegen mehrere eigenartige Erscheinungen hervor wie: Muskelspannung und Muskelzuckungen, Muskelermüdung, Muskelunruhe und Tremor, Schwindel, Hitzegefühl, Präkordialangst. Dagegen wird die Herzthätigkeit weder in ihrer Zahl noch Stärke noch in ihrer Regelmässigkeit beeinflusst.

Ueber die Folgen eines übermässigen Genusses von Kaffee berichtet auch M. Kohn¹⁾:

Ein kräftig gebauter Mann hatte 2 Tassen Kaffee genossen, welche aus 5 Loth (80 g) Kaffee bereitet waren. Nach 2 Stunden stellte sich Schwindel und Kopfschmerz ein, es trat Zittern auf, welches sich von den Füssen über den übrigen Körper verbreitete. Dazu gesellte sich in den nächsten Stunden Röthe im Gesicht, Herzklopfen, Angstgefühl und Brechreiz. Erst nach einigen Tagen wichen die Spuren der Vergiftung.

Bei den gewohnheitsgemässen Theetrinkern können²⁾ mitunter akute und chronische Krankheiten auftreten, die sich in Blutandrang zum Kopf, Hirnreizung, leichter Erregbarkeit und in einer Störung der Herz- und Gefässfunktionen äussern.

¹⁾ Theapeut. Monatsh. 1889, 3, 139.

²⁾ Deutsche medic. Wochenschr. 1888, 14, 492.

Diese Erscheinungen sollen bei Frauen und Leuten mit sitzender Lebensweise eher auftreten, als bei Männern und Leuten mit viel Körperbewegung.

Besonders nachtheilig wirkt auch übermässiges Rauchen.

Die grosse Abspannung und Nervenzerrüttung nach übermässigem Genuss geistiger Getränke in Verbindung mit starkem Rauchen hat schon wohl fast Jeder an sich selbst erfahren. Die dann eintretende Abneigung gegen jede Cigarre oder Pfeife ist der beste Beweis einer eingetretenen schädlichen Nikotinwirkung¹⁾.

„Unter die Wirkungen des Tabaks“, sagt Artmann, „wäre ich auch geneigt, eine periodische Deprimierung der Verstandsthatigkeit zu rechnen. Dass dieses bei den Türken der Fall ist, dürfte bekannt sein, aber auch bei uns Europäern wird das Rauchen oft aus ähnlichen Gründen angewendet, indem es dazu dient, die Langeweile zu verschleichen, welche in der unbefriedigten oder gehinderten Geistes-thätigkeit ihren Grund hat. Zwar hängt man während des Rauchens Gedanken nach, aber weniger mit Selbstbewusstsein, als vielmehr wie im Traume, woher es denn geschieht, dass man zuweilen nicht anzugeben vermag, woran man gedacht hat. Hierbei geht das Maass für die Zeitintervalle verloren, d. h. man langweilt sich wohl, aber nur für den Moment, besonders ohne das drückende Gefühl, dass man sich schon gelangweilt habe.“

Was das Schicksal der Alkaloide im Körper anbelangt, so hat M. Krüger⁴⁾ für das Koffein nachgewiesen, dass es (beim Hunde) zu den drei Dimethyl-xanthenen: Theobromin, Paraxanthin und Theophyllin (vergl. S. 60) zerfällt, die neben unverändertem Koffein im Harn abgeschieden werden.

Wie die Alkaloide so sind auch die sog. Narkotika (Einschläferungsmittel) von Einfluss auf den Stoffwechsel; so hat nach E. Salkowski⁵⁾ Chloroform in geringen Mengen eine erhöhte Stickstoffausscheidung zur Folge. Hierauf wie auf die Wirkung verschiedener Heilmittel auf den Stoffwechsel näher einzugehen, muss ich mir versagen⁶⁾.

12. Bedeutung der Mineralstoffe für den Stoffwechsel. Die Wichtigkeit der Aschenbestandtheile für den thierischen Körper ist zuerst von v. Liebig hervorgehoben worden; derselbe nimmt an, dass dem Körper in der Nahrung reichlich Aschenbestandtheile zugeführt werden müssen, weil bei dem Zerfall von organisirter Körpersubstanz eine Menge Aschenbestandtheile gleichzeitig mit den anderen Zersetzungserzeugnissen aus dem Körper entfernt werden; ohne Anwesenheit der Aschenbestandtheile in der Nahrung ist der Wiederaufbau der zerstörten organisirten Körpersubstanz nicht möglich.

Wenn man nun auch nach den Münchener Ernährungsversuchen annehmen muss, dass die organisirte Körpersubstanz sich nur wenig an dem Zerfall theiligt, dass für den erwachsenen Körper der Aufbau von Körpersubstanz ein geringer ist, somit auch die Nothwendigkeit der Aschenbestandtheile für Zwecke des Aufbaues als ausgeschlossen betrachtet werden kann, so ist doch die Wichtigkeit der Mineralstoffe selbst für den Stoffwechsel des ausgewachsenen Körpers durch Ernährungsversuche so hinreichend festgestellt, dass sie keinem Zweifel unterliegen kann.

¹⁾ Hellwig erzählt 1858 von zwei Holländern, die wetteten, wer von beiden die meisten Pfeifen hintereinander rauchen könne, dass beide ihren Leichtsin mit dem Tode büssen mussten. Sie starben fast gleichzeitig, nachdem der eine 17, der andere 18 Pfeifen geraucht hatte.

⁴⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft 1899, 32, 2818.

⁵⁾ Chem. Centralbl. 1889, I, 613; 1890, I, 406.

⁶⁾ Eine ausführliche Zusammenstellung aller dieser Versuche findet sich in W. O. Atwater: A. Digest of metabolism experiments. Washington 1897.

Dies zeigen u. a. besonders Versuche von J. Forster¹⁾ an Tauben und Hunden, die mit einer an Protein, Fett und Kohlenhydraten ausreichenden Nahrung aber ohne Aschenbestandtheile ernährt wurden.

Die Vorgänge des Stoffwechsels der Thiere, Zerfall und Zersetzung im Körper, verliefen bei dieser Nahrung wie sonst. Aber mit jedem Tage wurden die Thiere schwächer, stumpfsinniger und theilnahmloser; sie mussten schliesslich zwangsweise gefüttert werden und gingen nach 13 bzw. 30 und 31 Tagen unter heftigem Zittern und grosser Muskelschwäche zu Grunde.

In den flüssigen und festen Ausgaben der Thiere fanden sich die üblichen Mineralstoffe, welche vom Körper abgegeben sein mussten. Wurde den Thieren gar keine Nahrung gegeben, so dauerte die Ausscheidung von Mineralstoffen fort, ja es wurden jetzt sogar mehr Mineralstoffe abgegeben, als wenn gleichzeitig aschenfreies Protein, Fett und Stärke gefüttert wurden.

Mit dem Zerfall von Körperprotein während des Hungers werden auch die dem Protein anhaftenden Mineralstoffe aus dem Körper ausgeführt.

Dazu gesellt sich aber nach L. Lanin²⁾ die lösende Wirkung der aus dem Schwefel der Proteinstoffe gebildeten Schwefelsäure, welche Basen bindet und in erhöhter Menge aus dem Körper ausführt.

Von besonderer Bedeutung für den Thierkörper werden Kalkphosphat, Eisenverbindungen und Kochsalz angesehen.

a) Bedeutung des Kalkphosphates. Für den wachsenden Körper sind in erster Linie Erdphosphate von grosser Bedeutung, weil aus ihnen das Knochengüst aufgebaut wird. In dem ersten Alter sind die Knochen verhältnissmässig wasserreich, schwammig und elastisch³⁾; mit vorschreitendem Alter verlieren sie unter gleichzeitiger Einlagerung von Kalkphosphat und Fett mehr und mehr Wasser und werden fester.

Es ist einleuchtend, dass dieses Wachsthum, diese Einlagerung von Erdphosphaten nicht vor sich gehen kann, wenn dieselben nicht in hinreichender Menge in der Nahrung zugeführt werden. Man hat vielfach behauptet (H. Weiske⁴⁾ und Andere), dass ein Kalkphosphatmangel in der Nahrung eine Knochenerkrankung nicht herbeiführen könne, weil die procentige Zusammensetzung der Knochenasche bei Kalk- und Phosphorsäuremangel im Futter nicht verändert werde. Man suchte in Folge dessen die Ursache der Knochenerkrankung in dem Auftreten von Milchsäure, welche die Erdphosphate aus den Knochen lösen und fortführen sollte.

Nach H. Weiske⁵⁾ wird diese Wirkung auch besonders durch Nahrungsmittel, welche wie Hafer und andere Getreidekörner eine sauer reagirende Asche liefern, ferner durch solche Proteinstoffe, die in Folge eines hohen Schwefelgehaltes beim Zerfall, viel Schwefelsäure liefern, in erster Linie hervorgerufen und nicht durch Kalkmangel.

Allein vielfache andere Versuche, so besonders von F. Roloff⁶⁾ haben ergeben,

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1873, 9, 297.

²⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1883, 5, 31.

³⁾ Vergl. E. Wildt: Zusammensetzung frischer Knochen von Kaninchen in verschiedenen Altersstufen. Landw. Versuchsst. 1872, 15, 404.

⁴⁾ Zeitschr. f. Biologie 1871, 7, 149 u. 333; 1872, 8, 541.

⁵⁾ Landw. Versuchsst. 1891, 39, 17 u. 241; 1892, 40, 81; 1894, 43, 457.

⁶⁾ Zeitschr. d. landw. Centr.-Vereins d. Prov. Sachsen 1875, 261.

dass bei jungen wachsenden Thieren bei Kalk- und Phosphorsäuremangel stets Knochenerkrankungen auftreten und zwar um so stärker und schneller, je grösser der Mangel an diesen Bestandtheilen ist; sobald Kalk und Phosphorsäure in der Nahrung wieder zugeführt wurden, konnte die bereits eingetretene Knochenerkrankung wieder geheilt werden.

Auch hat Verf.¹⁾ gezeigt, dass bei Kalkphosphatmangel im Futter kein Wachstum der Knochen junger Thiere (Kaninchen) in dem Sinne statthat, dass die Knochen, wie es unter regelrechten Verhältnissen geschieht, unter Aufnahme von Kalkphosphat allmählich Wasser verlieren. Die Knochen bleiben, ohne dass sich die procentige Zusammensetzung der Knochenasche verändert, wasserreich und weich, wie in der ersten Jugend.

Dieselbe Beobachtung machten E. Voit und Fr. Tucek²⁾ an jungen Tauben, die mit ausgewaschenem, d. h. grösstentheils von Kalk und Phosphorsäure befreitem Weizen gefüttert wurden, indem der einen Taube nebenher destillirtes Wasser, der anderen Brunnenwasser, das mit Mörtelstückchen versetzt war, gegeben wurde; ferner erhielten junge Hunde ein kalkarmes Futtergemisch von Fleisch und Speck in einer Reihe mit destillirtem Wasser, in der anderen mit Brunnenwasser unter Zusatz von Knochenasche. Die Folge war, dass die Thiere der ersten Reihe, die mit kalkarmem Futter und destillirtem Wasser ernährt wurden, bald erkrankten und unter Krankheitserscheinungen zu Grunde gingen, welche für die Rhachitis eigenartig sind, während die Thiere, die dasselbe Futter aber unter Zusatz von Kalk und Phosphorsäure erhielten, sich regelrecht entwickelten. Die Organe der mit kalkarmem Futter ernährten Thiere wachsen, wie die der regelrecht gefütterten Thiere, aber es findet keine entsprechende Einlagerung von Kalk in die Skelette statt, es bleiben die Knochen wasserreicher, indem z. B. das Skelett der ohne Kalk ernährten Hunde 71,9 %, das der gleichalterigen mit Kalk ernährten nur 64,9 % Wasser enthält. Bei Kalkmangel in der Nahrung wird allen Organen Kalk entzogen, geräth in die Säfte und wird zum Theil wieder im Skelett abgelagert; aber indem die organische Grundlage des Skelettes weiter wächst, hält die Kalkablagerung nicht gleichen Schritt, so dass der ältere Knochen weniger Kalk enthält als der jüngere.

J. Forster und J. Bijl³⁾ weisen ferner nach, dass die Kalkaufnahme vorwiegend im Magen vor sich geht, dass dieselbe nicht nur individuell (bei den Versuchshunden) verschieden ist, sondern sich auch je nach den Nahrungsmitteln verschieden gestaltet, indem z. B. bei Fütterung mit Brot mehr Kalk aufgenommen wurde, als bei Darreichung von Milch.

Die gegentheiligen Versuche von H. Weiske sind nach E. Voit und Tucek nicht massgebend, weil die Thiere nicht nur ein an Kalk, sondern auch ein an anderen Nährstoffen ungenügendes Futter erhielten, also an Gesamthunger zu Grunde gegangen sein können⁴⁾.

Auch A. Baginsky⁵⁾ fand bei Hunden, die mit ausgekochtem Pferdefleisch, Speck und destillirtem Wasser einerseits, andererseits mit demselben Futter unter Zu-

¹⁾ Landw. Jahrbücher 1874, 3, 421.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1880, 16, 55.

³⁾ Archiv f. Hygiene 1884, 2, 385.

⁴⁾ Verf. hat ferner bezüglich der Weiske'schen Versuche (l. c.) auch eine Wasserbestimmung der Knochen der mit kalkarmem Futter ernährten Thiere vermisst.

⁵⁾ Du Bois-Reymond's Arch., Physiol. Abth. 1881, 357.

satz von 2 g Milchsäure für den Tag gefüttert wurden, den rhachitischen sehr ähnliche Verbildungen der Knochen, während ein unter Zusatz von Calciumphosphat mit demselben Futter ernährter Hund diese Erscheinungen nicht zeigte; dabei waren die Aschenbestandtheile in den Knochen vermindert, aber sonst in ihrer procentigen Zusammensetzung nicht verändert.

Gleichzeitig haben eingehende Untersuchungen von Hofmeister und Siedamgrotzky¹⁾ an Schafen und Ziegen, die in den einen Abtheilungen ein hinreichend kalkhaltiges Futtermittel (vorwiegend Wiesenheu), in den anderen Abtheilungen dasselbe Futter unter Zusatz von mehr oder weniger Milchsäure erhielten, ergeben, dass die letzteren zwar eine lösende Wirkung auf Kalk und Phosphorsäure (auch Osseïn) der Knochen besitzt, dass aber die Grösse der lösenden Wirkung keine bedeutende ist, dass sie vor allem aber keine Krankheitserscheinungen hervorruft, welche wie beim Kalkmangel für Osteomalacie oder Rhachitis eigenartig sind.

H. Beraz²⁾ zeigt endlich, dass Kalkmangel im Futter bei Hunden zwar nicht die Zusammensetzung, aber sehr das Wachsthum der Zähne beeinträchtigt.

Es dürfte hieraus zur Genüge die Wichtigkeit des Kalkphosphats für den wachsenden Körper hervorgehen und wie durchaus unrichtig es ist, Kindern vorzugsweise solche Nährstoffe zu geben, welche, wie die verschiedenen Stärkesorten (Arrowroot, Sago, Tapioca etc.) und Zucker, nur Spuren von Mineralstoffen und Kalkphosphat enthalten. Die nicht selten zu machende Beobachtung, dass Kinder mit Vorliebe an Erd- und Kalkstückchen nagen, hat vielleicht ihren guten Grund in dem Kalkmangel der Nahrung.

Ausser durch Kalkmangel in der Nahrung können auch durch Verdauungsstörungen und Diarrhöen bei wachsenden Körpern Knochenerkrankung und Rhachitis auftreten, indem in Folge von Verdauungsstörungen nicht die nöthige Menge Kalk aus der Nahrung aufgenommen wird.

b) Bedeutung des Eisens für den Stoffwechsel. Bei der Blutarmuth (Anämie), sowohl bei der typischen Bleichsucht, der Chlorose, wie auch bei der Blutarmuth nach Blutverlusten, ferner bei der Blutleere (Leukämie) glaubt man die mangelhafte Blutbildung bzw. -beschaffenheit auf Mangel an Eisen in der Nahrung oder mangelhafte Verdauung zurückführen und durch Beigabe von Eisen zur Nahrung heben zu können. Als künstliche Eisennährmittel sind für den Zweck eine ganze Anzahl unorganischer Eisensalze und organischer Verbindungen (Hämoglobin, Hämatogen, Hämatin etc.) in Gebrauch. Die Untersuchungen von G. Bunge³⁾, E. Häusermann⁴⁾ und E. Abderhalden⁵⁾ haben aber — unter Uebergang älterer Versuche — ergeben, dass diese Eisennährmittel zwar vom Körper aufgenommen werden, indess in einer an sich eisenreichen Nahrung nicht nothwendig sind.

Besonders Abderhalden zeigt, dass zwar sowohl das unorganische Eisen (Eisenchlorid in Milch), als auch die organischen Eisenverbindungen Hämoglobin und Hämatin, durch den Mund eingenommen, aufgesaugt werden und denselben Weg im Körper einschlagen, den die Eisenverbindungen der natürlichen Nahrung nehmen, — auch wird durch Zusatz dieser Eisenverbindungen zu einer eisenarmen Nahrung die

¹⁾ Mittheilungen aus d. chem. phys. Versuchstation d. Thierarzneischule zu Dresden.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1891, 27, 386.

³⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1892, 16, 173.

⁴⁾ Ebendort 1897, 23, 555.

⁵⁾ Zeitschr. f. Biologie 1900, 49, 113, 193 und 487.

Menge des Hämoglobins im Blut vermehrt —, in einer an natürlichen Eisenverbindungen ausreichenden Nahrung wirkt aber nur das unorganische Eisen noch günstig auf die Blutbildung wie die Körpergewichtszunahme, nicht aber das künstlich eingenommene Hämoglobin und Hämatin. Die aus einer regelrechten, genügend Eisen enthaltenden Nahrung vom Körper aufgenommenen Mengen Eisen sind viel grösser als die aus einer eisenarmen Nahrung + unorganischen Eisenzusatz und auch grösser als die aus einer regelrechten Nahrung + Hämoglobin- bzw. Hämatinzusatz zur Aufnahme gelangenden Mengen.

Die unorganischen Eisensalze haben sich nach diesen Versuchen also besser bewährt, als die organischen Eisenverbindungen in Form von Hämoglobin oder Hämatin. Das aufgenommene Eisen wird vorwiegend in Milz und Leber abgelagert.

Nach vorstehenden Versuchen ist ohne Zweifel eine an natürlichen Eisenverbindungen reiche Nahrung das zweckmässigste Heilmittel gegen Blutarmuth und haben Bunge und Häusermann den Gehalt der Nahrungsmittel an Eisenverbindungen mit folgendem Ergebniss in 100 g Trockensubstanz ermittelt:

	Eisen		Eisen
1. Blutserum und Eiereiweiss . . .	0—Spur mg	6. Rothe Kirschen	10,0—10,5 mg
2. Reis, Graupen, Weizenmehl No. 0	1,0—1,9 "	7. Aepfel, Kohl (äussere Blätter)	13,2—16,5 "
2. Milch, Feigen, Himbeeren . . .	2,0—4,0 "	8. Rindfleisch	16,6 "
3. Haselnüsse, rohe Gerste, Kohl (innere Blätter), Roggen, ge- schälte Mandeln	4,0—5,0 "	9. Spargel	20,0 "
4. Weizen, Heidelbeeren, Kartoffeln, Erbsen	5,0—6,5 "	10. Eidotter (Eigelb)	10,4—23,9 "
5. Kirschen (schwarze), Bohnen, Erdbeeren, Karotten, Kleie, Linsen	7,0—9,5 "	11. Spinat	32,7—39,1 "
		12. Schweineblut	226 "
		13. Hämatogen	290 "
		14. Hämoglobin	340 "

Man sieht hieraus, dass Reis und der innere Mehlkern der Getreidearten und Milch zu den eisenärmsten Nahrungsmitteln gehören; hieraus erklärt sich vielleicht, dass Kinder und weibliche Personen, die sich vorwiegend mit Milch und Weissbrot ernähren, häufig an Bleichsucht leiden und dass Milch, die gern hiergegen verordnet wird, die Bleichsucht befördert.

Eisenreich dagegen sind: Rindfleisch, Eigelb, Spinat und alle grüne d. h. chlorophyllhaltige pflanzliche Nahrungsmittel und würden diese bei Bleichsüchtigen in erster Linie in der anzuordnenden Nahrung mit zu berücksichtigen sein ¹⁾.

c) Bedeutung des Kochsalzes für den Stoffwechsel. Das Kochsalz, im gewöhnlichen Leben schlechtweg „Salz“ genannt, spielt sowohl für die Verdauung, wie wir bereits gesehen haben, als für den Säftestrom, die osmotischen Vorgänge im Körper eine grosse Rolle.

Das Kochsalz hat eine grössere Wasseraufnahme zur Folge und erhöht die Säfteströmung; mit letzterer findet auch eine erhöhte Proteinumsetzung statt und finden wir nach Kochsalz-Genuss eine vermehrte Harnstoff-Ausscheidung. Aber nicht diese Umstände sind es, welche dem Kochsalz in unserer Nahrung einen hohen Werth beilegen, es hat nach den Untersuchungen von G. Bunge ²⁾ noch eine weit

¹⁾ Da das Chlorophyll nach S. 38 in naher Beziehung zum Blutfarbstoff steht, so würden chlorophyllhaltige Gemüsearten vielleicht auch noch aus diesem Grunde bei Bleichsüchtigen der Berücksichtigung werth sein.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1873, 9, 104 u. 1874, 10, 111.

wichtigere Aufgabe. Kochsalz ist mehr oder minder in allen Nahrungsmitteln, in den pflanzlichen sowohl wie in den thierischen enthalten. Aber die pflanzlichen Nahrungsmittel enthalten im Verhältniss zum Natron viel mehr Kali als die thierischen Nahrungsmittel. Während z. B. die thierischen Stoffe auf 1 Aequivalent (23) Natrium, 1—3 Aequivalente Kalium (39,1) enthalten, kommen bei den pflanzlichen Nahrungsmitteln (Weizen, Roggen, Bohnen, Erbsen etc.) auf 1 Aequivalent Natrium 10—20 Aequivalente Kalium. Dementsprechend nimmt der Pflanzenfresser in seiner täglichen Nahrung im Verhältniss zum Natron viel mehr Kali auf als der Fleischfresser; nach den Berechnungen G. Bunge's enthält die tägliche Nahrung:

	Kali	Natron	Chlor
1. Für 1 kg Fleischfresser:			
Bei Ernährung mit Rindfleisch	0,1820 g	0,0355 g	0,0310 g
" " " Mäusen	0,1434 "	0,0743 "	0,0652 "
2. Für 1 kg Pflanzenfresser:			
Bei Ernährung mit Klee	0,3575 "	0,0226 "	0,0433 "
" " " Rüben und Haferstroh	0,2923 "	0,0674 "	0,0603 "
" " " Riedgräsern	0,3353 "	0,0934 "	0,0739 "
" " " Wicken	0,5523 "	0,1102 "	0,0596 "

Hiernach nehmen Fleisch- und Pflanzenfresser für dieselbe Gewichtseinheit (1 kg Körpergewicht) annähernd dieselben Mengen Chlor und Natron in der Nahrung zu sich, nur die Kalimengen sind verschieden, sie sind in der Nahrung der Pflanzenfresser bedeutend überwiegend.

G. Bunge nahm eine regelrechte Nahrung (500—600 g Fleisch, 300 g Brot, 100 g Butter, 100 g Zucker, 2 g Kochsalz und 2 $\frac{1}{2}$ —3 l Wasser) zu sich, darauf nach einigen Tagen in Versuch I 18,24 g phosphorsaures Kalium, in Versuch II eine äquivalente Menge citronensaures Kalium und in Versuch III 12 g citronensaures Natrium. Indem er die Ausscheidung von Natron, Kali und Chlor in den 3 Versuchsreihen verfolgte, fand er, dass im Harn mehr ausgeschieden wurden:

	In der Nahrung:	Natron	Chlor	Kali
Versuch I	Phosphorsaures Kalium	5,1 g	3,4 g	10,7 g
" II	Citronensaures "	4,5 "	3,7 "	12,2 "
" III	" Natrium	8,9 "	—	0,9 "

Hiernach hat die erhöhte Aufnahme von Kalisalzen eine erhöhte Ausscheidung von Natronsalzen zur Folge gehabt, wie umgekehrt die Natronsalze eine Mehrausscheidung von Kalisalzen bewirkten.

Eine erhöhte Zufuhr von Kalisalzen begünstigt somit die Ausscheidung des Kochsalzes, macht den Körper also ärmer daran. Es ist einleuchtend, dass alle Nahrungsmittel, welche dem Körper eine erhöhte Menge Kalisalze zuführen, diese Wirkung äussern müssen. Die pflanzlichen Nahrungsmittel und gerade die, welche der Mensch vorzugsweise genießt (Getreide, Hülsenfrüchte, Kartoffeln etc.) sind im Verhältniss zu den thierischen Nahrungsmitteln sehr reich an Kali; ihr Gehalt an Kochsalz ist zu gering, um den gesteigerten Verlust zu decken; deshalb muss bei vorwiegender Pflanzenkost dem Körper Kochsalz als solches zugeführt werden, damit er nicht daran verarmt.

Mit diesen lehrreichen Versuchen und Schlüssen G. Bunge's steht die Thatsache im Einklang, dass das Kochsalz als solches vorzugsweise von den Volksklassen beliebt und begehrt wird, welche sich vorwiegend von Pflanzenkost er-

nähren, dass dagegen die nur von Fleisch und thierischen Stoffen lebenden Volksstämme kein Bedürfniss nach Kochsalz zeigen.

Die nordasiatischen Jäger-, Fischer- und Hirtenstämme¹⁾ leben vollständig ohne Salz, z. B. die fast ausschliesslich von Rennthierfleisch lebenden Samoeden, die Dolganen und Juraken zwischen Jenisei und Lena, welche von Rennthierfleisch und Fisch leben und niemals Salz geniessen, obgleich sie es sehr wohl kennen und es in ihrem Lande reiche Salzlager giebt; ebenso ist dieses der Fall bei den Tungusen zwischen der Lena und dem Amur.

Der Reisende Schwarz hielt sich drei Monate bei diesem Volke auf und lebte während dieser ganzen Zeit nur von Rennthierfleisch und Fisch, ohne eine Spur Salz. Er befand sich dabei sehr wohl und empfand nicht das geringste Bedürfniss nach Salz. Die Giljaken und Kamtschadalen geniessen nicht nur kein Salz, sondern haben sogar eine entschiedene Abneigung dagegen. Sie essen lieber gefaute als gesalzene Fische. Ebenso geht es den Fleischessern in wärmeren Klimaten. Die Toda's, ein Hirtenvolk im Nilgiherrygebirge in Indien, kannten, als sie zum ersten Male mit den Europäern in Berührung kamen, keine pflanzliche Nahrung, lebten von ihren Büffeln und genossen niemals Salz. Sallust erzählt von den Numidiern, dass sie nur von Milch und Fleisch lebten und zu letzterem kein Salz fügten. Die afrikanischen Negervölker dagegen leben hauptsächlich von pflanzlicher Kost. Und von ihnen sagt Mungo Park, „im Binnenlande ist Salz der grösste Leckerbissen.“ Man sieht Kinder an einem Stück Steinsalz lecken, als ob es Zucker wäre. Salz ist da so theuer, dass die Redensart, „er isst Salz“ einen reichen Mann bedeutet. Ich selbst, sagt Mungo Park, habe sehr unter diesem Salz-mangel gelitten, denn der fortwährende Genuss der pflanzlichen Nahrung hat auf die Dauer ein entsetzliches Verlangen nach Salz zur Folge, so dass die Entbehrung desselben zur höchsten Qual wird.

Auch bei den Thieren zeigen Fleischfresser niemals grosse Vorliebe für Salz; Pflanzenfresser dagegen sind sehr begierig nach Salz. Die Büffel in den nordamerikanischen Prairien versammeln sich bei den Salzquellen und an Stellen, wo Salzlager zu Tage liegen, um Salz zu fressen. Dasselbe gilt von den Rehen, die man mit Vorliebe durch Salzlecksteine auf bestimmte Plätze zu locken pflegt. Die verwilderten Rinder in den südamerikanischen Pampas lecken begierig Salz, wo sie es nur finden. Im Norden von Brasilien kränkt oder stirbt nach v. Liebig das Vieh, wenn nicht von Zeit zu Zeit der Nahrung Salz zugesetzt wird.

Nach A. Müntz²⁾ können die Alpenthiere sogar Kochsalz riechen; er warf denselben verschlossene Papierdüten mit Erde und andere mit Kochsalz vor; sie stürzten regelmässig auf die Düten mit Kochsalz, liessen dagegen die mit Erde liegen. Diese Gier der Alpenthiere nach Kochsalz erklärt sich daraus, dass der Regen und das Futter auf den Alpenhöhen erheblich ärmer an Kochsalz ist, als in den Tiefen; A. Müntz fand z. B. Kochsalz in Regenwasser vom Gebirge 0,34 mg, im Thal (Tiefen) 2,5—7,5 mg NaCl für 1 l; ferner in:

Heu		Klee		Thymian		Roggenstroh	
Gebirge	Thal	Gebirge	Thal	Gebirge	Thal	Gebirge	Thal
0,254 %	1,017 %	0,285 %	0,505 %	0,145 %	0,238 %	0,054 %	0,127 %

Auch die landwirthschaftlichen Hausthiere zeigen zeitweise eine grosse Gier nach Kochsalz.

Diese und andere Thatsachen dürften hinreichend beweisen, welche hohe Bedeutung das Kochsalz besonders für diejenige Volksklasse hat, welche durch fast ausschliessliche Pflanzennahrung ihr Leben fristet. Für diese hält Bunge die Salzsteuer für die Besteuerung einer unentbehrlichen Lebensbedingung.

13. Einfluss der Nahrungsmenge sowie der ein- und mehrmaligen Aufnahme der Nahrung auf den Stoff- und Kraftwechsel. v. Hoesslin³⁾ hat unter Zugrundelegung der Verbrennungswärme (nach Danilewsky) und unter der Annahme, dass mit dem Kothe ein Verlust von 5 %

¹⁾ D. Huizinga: Die Ernährung des Menschen. 1878, 77.

²⁾ Comptes rendus 1891, 112, 447.

³⁾ Virchow's Archiv f. pathol. Anat. u. Physiol. 1882.

stattfindet, dass ferner mindestens 20—30 % des gereichten Proteins als Pepton aufgenommen werden, aus verschiedenen Versuchen die Nahrungsmengen beim Menschen in Kalorien umgerechnet und dabei z. B. folgende Beziehungen gefunden:

Art der Nahrung	Proteinmenge der Nahrung ausgedrückt in Kalorien der Verbrennungswärme	Gesamtmenge der Nahrung ausgedrückt in Kalorien	Im Körper zersetztes Protein ausgedrückt in Kalorien	Gesamtumsatz in Kalorien
31. Juli 1866. Gemischte Nahrung	600	3300	609	2595
11. Dec. 1866. Hunger	—	30 (?)	370	2470
14. " 1866. "	—	30	360	2320
18. " 1866. Gemischte Nahrung	600	3120	600	2750
19. " 1866. Proteinreiche Nahrung	1190	3290	600	2270
27. " 1866. Gemischte Nahrung	600	3100	600	2710
2. Jan. 1867. Reichliche Nahrung, bes. Protein	1330	4590	880	2780
4. " 1867. 3. Tag der gleichen Nahrung . .	1330	4590	1120	2940
13. " 1867. Stickstofffreie Nahrung	—	2280	400	2350
Mann (Schneider) Gemischte Nahrung	600	3110	600	1860
3. Aug. 1866. Arbeit	600	3300	600	3840
14. Dec. 1866. Arbeit, Hunger	—	30	350	4040
29. " 1866. Arbeit	600	3110	600	3340

Est ist also der in Wärmekalorien ausgedrückte Verbrauch an spannkrafthaltenden Stoffen bei Nahrungszufuhr, und zwar obwohl die Zufuhr den Verbrauch weit übertraf, so dass bedeutend angesetzt wurde, nur wenig grösser als bei vollständigem Hunger, und er zeigt sich ferner bei proteinreicher Nahrung nicht grösser als bei vollständig proteinfreier Nahrung.

Die verhältnissmässig geringen Aenderungen im Stoffumsatze nach Nahrungszufuhr, wie sie sich in den angeführten Versuchsreihen zeigen, deuten nach v. Hoesslin wohl darauf hin, dass zwischen Art und Menge der Nahrung und der Höhe des Stoffumsatzes keine direkte Beziehung steht, etwa derart, dass von den Zellen einfach mehr zersetzt wird, wenn mehr zugeführt wird, ohne dass im Protoplasma selbst eine Aenderung vor sich geht. Der Umstand, dass das Steigen oder Fallen des Kraftwechsels bei Veränderung der Nahrungszufuhr mehrere Tage lang dauert, also allmählich sich vollzieht, ist wohl nur durch eine Zustandsänderung der Zellen erklärbar, die unter dem Einflusse der veränderten Nahrungsverhältnisse allmählich vor sich geht.

Der Vorgang der Verbrennung der Nährstoffe in der Zelle ist vielleicht vergleichbar dem Ausfliessen von Wasser aus einem hohen oben offenen Gefässe, dessen am unteren Ende angebrachte Ausflussöffnung viel enger ist als die Einflussöffnung, so dass das Wasser im Gefässe erst auf eine gewisse Höhe steigen muss, bis sich endlich durch den wachsenden hydrostatischen Druck Einfluss und Ausfluss das Gleichgewicht halten; Vermehrung oder Verminderung des einflussenden Wassers bringt dann nicht direkt Vermehrung oder Verminderung der ausfliessenden Wassermenge zu Stande, sondern nur ganz allmählich durch Vermittelung des steigenden oder fallenden hydrostatischen Drucks. Die Wassermenge im Gefässe bzw. der hydrostatische Druck würde in diesem Falle dem Ernährungs- und Erregungszustande der Zellen (der intramolekularen Wärme) entsprechen.

Veränderungen im Zustande des Körpers nach Nahrungszufuhr, welche Steigerung des Umsatzes mit sich bringen, kennen wir ja verschiedene, so besonders Veränderung des Ernährungszustandes der Körperzellen selbst, ferner gesteigerte Drüsenhätigkeit, vermehrte Darm- und Herzarbeit, und vielleicht bewirkt auch der durch Vergrösserung der Blutmenge vermehrte Blutumlauf in der äusseren Haut indirekt einen vermehrten Umsatz.

Der Körper verliert auch bei reichlicher Zufuhr von Kohlenhydraten und Fetten stets etwas Stickstoff in Folge der im Protoplasma vor sich gehenden Umsetzungen und giebt auch Salze von sich her. Es muss daher in der Nahrung stets eine gewisse Menge von Salzen und Protein oder von Stoffen, aus denen Protein gebildet wird, vorhanden sein, und dieses muss bei einem wachsenden Körper grösser als bei einem ausgewachsenen sein; ist aber die zur Erhaltung oder zum Ansatz nothwendige Menge gegeben, so scheint es in Bezug auf die Menge des Stoff- und Kraftwechsels — so weit bis jetzt die Versuche reichen — ziemlich gleichgültig, ob sie aus Fett, Kohlenhydraten oder Protein besteht. Eine gegebene Proteinmenge beeinflusst zunächst nur den Bedarf des Plasmas, nicht aber die Schnelligkeit des Umlaufs; dieses folgt besonders aus dem Verhalten der Proteinzersetzung bei Arbeit und bei einem wachsenden Körper; im ersteren Falle wird trotz des stark beschleunigten Umlaufs nicht mehr Stickstoff, im zweiten Falle sogar relativ weniger Stickstoff ausgeschieden als bei Ruhe bezw. beim Erwachsenen.

Der Gesamtstoffverbrauch hängt von der Masse des Organbestandes bezw. des lebenden Protoplasmas ab; eine Veränderung in der Stoffzufuhr, in der Menge der zugeführten Spannkraft bewirkt erst bei länger Dauer eine wesentliche Aenderung in der Menge des Organproteins bezw. des lebenden Protoplasmas und damit eine Aenderung im Stoffzerfall; das Mehr oder Weniger zwischen Zufuhr und Verbrauch wird grösstentheils am Körperfett ausgeglichen, so dass einem fettreichen Körper in der Zeiteinheit auch mehr Fett für den Stoffwechsel zur Verfügung steht als einem fettarmen etc. (vergl. S. 311 u. 313).

Was den Einfluss der ein- oder mehrmaligen Nahrungsaufnahme auf den Stoffwechsel anbelangt, so glaubt C. Adriani¹⁾ bei einem Hunde nachgewiesen zu haben, dass bei einer mehrmaligen Aufnahme der Nahrung ein grösserer Theil des Proteins zur Aufnahme gelangte, als wenn die ganze Nahrung auf ein Mal verzehrt würde. J. Munk²⁾ konnte indess einen solchen Unterschied nicht feststellen; nach ihm waren die Ausnutzung der Nährstoffe wie auch die Aenderungen des Körpergewichtes eines Hundes bei ein- wie mehrmaliger Nahrungsaufnahme gleich; für ausschliessliche Fleischfütterung stellte sich der Stickstoffansatz bei einmaliger Futteraufnahme günstiger als bei mehrmaliger Futteraufnahme.

Diese Befunde dürfen aber, wie auch J. Munk hervorhebt, nicht auf den Menschen übertragen werden. J. Ranke³⁾ hat an sich selbst nachgewiesen, dass, wenn er die nöthige Stoffmenge nur in Form von Fleisch (1832 g) in einer Mahlzeit genoss, 12% der Trockensubstanz unausgenutzt blieben, dagegen nur 5%, wenn er die Fleischmenge auf 3 Mahlzeiten vertheilte. Smirnow⁴⁾ findet sogar für den Menschen bei 5-maliger Aufnahme der Kost noch günstigere Verhältnisse als bei 3-maliger Aufnahme, nämlich im Mittel von je 8 Versuchen:

Nahrungsaufnahme	Stickstoff für den Tag in			Stickstoff	
	Nahrung	Harn	Koth	am Körper	unausgenutzt im Koth ausgeschieden %
	g	g	g	g	
Dreimalige	28,8	23,9	2,8	+ 2,1	9,7
Fünfmalige	29,5	23,0	2,3	+ 4,2	7,8

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. 1892, 17, 616.

²⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol. 1894, 58, 354.

³⁾ J. Ranke: Ernährung des Menschen 1876, 309.

⁴⁾ Smirnow: Inaug.-Dissertation. St. Petersburg 1894.

Die Ausnutzung des Nahrungsproteins war demnach bei 5-maliger Nahrungsaufnahme um rund 2%, der Stickstoffansatz um rund 2 g für den Tag grösser, als bei 3-maliger Nahrungsaufnahme.

Hiernach dürfte der beim Menschen erfahrungsgemäss ausgebildete Brauch, die tägliche Kost nicht auf einmal, sondern auf mindestens 3 Mahlzeiten vertheilt aufzunehmen, als durchaus zweckmässig zu erachten sein.

14. Einfluss des Alters bezw. der Körpergrösse auf den Stoffwechsel. An verschiedenen Stellen, so S. 269 und S. 314, ist schon darauf hingewiesen, dass kleine und junge Lebewesen einen lebhafteren und grösseren Stoffwechsel besitzen, d. h. für die Körper-Gewichtseinheit mehr Kohlensäure und Harnstoff erzeugen, als grössere und ältere Lebewesen. Deutlich geht dieses z. B. aus folgender Zusammenstellung für die Körpergewichts- oder Oberflächeneinheit nach W. Camerer¹⁾, hervor²⁾:

Alter (Jahre) . . .	1	3	5	7	9	12½	15	Erwachsener
Körpergewicht . . .	10 kg	13,0 kg	17,0 kg	20,5 kg	24,0 kg	33,0 kg	45,0 kg	70 kg
Für je 1 Körperkilo und in 24 Stunden:								
Harnstoff	1,40 g	0,90 g	0,76 g	0,75 g	0,69 g	0,54 g	0,50 g	in der Ruhe 0,50 g
Kohlensäure	32,0 "	25,7 "	26,9 "	25,5 "	22,7 "	19,6 "	14,6 "	13,0 "
Wasser durch Haut und Lunge	47,0 "	28,7 "	28,6 "	26,1 "	21,2 "	18,4 "	19,0 "	14,0 "
Kalorien für 24 Stunden:								
1 Körperkilo	100,4	75,0	72,0	68,0	61,0	50,0	40,0	34,0
1 □ Meter Oberfläche	1810	1470	1570	1400	1440	1320	1250	1130

Hiernach haben die Kinder für die Körpergewichtseinheit einen viel regeren Stoffwechsel als Erwachsene; erst vom 15. Lebensjahr an nähert er sich dem der Erwachsenen. Das rührt daher, dass der jugendliche Körper auf 1 kg Körpergewicht viel mehr Körperoberfläche besitzt und der Stoffwechsel nach M. Rubner³⁾ sich in erster Linie nach der Körperoberfläche richtet, insofern als je grösser die Oberfläche, um so grösser die Abkühlung ist und in Folge dessen die zu erzeugende Wärme ebenfalls um so grösser sein muss.

Für die Berechnung der Körperoberfläche beim Menschen hat M. Rubner folgende Formel angegeben:

$$\text{Die Oberfläche in qcm ist} = 12,3 \sqrt[3]{\text{Körpergewicht}}$$

Hiernach entfallen z. B. auf je 1 kg Körpergewicht rund:

Kind von Gewicht:	2 kg	3 kg	5 kg	10 kg	20 kg	Erwachsener		Hund		Ratte
						70 kg	320	gross	klein	
Körperoberfläche cm ²	950	830	700	555	450	320	344	726	1650	

Wenn aber der Stoffwechsel bezw. der Nahrungsbedarf sich wesentlich nach der Körperoberfläche richtet, so muss er für die gleiche Oberfläche in den verschiedenen Altern sich nähern; das trifft auch nach Camerer's und Rubner's Angaben insofern

¹⁾ W. Camerer: Der Stoffwechsel des Kindes. Tübingen 1894.
²⁾ Die Zahlen für den Stoffwechsel sind abgerundet und entsprechen sich zum Theil nur annähernd.
³⁾ Zeitschr. f. Biologie 1883, 19, 535.

zu, als die Unterschiede in dem Kalorienbedarf für 1 qm Körperoberfläche bedeutend geringer sind bezw. sich mehr oder weniger mehr nähern als für 1 kg Körpergewicht.

Auch die Wasserdampfabgabe durch Haut und Lungen ist nach den vorstehenden Zahlen nicht solchen Schwankungen unterworfen als der Kalorienbedarf für je 1 kg Körpergewicht und geben der erwachsene Mensch und kleine Thiere für je 1 kg Körpergewicht nahezu gleiche Mengen Wasser (z. B. 12 g beim Menschen und 11,5 g bei einem 4 kg schweren Hund) ab. Hieraus folgt, dass der jugendliche Körper die Fähigkeit besitzt, seine Abkühlung mittelst der Haut auf dem Wege der Wärme-Strahlung und -Leitung zu suchen. Würde der jugendliche oder kleine Körper in demselben Maasse Wasserdampf durch die Haut verlieren, als Wärme durch Strahlung und Leitung, so würde er beständig der Gefahr des Verdurstens ausgesetzt sein; auch erklärt sich aus diesem Umstande nach M. Rubner die grosse Beweglichkeit der Kinder und die Lust an körperlichen Uebungen, welche den Erwachsenen wegen der nur unter Schweissbildung zu erreichenden Wärmeabgabe sehr unbequem werden.

Immerhin bleibt aber nach den Angaben Camerer's der Stoffwechsel für eine gleiche Körperoberfläche in der Jugend des Menschen etwas grösser, als beim erwachsenen Menschen und dürfte wohl mit Tigerstedt und Sonden¹⁾ anzunehmen sein, dass noch andere Umstände als die blosse Wärmeabgabe in der Jugend, besonders beim Wachsen erhöhend auf den Stoffwechsel wirken; letzterer ist sogar bei den männlichen grösser als bei den weiblichen Individuen von demselben Alter und demselben Körpergewichte. Dieser Unterschied zwischen beiden Geschlechtern scheint sich erst allmählich zu verwischen und verschwindet erst ganz bei herannahendem Greisenalter. Auch hat E. Voit²⁾ nachgewiesen, dass das Rubner'sche Gesetz nur unter folgender Fassung Gültigkeit besitzt:

„Der Energiebedarf homiothermer Thiere richtet sich nach deren Oberflächenentwicklung, wenn Körpertemperatur, mittlere Umgebungstemperatur und relativ gleicher Proteinbestand gegeben ist.“

15. Einfluss der Arbeit auf den Stoffwechsel. An verschiedenen Stellen ist bereits, so S. 250 und 314, darauf hingewiesen, dass durch Arbeit der Stoffwechsel nicht unwesentlich erhöht wird. Diese Erhöhung betrifft aber, wie S. 297 u. ff. bereits dargethan ist, weniger den Umsatz der Proteinstoffe als den der Kohlenhydrate bezw. des Fettes.

v. Pettenkofer und C. Voit fanden z. B. den Stoffverbrauch bei Ruhe und Arbeit wie folgt:

Verbrauch am	Stickstoff	Kohlenstoff	Wasser
Ruhetag	17,4 g	248,6 g	828,0 g
Arbeitstag	17,4 „	350,2 „	2942,1 „

Während daher der Verbrauch an Stickstoff bezw. Protein bei Ruhe und Arbeit gleich geblieben ist, hat der Kohlenstoffverbrauch am Arbeitstage um 101,6 g oder 41 % gegenüber dem Ruhetag zugenommen.

In theilweiser Ergänzung der obigen Ausführungen und um weiter zu zeigen, ob und in wie weit die Verdauung durch die Arbeit beeinflusst wird, mögen unter anderen noch folgende Versuchsreihen mitgetheilt werden:

¹⁾ Vergl. O. Hamarsten: Lehrbuch der physiol. Chemie 1899, 4. Aufl., 596.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1901, 41, 112.

Versuchs- ansteller	Anzahl der Versuche	Art der Nahrung	Art der Be- schäfti- gung	Stickstoff für den Tag im Mittel				Un- ausgenutzt durch den Koth aus- geschieden %
				Nah- rung g	Harn g	Koth g	am Körper g	
Zasietski ¹⁾	je 15	Milch	Ruhe	15,8	14,9	0,9	± 0	5,7
			Gehen	15,9	16,2	0,9	- 1,2	5,7
Burlakow ²⁾	je 5	Fleisch, Milch, Brot, Thee	Ruhe	13,8	9,8	1,3	+ 2,7	9,4
			Arbeit	12,8	10,9	1,0	+ 0,9	7,8
Krum- macher ³⁾	je 3 bezw. 2	Fleisen, Milch, Brot, Reis, Wein	Ruhe	15,9	15,6	1,0	- 0,7	6,3
			Arbeit	15,9	16,95	1,25	- 2,3	7,9
Derselbe ⁴⁾	je 3	Fleisch, Milch, Zwieback, Reis etc.	Ruhe	17,6	14,7	2,4	+ 0,5	13,6
			(150,070 bis 401,905 kgm)	17,6	15,1	2,4	+ 0,1	13,6
Punine ⁵⁾	je 15	Fleisch, Milch, Schwarzbrot, Hafereschleim, Blau- beeren etc.	Ruhe	18,9	14,8	4,1	± 0	21,6
			Reiten	19,9	15,6	4,3	± 0	21,6

Nach den 4 ersten Versuchen ist im Mittel mehrerer Versuche der Stickstoffumsatz durch die Arbeit zwar um etwas erhöht worden, indess ist der Mehr-Umsatz nicht ausreichend, die für die Arbeitsleistung nöthige Wärmemenge zu liefern (vergl. S. 290 u. 299). Auch die Ausnutzung des Stickstoffs der Nahrung ist im Mittel aller Versuche durch die Arbeit nicht wesentlich beeinflusst worden; die 2. Versuchsreihe lässt im Mittel eine kleine Erhöhung, die 3. dagegen eine kleine Verminderung der Ausnutzung der Nahrung erkennen.

Ch. E. Wait gelangte bezüglich der Ausnutzung der Nahrung zu denselben Ergebnissen (vergl. S. 249); bezüglich der Stickstoffausscheidung fand er, dass bei einer mittleren Arbeitsleistung = 139 Kalorien im Tage, wenn in der vorhergehenden Ruhezeit ein kleiner Stickstoffverlust vorhanden gewesen war, dieser während der Arbeitszeit sich verminderte und ein Stickstoffgewinn während der Ruhe sich während der Arbeit sogar etwas vergrößerte; das erklärt sich nur, wenn, wie Wait sagt, zwischen der Stickstoff-Umsetzung und Stickstoff-Ausscheidung eine gewisse Zeit vergeht.

Dagegen wird naturgemäss die Sauerstoff-Einnahme und Kohlensäure-Abgabe durch die Arbeit wesentlich vermehrt. N. Zuntz und G. Katzenstein⁶⁾ geben die Mehreinnahme an Sauerstoff für 1 kgm Arbeitsleistung je nach Art derselben zu 1,43 ccm (Gehen) bis 1,96 ccm (Dreharbeit) an.

Wolpert⁷⁾ findet die Mehrausgabe an Kohlensäure wie Wasserdampf während der Arbeitszeit gegenüber der Ruhe in Procenten wie folgt:

¹⁾ Wratsch: 1885, 6, 866.

²⁾ Ebendort 1888, 9, 66.

³⁾ Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1890, 47, 457.

⁴⁾ Zeitschr. f. Biologie 1896, 33, 119.

⁵⁾ Punine: Inaug.-Dissertation. St. Petersburg 1894.

⁶⁾ Du Bois-Reymond's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1890, 367 und ferner 1895, 378.

⁷⁾ Archiv f. Hygiene 1896, 26, 32.

	Hand- näherin	Schreiber	Lithograph	Schneider	Maschinen- näherin	Mechaniker	Damen- schuhmacher
Kohlensäure . . .	+ 13 %	17 %	20 %	22 %	37 %	44 %	47 %
Wasser	+ 6 "	-	1 "	-	-	-	114 "

Kohlensäure - Vermehrung und Wasserdampfabgabe sind daher je nach der Art der Arbeit wie der Personen sehr verschieden. Der Gesamtstoffwechsel und die Wärmeerzeugung ist durch die Arbeitsleistung so gesteigert, dass dagegen die Wirkung der Luftwärme zurücktritt; nur die Wasserdampfabgabe, nicht die der Kohlensäure wird durch die Temperatur der Luft bedingt; so fand M. Rubner³⁾ für einen 70 kg schweren Menschen und eine Stunde bei einer stündlichen gleichmässigen Arbeitsleistung:

Temperatur der Luft:	21,1°	20,3°	7,4°	12,7°	16,7°	17,5°	18,8°	25,0°
Relative Feuchtigkeit	gleich und gleiche Bekleidung		81 %	84 %	59 %	87 %	83 %	47 %
Thätigkeit	Ruhe	Schlaf	Arbeit je 15000 kgm in 1 Stunde					
Kohlensäure	33,6 g	27,2 g	84,0 g	78,5 g	97,0 g	84,5 g	81,2 g	78,7 g
Wasser	42,0 "	48,0 "	58,0 "	70,8 "	138,1 "	90,4 "	112,8 "	230,0 "

Lufttemperatur wie Kleidung wirken weder erhöhend noch vermindernd auf den Stoffwechsel des Arbeitenden; aber sie beeinflussen mehr oder minder stark die Wasserdampfabgabe von Haut und Lunge.

In Folge dieses gesteigerten Stoffwechsels muss auch die Nahrungszufuhr während oder nach der Arbeitsleistung eine entsprechend grössere sein. So verbraucht nach Zuntz und Katzenstein³⁾ ein 70 kg schwerer Mann bei ebenem Gehen (3500 m in der Stunde) 12,8 g Fett, beim Steigen (150 m hoch und 3500 m Wegestrecke) 20,2 g, beim Raddrehen (30 Umdrehungen in 1 Min.) 35,6 g Fett mehr als in der Ruhe (7 g Fett).

C. Voit berechnet für eine einstündige Arbeitsleistung von 24,328 kgm einen Mehrverbrauch von 8,2 g Fett = 20,1 g Kohlenhydrate.

Der Körper bzw. die thierische Zelle kann aber ihren Kraftbedarf wie im Ruhezustande so auch bei der Arbeit aus den 3 Gruppen von Nahrungstoffen: Protein, Fett und Kohlenhydraten entnehmen. Bei der Umsetzung im Körper leistet, da das kalorische Aequivalent der Arbeit nach Danilewski auch für den lebenden Muskel gilt, 1 grosse Kalorie 425 kgm Arbeit oder:

	Protein (Muskelfleisch)	Fett	Kohlenhydrate
Je 1 g bei der Verbrennung	1740 kgm	3995 kgm	1742 kgm
oder 1 l Sauerstoff liefert bei der Verbrennung .	1837 "	1900 "	2110 "

Da nach Zuntz und Katzenstein beim Drehen einer Kurbel 20—25%, beim Steigen 35% der theoretisch möglichen Kräfte in Arbeit umgesetzt werden, so muss die Menge Nährstoffe, die behufs Arbeitsleistung zerstört werden müssen, 3—4mal grösser sein, als dem Wärmeäquivalent der Arbeit selbst entspricht.

Von nicht geringer Bedeutung für die Beurtheilung des der Arbeitsleistung entsprechenden kalorischen Wärmeäquivalents ist auch die Frage, wie viel von der Arbeit des Körpers auf die innere, wie viel auf die äussere Arbeitsleistung entfällt.

Diese Verhältnisse sind selbstverständlich ausserordentlich verschieden. Redten-

³⁾ Vergl. M. Rubner in E. v. Leyden's Ernährungstherapie, Leipzig 1897, 1, 1. Abth., 72.

bacher rechnet für anstrengendere Arbeit in der Stunde 30300 kgm, also für 9 Stunden 272700 kgm ohne die innere Arbeit. Andere rechnen sogar für eine 8-stündige Arbeitszeit 340000 kgm. Das dürfte aber sehr hoch gerechnet sein und im allgemeinen für einen gesunden Mann folgende mittlere Arbeitsleistung für den Tag gerechnet werden können:

1. Für innere Leistung des Körpers (Blutbewegung, Athmung etc.)	80 000 kgm
2. Für äussere Arbeit	170 000 „
Im Ganzen 250 000 kgm.	

M. Rubner¹⁾ hat die dem Körper (65,5 kg Gewicht und 1 qm Oberfläche) zugeführte Energiemenge für verschiedene Arbeitsleistung ermittelt und die Vertheilung auf innere und äussere Arbeit wie folgt berechnet:

	Wärmemenge ²⁾		Kalorien auf 1 qm	Verhältnis der Wärmemenge, wenn die des Hungers = 100 gesetzt wird
	Brutto	Nach Abzug der des Kothes		
1. Hungerzustand, ruhend	2303	2303	1180	100
2. Sehr mässige, körperliche Bewegung (Haus- verwalter, Mechaniker etc.)	2631	2445	1220	105
3. Mittlere Arbeit (Schreiner, Dienstmann)	3121	2868	1420	125
4. Angestrenzte Arbeit (Raddreher etc.)	3659	3362	1830	146
5. Sehr schwere Arbeit	4800	4410	2400	191

Der mittlere Kraftverzehr der Arbeiter No. 2 bei sehr mässiger Bewegung ist nur unwesentlich höher als im ruhenden Hungerzustand, der der Arbeiter No. 3 bei mittleren Leistungen dagegen um etwa $\frac{1}{5}$, der der angestregten Arbeiter No. 4 um reichlich $\frac{1}{3}$ höher und der bei sehr schwerer Arbeit um beinahe das Doppelte höher als bei den Arbeitern mit sehr mässiger Körperbewegung.

M. Rubner rechnet die mittlere tägliche Arbeitsleistung zu 201600 kgm, welcher ein Wärmemaass von 474 Kalorien entspricht. Da aber wahrscheinlich nur 25% oder $\frac{1}{4}$ der Wärmeenergie — Danilewsky nimmt, aber ohne Zweifel zu hoch, 50% oder $\frac{1}{2}$, v. Helmholtz dagegen nur $\frac{1}{5}$, Zuntz und Katzenstein $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{3}$ an — in Arbeit umgesetzt wird, so werden der Arbeitsleistung von 201600 kgm 474 mal 4 = 1896 Kalorien entsprechen, sodass 2864 — 1896 = 968 Kalorien für die innere Arbeitsleistung, d. h. nicht einmal die Hälfte des Kraftumsatzes eines Hungernden (2303 Kalorien) übrig bleiben. Der Hungernde benutzt ausser für die innere Arbeitsleistung den Kraftwechsel, um die von der Körperoberfläche durch Strahlung, Leitung und Wasserverdunstung verloren gehende Wärme zu decken; geht der Mensch zur äusseren Arbeit über, so fällt ein grosser Theil jener Zersetzung, welche unterhalten wird, um die Abkühlung zu decken, weg, indem die bei der Arbeit entwickelte Wärme den Wärmeverlust vom Körper mit decken hilft.

Zieht man von dem Kraftverzehr der angestregten Arbeiter No. 4 die Menge, welche nicht gerade durch die zur Arbeit nöthigen Umsetzungen gedeckt werden

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1885, 21, 250 u. 337.

²⁾ M. Rubner hat für die einzelnen Nährstoffe etwas andere Verbrennungswärmen angenommen, als sie oben von F. Stohmann erhalten worden sind (vergl. S. 282). Weil er aber für Fett und Protein etwas niedrigere, für Kohlenhydrate etwas höhere Verbrennungswärmen zu Grunde legt, als sich nach Stohmann's Untersuchungen ergeben, so gleicht sich der Unterschied mehr oder weniger aus, und ist die Summe in beiden Fällen nahezu gleich.

muss, nämlich 968 Kalorien ab, so würden $3362 - 968 = 2394$ Kalorien übrig bleiben, welchen bei $\frac{1}{4}$ Ausnutzung für Arbeitsleistung (= 600 Kalorien) ein täglicher Arbeitswerth von 255 000 kgm oder ein Zuwachs von 26% gegenüber den Arbeitern No. 3 bei mittlerer Arbeit entsprechen würde.

Da der Stoffumsatz aber nur eine Vermehrung von 17% erfahren hat, so müssen vermuthlich die angestrengtesten Arbeiter mit einer grösseren Nutzleistung als 25% arbeiten, und weil der Kraftwechsel bei mässiger Arbeit nicht viel grösser ist, als in der Ruhe und im Hungerzustand, so kann der Mensch ohne Zweifel unter Umständen noch weit mehr Wärmeenergie in Arbeit oder sonstige Kräfteformen umwandeln.

Wenngleich wir daher noch nicht darüber klar sind, in welchem genauen Verhältniss der Kraftverzehr und der Kraftwechsel zur Arbeitsleistung steht, so sehen wir doch, dass der menschliche Organismus durch eine weise, kunstgerechte Einrichtung sparsamer arbeitet, als eine Dampfmaschine, indem von ihm mindestens 20—35%, von der best eingerichteten Dampfmaschine aber höchstens 10% der Wärmeenergie in Arbeit umgesetzt werden (vergl. S. 300).

16. Einfluss des Klimas auf den Stoffwechsel.

Die den Körper umgebende Luft muss naturgemäss auf den Stoffwechsel von Einfluss sein, weil wir unter sonst gleichen Verhältnissen um so mehr Wärme verlieren, je kälter und windiger die Luft ist und wir daher in diesem Falle durch Verbrennung im Körper mehr Wärme erzeugen müssen.

So hat C. Voit¹⁾ in Gemeinschaft mit Herzog Carl Theodor in Bayern nachgewiesen, dass der Mensch (auch das Thier) bei umgebender kalter Luft mehr Sauerstoff ein- und Kohlensäure ausathmet, als bei umgebender warmer Luft. Sie fanden für einen 71 kg schweren Mann in nüchternem Zustande und bei vollkommener Ruhe für 6 Stunden:

C°	Kohlensäure	Harnstickstoff	C°	Kohlensäure	Harnstickstoff
Bei 4,4	210,7 g	4,23 g	Bei 23,7	164,8 g	3,40 g
" 6,6	206,0 "	4,05 "	" 24,2	166,5 "	3,34 "
" 9,0	192,0 "	4,20 "	" 26,7	160,0 "	3,97 "
" 14,5	155,1 "	3,81 "	" 30,0	170,6 "	— "
" 16,3	158,3 "	4,00 "			

Hier ist also die Kohlensäure-Ausscheidung bei kalter Temperatur nicht unwesentlich höher als bei warmer. Die Athem-Bewegungen sind in der Kälte tiefer und zahlreicher, in Folge dessen mehr Sauerstoff einströmt, der eine erhöhte Stoffzersetzung ermöglicht. Hiermit bringt man in Zusammenhang, dass wir im Winter mehr und fettreichere²⁾ Speisen zu uns nehmen als im Sommer und dass aus demselben Grunde die Ernährungsweise des Nord- und Südländers sich verschieden gestaltet.

„Bewunderten wir“, sagt H. Grouven, „einmal in der Nähe die Naturschönheiten Grönlands, durchstreiften wir im Schlitten des Kamtschadalen die endlosen Eisfelder seiner Heimath, so müsste sich jenes Bedürfniss noch sonderbarer stellen; wir würden in der Schneehütte des Eskimo eine uns gereichte Tasse Thran ebenso zu würdigen wissen, wie die Gastfreundschaft des Samojedens, der uns ein Dutzend Talgkerzen als Leckerbissen anbietet; wir würden dort behaglich ein Quantum Braunwein verschlucken, das uns hier zum Säufer qualificirte.“

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1878, 14, 71.

²⁾ Wegen des höheren Wärmewerthes des Fettes gegenüber Proteinstoffen und Kohlenhydraten.

„In den gemässigten Zonen berühren uns nicht die durch die Verhältnisse gebotenen Extreme des Nordens; wir theilen aber auch nicht die Lebensweise des Südländers. Besonders die viel gerühmte Mässigkeit der dem Aequator nahen Völker kann in unserem Deutschland keinen Anklang finden. Wir müssen thätiger sein, um uns Nahrung zu verschaffen, welche überhaupt dem Südländer weit weniger physisches Bedürfniss ist und ihm obendrein von einer üppigen subtropischen Pflanzenwelt fast unentgeltlich bereitet wird.“

Der Stoffwechsel des Südländers ist durch die geringe Wärmeabgabe an die Luft auch ein geringerer als der des Nordländers; seine Hauptnahrung besteht in sauerstoffreichen Kohlenhydraten oder in süssen an Pflanzensäuren reichen Südfrüchten.

Deshalb erholen sich unsere Lungenkranken und schwächlichen Personen sichtbar schnell in wärmeren Klimaten; denn dadurch, dass nur wenig und leichter verdauliche Nahrung aufgenommen und dem entsprechend auch weniger Sauerstoff eingeathmet zu werden braucht, ist sowohl die Thätigkeit des Magens wie der Lungen gemildert.

Um die Unterschiede sehr wechselnder Temperaturen der Luft im Winter und Sommer bezw. im Norden und Süden weniger fühlbar zu machen und die Wärmeabgabe vom Körper zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Gegenden auszugleichen, besitzen wir zwei Mittel, ein natürliches in der Wärmeregulierungsfähigkeit der Haut und ein künstliches in der Kleidung. Wie schon S. 277 auseinandergesetzt ist, tritt als Regeler der Wärmeabgabe von der Haut, wenn dieselbe durch Strahlung und Leitung vermindert wird, die Wasserverdunstung ein und wenn diese Ausgleichsfähigkeit der Haut nicht ausreicht, benutzen wir eine dichtere oder dünnere Kleidung.

Durch die stärkere Bekleidung (Pelz etc.) im Norden wird die Wärmeausstrahlung herabgedrückt, während der Südländer durch möglichst leichte Bekleidung dieselbe thunlichst zu begünstigen sucht. Ausserdem sucht der Südländer durch Fächeln etc. die Wasserverdunstung von der Haut zu erhöhen, wozu ebenfalls Wärme verbraucht wird. Auf diese Weise kommt es, dass das Kostmaass im Norden und Süden, was die eingeführte Menge Kohlenstoff anbelangt, doch nicht sehr wesentlich von einander verschieden ist. Dieses gilt besonders für die Arbeiterkost.

Auf gleiche Weise erklärt sich, dass, wie K. E. Ranke ¹⁾ nachgewiesen hat, das Kostmaass bezw. die dem Körper in der Nahrung zugeführten Wärmeeinheiten im Winter und Sommer auch bei uns nicht wesentlich verschieden sind. Nur bei Temperaturen wesentlich über 20° ist die Nahrungsaufnahme durchweg, aber in Folge pathologischer Erscheinungen (Störungen des Allgemeinbefindens) eine verminderte. Aber Kleider-, Luft- und Zimmerwärme allein halten unsern Körper auf die Dauer nicht warm, ebensowenig wie ein Ofen, den wir mit einem Pelz umhängen, ohne Feuer darin zu machen, warm wird. Der warm bekleidete Hungernde friert und fröstelt selbst im Sommer. Die Wärmeausstrahlung wird nämlich selbst durch eine sehr dicke Bekleidung nicht vollständig aufgehoben. Wir bedürfen, um den Wärmeverlust des Körpers zu decken, fortwährend der Nahrung und Heizstoffe und um so mehr, je grösser der Verlust ist.

Der wirksamste Schutz gegen die Kälte ist die Nahrung.

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1900, 40, 288.

Die Ernährung des Menschen.

Die vorstehend entwickelten Gesetzmässigkeiten für die Ernährung haben selbstverständlich nur eine allgemeine Bedeutung; wenn schon bei den Thieren individuelle Abweichungen von den allgemeinen Regeln vorkommen, so ist dieses beim Menschen erst recht der Fall. Der Mensch nimmt seine Nahrung aus dem Thier- und Pflanzenreich und benutzt die verschiedenartigsten Wesen beider Reiche zu seiner Ernährung. Dem einen sagt dieses, dem anderen jenes zu und sind die Anforderungen an die Menge wie Zubereitung der Nahrung ebenfalls individuell sehr verschieden. Der Mensch verlangt nicht nur die nöthige Menge Nährstoffe in der Nahrung, sondern auch, dass letztere schmackhaft und gut zubereitet sei.

Einseitige und schlecht zubereitete Nahrung, auch wenn sie noch so gehaltreich ist, widersteht dem Menschen und ist auf die Dauer nicht geeignet, ihn vollauf zu ernähren. Davon liefern uns die mageren und blassen Gesichter in Gefängnissen und öffentlichen Anstalten einen deutlichen Beweis. Hier ist es weniger der Mangel an Nährstoffen, welcher die Menschen vielfach körperlich herunterkommen lässt, als die Art und Weise der Zubereitung, der Mangel an Gewürzen und Genussmitteln in der Nahrung.

Wir würzen unsere Nahrung, kochen und braten sie, um dieselbe durch angenehme Einwirkung auf Geruchs- und Geschmacksnerven zusagender zu machen. Das Kochen und Braten der Nahrungsmittel sind Behandlungen, welche wir nur bei den gebildeten Völkern finden und die sich mit dem Vorschreiten der Kultur entwickelt haben.

Dieselben bezwecken nicht nur die Nahrung den Geruchs- und Geschmacksnerven zusagender zu machen, sondern bewirken auch mechanische und chemische Umänderungen der Nahrungsmittel.

Die Stärkekörner der Pflanzen gehen in einen gallertartigen kleisterähnlichen Zustand über, in welchem sie leichter verdaut werden. Die Zellwandungen werden durch Kochen gesprengt, in Folge dessen der Zellinhalt den Verdauungssäften leichter zugänglich ist.

Die Proteinstoffe gehen in einen geronnenen Zustand über und werden unlöslich in Wasser. Man sollte meinen, dass sie dadurch schwerer verdaulich würden; das ist aber nicht der Fall, da die in Wasser löslichen Proteinverbindungen auch durch die Verdauungssäfte erst in den geronnenen Zustand übergeführt und dann wieder gelöst werden. Ein gekochtes Ei wird nicht minder und schwerer verdaut als ein rohes (vergl. S. 216).

Durch das Kochen bezw. Braten werden üble Gerüche und Geschmackstoffe beseitigt oder an deren Stelle angenehme gebildet.

Die ganze Kochkunst läuft darauf hinaus, die Nahrung so zuzubereiten, dass dieselbe am besten ihrem Zwecke entspricht.

„Eine gut zubereitete Speise“, sagt Hamerton, „erhält uns gesund, während eine schlecht zubereitete uns oft nur die Wahl zwischen Hunger und Indigestion übrig lässt.“

Eine weitere wichtige Frage für die Bemessung eines richtigen Kostmaasses ist die, ob

a) die Nahrung aus dem Thier- und Pflanzenreich entnommen werden soll?

Als Omnivore kann sich der Mensch sowohl von thierischen wie pflanzlichen Nahrungsmitteln ernähren.

Der civilisirte Mensch befriedigt sein Nahrungsbedürfniss aus Nahrungsmitteln sowohl des Thier- wie Pflanzenreiches; Jäger und Hirtenvölker, die noch auf der niedrigsten Kulturstufe stehen, geniessen nur Erzeugnisse der Thierwelt; diesen gegenüber steht eine Gesellschaft Menschen, die sog. Vegetarier (Pflanzenkostesser), welche nur von pflanzlichen Nahrungsmitteln leben und behaupten, dass diese die einzig richtige Nahrung des Menschen bilde.

Die Vegetarier gehen in zwei Richtungen auseinander; die eine geniesst neben den Pflanzen kein Fleisch, aber alle thierischen Erzeugnisse, welche, wie Milch, Käse, Butter, Eier etc., ohne Schlachten der Thiere gewonnen werden; die andere strengere Richtung lebt nur von Pflanzen und hält jegliches thierische Nahrungsmittel streng ausgeschlossen.

Die Vegetarier begründen ihre Ansicht und Lebensweise damit, dass der Mensch dem Affen in der Natur am nächsten stehe, und weil dieser nur von Pflanzen lebe, so seien auch für den Menschen die Pflanzen die naturgemässesten Nahrungsmittel.

Der Genuss von Fleisch (oder thierischen Erzeugnissen) sei unnatürlich für den Menschen, mache ihn wild und dem Thiere ähnlich, ausserdem erzeuge er manche Krankheiten.

Für letztere Behauptung finden sie eine Bestätigung in der Trichinenkrankheit der Schweine, in den Finnen etc. und glauben eine geschichtliche Grundlage für sich zu haben, da schon Moses den Israeliten den Genuss des Schweinefleisches verbot. Auch lässt sich nicht verkennen, dass der Mensch sich ausschliesslich mit pflanzlichen Nahrungsmitteln ernähren kann. Wir wissen, dass ganze Negerstämme ausschliesslich Pflanzenkost geniessen; der chinesische und japanische Arbeiter verzehrt grosse Mengen Reis, ohne wesentliche Zulage thierischer Nahrungsmittel. Auch bei uns in Europa gehört Fleisch zu den grössten Seltenheiten auf den Tischen vieler Volksklassen und doch leben und arbeiten diese Leute. Die Holzknecchte des bayerischen Gebirgslandes verzehren nur „Schmalzkost“, d. h. mit Schmalz zubereitete Mehlspeisen; sie erhalten nur an hohen Festtagen Fleisch und doch verrichten sie schwere Arbeiten und zeichnen sich sogar durch Rauflost aus.

Das vorwiegendste Nahrungsmittel bei der ärmeren Volksklasse bilden Kartoffeln und Brot, zu denen sich von thierischen Nahrungsmitteln nur das Fett gesellt.

Hier haben wir es allerdings nicht mehr mit rein pflanzlicher Nahrung zu thun, da dieselben durch den Zusatz des thierischen Fettes ein wesentlich anderes Merkmal erhalten. Aber in den wärmeren Gegenden wird auch Butter und Schmalz durch Olivenöl ersetzt und so kann die Möglichkeit der völligen Ernährung durch reine Pflanzenkost nicht geleugnet werden. Freilich man frage in den meisten Fällen nur nicht — wie?

Der Mensch steht bezüglich seines Magens und der Verdauungsorgane zwischen dem Pflanzenfresser und dem Fleischfresser. Der Pflanzenfresser vermag in Folge seines umfangreichen Verdauungssystems eine voluminöse Pflanzennahrung recht gut auszunutzen, was bei dem Fleischfresser mit seinem viel geringeren Magenumfang nicht der Fall ist. Während bei dem Pflanzenfresser die Verdauungsorgane 15—20 % des

Körpergewichtes ausmachen, wiegt der Darmkanal beim Fleischfresser nur 5—6 % des Körpergewichtes und beim Menschen 7—8 %. Der Mensch nähert sich daher in seiner Verdauungs-Einrichtung eher dem Fleisch- als dem Pflanzenfresser.

Dass aber die pflanzlichen Nahrungsmittel eine viel grössere Verdauungsthätigkeit erfordern als thierische Nahrungsmittel, ist allgemein bekannt. Die pflanzlichen Nährstoffe (Protein, Stärke etc.) sind, wie bereits bemerkt, durchweg in Zellen mit festen Wandungen eingeschlossen und gestatten den Verdauungssäften nur schwer Zutritt. Dazu kommt, dass die Zellwandungen (Holzfaser) einen Reiz auf die Darmwandungen ausüben und eine schnelle Entleerung des Darminhaltes bewirken.

Diese mechanische Wirkung der pflanzlichen Nahrungsmittel wird noch unterstützt dadurch, dass bei massenhafter Einführung von Stärke und Zucker im Darm leicht eine Art Gährung oder Fäulniss entsteht, welche die Bildung von Säuren (Buttersäure) zur Folge hat. Diese bewirken ebenfalls verstärkte Darmbewegung und damit eine schnellere Entleerung des Inhaltes. Die durch die Kürze des menschlichen Darmes bedingte schlechtere Ausnutzung der pflanzlichen Nahrungsmittel wird also noch durch die kurze Zeit erhöht, während welcher sie im Darm verbleiben. So kommt es, dass die pflanzlichen Nahrungsmittel viel schlechter ausgenutzt werden oder nach Prausnitz richtiger gesagt, viel mehr Koth liefern, als die thierischen Nahrungsmittel (vergl. S. 251).

Dadurch aber ist bedingt, dass wir, um den täglichen Bedarf an Nährstoffen in unserer Nahrung zu decken, grosse Mengen pflanzlicher Nahrungsmittel zu uns nehmen müssen; um z. B. die nöthige Proteinmenge (118—130 g) zuzuführen, wären erforderlich:

Käse	270 g	Mais	1000 g
Fleisch (mager)	550 "	Schwarzbrot	1800 "
Erbsen	500 "	Reis	2000 "
Weizenmehl	900 "	Kartoffeln	5000 "

Das sind also bei Reis, Kartoffeln, Mais etc. Mengen, die wir kaum bewältigen können; wenn nun auch durch Zusammenstellung proteinreicher Pflanzenstoffe (wie der Leguminosen, Erbsen, Bohnen etc.) mit proteinärmeren das Volumen der einzuführenden Pflanzenkost wesentlich herabgemindert werden kann, so folgt doch aus dem Gesagten, dass zur Befriedigung des Nahrungsbedürfnisses aus reiner Pflanzenkost ausgezeichnete Verdauungsorgane erforderlich sind, welche wir nur in den seltensten Fällen beim Menschen antreffen werden.

Traugott Cramer¹⁾ verfolgte während 3 Tage die Ausnutzung der Nahrung bei einem 64-jährigen Beamten, der bereits seit 11 Jahren Vegetarier war und seine Kost nach Belieben wählte. Derselbe nahm für den Tag in der Nahrung zu sich:

Wasser	Proteinstoffe	Fette	Kohlenhydrate	Salze
1980,9—2738,9 g	71,2—75,8 g	47,7—74,7 g	349,9—642,2 g	22,4—35,9 g

Von den festen Nahrungsstoffen wurden 28 % in Form von Schrotbrot genossen; 35,15 % der Proteinstoffe waren in Form von thierischem Protein (Milch, Ei) vorhanden; im Ganzen blieben von dem eingeführten Protein 21,13 % unverdaut; nimmt man die thierischen Proteinstoffe in der Milch und im Ei als ganz verdaulich an, so würden 31,96 % der pflanzlichen Proteinstoffe unverdaut im Koth ausgeschieden worden sein.

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1882, 6, 546.

Trotz der geringen Proteinzufuhr — C. Voit verlangt 118 g für den Tag — bestand Stickstoffgleichgewicht, indem 11,86 g Stickstoff eingenommen und 11,86 g abgegeben wurden. Indessen besass die Versuchsperson eine geringe Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und ist Cramer der Ansicht, dass diese der unzureichenden und eigenthümlichen Ernährung zuzuschreiben ist. Auch war die Kost nur deshalb ausreichend, weil sie keine rein pflanzliche war. Die Kosten der Rohstoffe stellten sich durchschnittlich auf 105 Pfg.; der Preis des pflanzlichen Proteins der Nahrung verhielt sich zu dem Preise des verdaulichen thierischen Proteins wie 17:10.

Für die Praxis zieht Cramer aus diesem Versuch den Schluss, dass diese Art der Ernährung für eine grössere Anzahl von Menschen einmal zu theuer, dann auch zu unpraktisch ist.

C. Voit¹⁾ untersuchte die Kost eines 28 Jahre alten, 57 kg schweren Vegetariers, der 3 Jahre lang an diese Kost gewöhnt war, und liess dieselbe Kost von einem nicht daran gewöhnten 74 kg schweren Arbeiter verzehren. Der Vegetarier genoss im Mittel für den Tag: 131 g Pumpnickel, 438 g Grahambrot, 777 g Aepfel, 114 g Feigen, 247 g Datteln, 66 g Orangen, 8 g Oliven und 21 g Oel, im Ganzen 1802 g Nahrung mit 1084 g Wasser, der Arbeiter ungefähr dieselbe Menge dieser Pflanzstoffe, im Ganzen 1764,8 g mit 1072,3 g Wasser. Die Ergebnisse waren folgende:

Versuchsperson	In der täglichen Nahrung				Unausgenutzt durch den Koth ausgeschieden					Stickstoff für den Tag			
	Stickstoff-Substanz	Fett	Kohlenhydrate	Cellulose	Trocken-substanz	Stickstoff-substanz	Fett	Kohlenhydrate	Cellulose	in der Nahrung	im Harn	im Koth	an Körper
	g	g	g	g	%	%	%	%	%	g	g	g	g
Vegetarier . . .	54,2	22,0	557,3	16,0	10,4	41,2	30,4	3,1	57,2	8,40	5,33	3,46	— 0,39
Arbeiter . . .	53,2	19,9	542,3	16,7	9,2	42,4	32,1	2,3	37,5	8,25	9,70	3,50	— 4,95

Am vollkommensten ist daher die Ausnutzung der Kohlenhydrate (Stärke, einschliesslich Zucker); selbst die Stärke für sich allein blieb nur zu 6% bzw. 4% unausgenutzt. Während aber der Vegetarier mit der Kost sich nahezu ins Stickstoffgleichgewicht setzen konnte, verlor der nicht an die Kost gewöhnte Arbeiter 4,95 g Stickstoff oder 31,9 g Protein vom Körper; bei dem Vegetarier entfielen nach der aufgenommenen und umgesetzten Nahrung auf 1 qm Körperoberfläche 1401 Kalorien, bei dem Arbeiter 1211 Kalorien. Da bei mittlerer Kost und Arbeit auf 1 qm Körperoberfläche mehr Kalorien zu entfallen pflegen, so hat der Arbeiter wahrscheinlich vom Körper auch noch Fett verloren.

Rumpf und Schumm²⁾ erhielten bei einem 18-jährigen Vegetarier von 62,5 kg Körpergewicht und 1,76 qm Körpergrösse ähnliche Ergebnisse wie C. Voit. Diese Vegetarier verzehrte im Mittel von 8 Tagen täglich:

Grahambrot	Aepfel	Datteln	Hafermehl	Reis	Zucker	Nüsse
333,75 g	1161 g	258,5 g	140,63 g	100 g	7,5 g	27,5 g

Die Stoffwechselverhältnisse waren folgende:

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1889, 25, 232

²⁾ Ebendort 1899, 39, 153.

Tägliche Nahrung				Koth täglich	Durch den Koth unausgenutzt ausgeschieden				Harn täglich		Stick- stoff am Körper
Menge	Stick- stoff	Fett	Kohlen- hydrate		Stickstoff		Fett		Menge	Stick- stoff	
g	g	g	g	g	g	%	g	%	g	g	g
2096,4	11,82	28,64	698,21	370,63	4,01	33,93	7,58	26,47	795	6,91	+ 0,9

Auffallend ist auch in diesem Versuche die geringe Ausnutzung des pflanzlichen Fettes. Indess befand sich auch dieser Vegetarier bei obiger Kost im Stickstoffgleichgewicht und nahm während der 8 Versuchstage sogar um 1,7 kg an Körpergewicht zu. Als besonders auffallend bezeichnen die Versuchsansteller die geringe Pulszahl des Vegetariers, nämlich nur 60—70 in der Minute, in der Ruhe theilweise unter 60.

Auch J. Rutgers¹⁾ fand, dass es zwar gelingt, durch pflanzliche wie thierische Proteinstoffe von gleichem Stickstoffgehalt Stickstoffgleichgewicht zu erzielen, dass aber Bohnen und Erbsen als pflanzliche Proteinstoffquellen den Darmtraktus sehr belästigen, sowohl durch den gasförmigen als festen Inhalt. Der Säuregrad des Magens wie Harns ist bei ausschliesslich pflanzlicher Kost erheblich geringer, als bei thierischer oder gemischter Nahrung.

Es fehlt aber auch nicht an Angaben, wonach den thierischen Proteinstoffen eine grössere Nährwirkung zugeschrieben werden muss, als den pflanzlichen.

So hat H. Ritthausen darauf aufmerksam gemacht, dass Proteinstoffe eine um so höhere Nährwirkung besitzen sollen, je kohlenstoffreicher und stickstoffärmer sie sind. Da aber die thierischen Proteinstoffe sich in dieser Hinsicht vor den pflanzlichen Proteinstoffen auszeichnen (vergl. S. 25 u. ff.), so würde hieraus ihre Ueberlegenheit bei der Ernährung des Menschen von selbst einleuchten. Dieses wird zum Theil durch Versuche von Joh. Potthast bestätigt²⁾, welcher bei einer Hündin fand, dass die Proteinstoffe der Lupinen, welche nach Ritthausen den höchsten Stickstoffgehalt (nämlich 18,67 %) besitzen, gegenüber den Proteinstoffen im Fleisch, Fleischmehl, Käse, in den Erbsen (bezw. Linsen) und im Kleber den geringsten Nährwerth (gemessen an dem Stickstoffansatz im Körper) besitzen. Die Proteinstoffe der letzteren standen sich aber im Nährwerth ziemlich nahe.

Zu ännlichen Ergebnissen gelangte S. Gabriel³⁾, welcher einen Hammel mit derselben Menge Stickstoff (-Substanz), aber mit solcher in verschiedener Form gleichmässig längere Zeit fütterte und durch gleichzeitige Bestimmung des Stickstoffs im Futter, Harn und im Koth den Stickstoffansatz am Körper verfolgte. Er erhielt dabei:

Im Futter in Form von	Stickstoff:				Stickstoff angesetzt am Körper	
	Im ganzen	Im Harn	Im Koth	Verdaut	in g	in % des ver- dauten Stickstoffs
Roggen . . .	11,78 g	6,83 g	4,95 g	7,29 g	0,46	6,31
Erbsen . . .	10,75 "	5,34 "	5,41 "	6,83 "	1,49	21,82
Konglutin . .	10,37 "	4,88 "	5,49 "	6,75 "	1,87	27,72
Fleischmehl .	9,61 "	3,65 "	5,96 "	6,28 "	2,63	41,88
Albumin . . .	10,12 "	4,32 "	5,73 "	6,51 "	2,12	32,56
Kasein . . .	10,32 "	4,53 "	5,79 "	6,45 "	1,92	29,77

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1888, 24, 351.

²⁾ J. Potthast: Beiträge zur Kenntniss des Eiweissumsatzes. Dissertation. Münster 1887.

³⁾ Journ. f. Landw. 1889, 37, 175.

Auch hier haben sich in der That die thierischen Proteinstoffe — das Kasein war aus Milch, das Albumin aus Eiern gewonnen — den pflanzlichen Proteinstoffen überlegen gezeigt, indem sie mehr Stickstoff zum Ansatz brachten, als letztere. Nur das Konglutin, welches aus Lupinen gewonnen wurde, bildet eine Ausnahme, da es bei dem höchsten Stickstoff- und niedrigsten Kohlenstoff-Gehalt die geringste Wirkung am Körper geäussert haben müsste. Die Frage ist daher noch einer weiteren Prüfung werth.

Auch mag ein Unterschied darin begründet liegen, dass die Proteinstoffe beider Nahrungsmittel-Klassen bei der Zersetzung die Spaltungs-Erzeugnisse (Leucin, Tyrosin, Glutamin- und Asparaginsäure und Ammoniak) in verschiedener Menge liefern (vergl. S. 78).

Aber von allem diesen abgesehen, folgt aus zahlreichen Versuchen (vergl. vorstehend u. S. 251), dass Pflanzennahrung erheblich schlechter ausgenutzt wird, bezw. viel mehr Koth liefert, als thierische bezw. gemischte Nahrung¹⁾. Die grössere Anstrengung zur Bewältigung der Pflanzenkost bedingt einen Verlust an Kraft, die bei leichter verdaulicher Nahrung für andere Zwecke verwendet werden kann.

Dieser Umstand ist nicht zu gering anzuschlagen; denn wenn uns ein voller Magen zu körperlicher und geistiger Anstrengung untauglich macht (Plenus venter non studet libenter!), wenn nach einem reichlichen Mahle die Thätigkeit der Organe wesentlich auf die Verdauung der Nahrung verwendet wird und der Körper sich anderer Thätigkeits-Aeusserungen enthält, so ist einleuchtend, dass der mit voluminöser und schwer ausnutzbarer Pflanzenkost sich ernährende Mensch nicht der Anstrengung fähig ist und das zu leisten vermag, was der Mensch leistet, der sich von leichter ausnutzbarer Kost ernährt. Dass ein Mensch, welcher ausschliesslich von Pflanzenkost lebt, überhaupt noch regelrechter körperlicher Arbeit fähig ist, kann nicht als Grund gegen diese Ansicht aufgeführt werden, weil die Leistungen desselben ja viel grösser sein könnten, wenn er zur Verdauung von leichter ausnutzbarer Nahrung weniger Zeit und Kraft aufzuwenden hätte.

Wenigstens ist es, eine allgemein anerkannte Thatsache, dass der Mensch, welcher neben Pflanzenkost auch noch thierische Nahrung genießt, grösserer Anstrengung fähig ist, als der, welchem nur Pflanzenkost zu Gebote steht.

Unter den afrikanischen Negerstämmen, so erzählt Livingstone, sind diejenigen am meisten geeignet, Anstrengungen und Entbehnungen zu ertragen, welche neben Pflanzenkost gewöhnlich Fleisch verzehren; die ausschliesslich von Pflanzenkost lebenden Neger stehen gegen diese bei weitem zurück.

Auch die viel Fleisch (Beafsteaks) verzehrenden englischen Arbeiter sind wegen ihrer grossen Ausdauer und Zähigkeit bekannt.

„Wenn die Kirgisen und Eskimos,“ sagt R. Virchow²⁾, „ein Beispiel dafür abgeben, dass Gesundheit und Leben sich durch viele Generationen hindurch mit ausschliesslicher stickstoffhaltiger, andere ebenso mit vorwiegend kohlenstoffhaltiger Nahrung erhalten haben und noch erhalten (Hindus),

¹⁾ Recht deutlich tritt dieser Unterschied auch bei dem allesfressenden Hunde und dem Pflanzenfresser hervor; der mit Fleisch ernährte Hund liefert für 100 kg Körpergewicht 30 g, das Rind für 100 kg Körpergewicht bei Fütterung mit Heu 650 g trockenen Koth, also letzteres 22-mal mehr.

²⁾ R. Virchow: Ueber Nahrungs- und Genussmittel. Berlin 1868, 35.

so legt die Geschichte Zeugnis davon ab, dass die höchsten Leistungen des Menschengeschlechtes von Völkern ausgegangen sind, welche von gemischter Kost lebten und leben.⁴

Die Fleischnahrung verleiht Energie und Munterkeit, die vorwiegende Pflanzkost macht schlaff und träge. Fleischfressende wilde Thiere werden durch allmähliche Gewöhnung an Pflanzkost zahm und umgekehrt nehmen zahme Thiere beim Uebergang zur Fleischnahrung einen mehr und mehr wilden Charakter an. So erzählt v. Liebig, dass ein gefangener Bär in Giessen abwechselnd nur mit Fleisch und dann mit Pflanzkost ernährt wurde; bei der Fleischnahrung zeigte sich sein wildes Wesen, er wurde unwirsch und gefährlich; bei der Pflanznahrung dagegen war der Bär zahm wie ein Lamm.

Diese Thatsachen zeigen zur Genüge die Bedeutung des Fleisches und der thierischen Erzeugnisse für die Ernährung des Menschen und wenn wir die Frage, ob reine thierische oder pflanzliche Nahrung vorzuziehen sei, beantworten sollen, so werden wir zu der Antwort gedrängt, dass hier, ähnlich wie in vielen anderen Fällen, die Wahrheit in der Mitte liegt.

Wenn rein thierische Nahrung für den Menschen unnatürlich ist, so ist reine Pflanzkost unzweckmässig und ebenfalls der Konstitution des Menschen nicht entsprechend; der Mensch ist naturgemäss auf eine gemischte Nahrung aus dem Thier- und Pflanzenreich angewiesen. Dieses geht ausser aus den sonstigen zahlreichen Ernährungsversuchen auch aus denen von Jos. Hartmann¹⁾ hervor, welcher einen Menschen einerseits mit reiner pflanzlicher und reiner thierischer Kost, andererseits mit einer gemischten Kost ernährte. Die Versuche führten zu dem Ergebnisse, „dass die gemischte Nahrung die natürlichste und zweckmässigste für den Menschen ist.“ Dem entsprechend finden wir auch, dass die Kulturvölker mit nur wenigen Ausnahmen ihre Nahrung aus thierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln zusammensetzen. In demselben Sinne spricht sich auf Grund von Untersuchungen über die Ernährung in geschlossenen Anstalten A. Schönstadt²⁾ aus.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend sind die in nachstehenden Ausführungen folgenden Kostmaasse für die menschliche Nahrung entworfen; es ist nach dem Gesagten auch selbstverständlich, dass sie nicht für alle und jede Fälle passen, sondern nur eine ganz allgemeine Bedeutung haben.

Es bedarf aber noch die weitere Vorfrage der Besprechung, nämlich:

b) ob der Nahrungsbedarf in einzelnen Nährstoffen oder im ganzen nur in Kalorienwerthen ausgedrückt werden soll?

Es ist in den letzten 10 Jahren vielfach gebräuchlich geworden, den Nahrungsbedarf auch in Kalorien anzugeben. Wenn neben denselben auch die nöthige Menge an einzelnen Nährstoffen aufgeführt wird, so ist dieses sehr zweckmässig; wenn aber bloss der Bedarf an Kalorien angegeben wird, so kann dieses leicht zu Irrthümern führen. Zwar können sich die einzelnen Nährstoffe nach S. 285 nach ihrem Verbrennungswerth im Thierkörper vertreten; aber das geht nur bis zu einer gewissen Grenze; denn wir können die Kalorien nicht allein in Proteinstoffen oder Fett oder Kohlenhydraten oder in einem Gemisch je zweier derselben verabreichen; alle 3 Nährstoffe müssen in einem gewissen Verhältniss zu einander verzehrt werden, wenn sie

¹⁾ Jos. Hartmann: Untersuchungen über die Ernährung des Menschen. Inaug.-Dissertation. Zürich 1885.

²⁾ Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege 1900, 32, 597.

eine gedeihliche Wirkung haben sollen. Es kann z. B. je nach der persönlichen Anlage, wie wir bei der „Ernährung der Erwachsenen“ sehen werden, die Menge des erforderlichen Proteins in unserer Nahrung erheblichen Schwankungen unterliegen; auch die Menge des Fettes pflegt in der Nahrung ganzer Menschenklassen sehr zu schwanken, aber ohne eine gewisse Menge Protein und Fett kommt der Mensch nicht aus. Man kann daher durch Angabe des Kalorienbedarfs die Angabe über die nöthige Menge an den einzelnen Nährstoffen nicht umgehen. Nach zahlreichen Erhebungen über die Zusammensetzung der Nahrung des Menschen bei freier Wahl betheiligen sich die einzelnen Nährstoffe an der Energiezufuhr durchschnittlich in folgendem Procent-Verhältniss des Kalorienwerthes:

Proteinstoffe	:	Fett	:	Kohlenhydrate
20	:	18	:	62

Oder es pflegen je $\frac{1}{5}$ des nöthigen Energiebedarfes durch Protein und Fett und $\frac{3}{5}$ desselben durch Kohlenhydrate gedeckt zu werden. Wenn unter Berücksichtigung dieses Umstandes die Wärme- oder Energiewerthe der Nahrung mit aufgeführt werden, so gewinnen die Kostmaasse an Bedeutung und Sicherheit. Selbstverständlich ist obiges Verhältniss der Betheiligung der einzelnen Nährstoffe an dem Energiebedarf wiederum kein feststehendes; es finden je nach Alter und Berufsthätigkeit sowie nach persönlichen Anlagen nicht unwesentliche Verschiebungen zu Gunsten des einen oder anderen Nährstoffes statt, aber deshalb ist ebenfalls die Angabe über die nöthige oder übliche Menge der einzelnen Nährstoffe für den Bedarf nicht entbehrlich.

Bei der Berechnung des Energiewerthes der Nahrung fragt es sich weiter, welcher Verbrennungswerth den einzelnen Nährstoffen zukommt? Diese Frage lässt sich nicht genau beantworten. Zunächst giebt die gewöhnliche Analyse der Nahrungsmittel bis jetzt nur einen rohen Ausdruck für die wirkliche Zusammensetzung derselben. Was wir unter dem Ausdruck Stickstoffsubstanz ($N \times 6,25$), Fett (Aetherauszug) und besonders unter dem Ausdruck Kohlenhydrate (oder stickstofffreie Extraktstoffe) zusammenfassen, schliesst sehr verschiedenartige Stoffe in sich, nämlich die Stickstoffsubstanz neben wahren Proteinstoffen noch sonstige Stickstoffverbindungen, das Fett ausser wirklichem Fett noch Wachs, Farbstoffe etc., die Kohlenhydrate ausser Zucker, Dextrin, Stärke noch viele andere stickstofffreie organische Stoffe; auch sind erst nur von einer beschränkten Anzahl der reinen und wirklichen Nährstoffe die Verbrennungswärmen bekannt, so dass wir auch bis jetzt hier nur mit annähernden Mittelwerthen rechnen können¹⁾. Nach den von F. Stohmann und Mitarbeitern ausgeführten Untersuchungen (vergl. S. 282 u. ff.) kann man für je 1 g:

Proteinstoffe	Fett	Kohlenhydrate
5,711	9,300	4,000 Kalorien

annehmen, die Proteinstoffe verbrennen aber im Thierkörper nicht vollständig, sondern setzen sich nur oder fast ausschliesslich zu Harnstoff um; da 1 g Proteinstoff mit 16 % Stickstoff 0,3428 g Harnstoff und 1 g Harnstoff 2,537 Kalorien liefert, so ist die Verbrennungswärme der Proteinstoffe in unserer Nahrung nach Abzug der Verbrennungswärme + der Lösungswärme (0,021 Kalorien für je 1 g Proteinstoffe) also

¹⁾ O. Kellner hat (Untersuchungen über den Stoff- und Energie-Umsatz des erwachsenen Rindes etc. Berlin 1900) angefangen, den Verbrennungswerth auch ganzer Futtermittel festzustellen. Hiermit ist aber bei den Nahrungsmitteln bis jetzt kaum ein Anfang gemacht.

nach Abzug von 0,877 Kalorien (5,711 — 0,877) = 4,834 Kalorien in Abzug zu bringen. Diese Zahlen stellen aber, da die Nährstoffe im menschlichen Körper nicht voll ausgenutzt werden, nur die Energie-Rohwerthe dar. Um hieraus die Energie-Reinwerthe, d. h. die Wärmemengen zu finden, welche dem Körper wirklich zu gute kommen, muss man die Ausnutzung der Nährstoffe berücksichtigen; denn wenn z. B. von 100 g zugeführten Proteinstoffen nur 85 % ausgenutzt werden, so kommen von den 4,834 Kal. für 1 g Proteinstoff dem Körper nur $\frac{4,834 \times 85}{100} = 4,109$ Kal.

zu gute, einerlei ob der im Koth ausgeschiedene Stickstoff von den unverdauten Proteinstoffen des Nahrungsmittels oder von Körpersäften herrührt, welche das Nahrungsmittel mit weggeführt hat (vergl. S. 205 und 252). Die allgemeine Durchführung dieses Grundsatzes stösst aber, weil wiederum nur eine beschränkte Anzahl Nahrungsmittel auf ihre Verdaulichkeit d. h. auf ihre Fähigkeit, mehr oder weniger Koth zu bilden oder Nährstoffe im Koth wegzuführen, untersucht ist, auf weitere Schwierigkeiten; auch hier kann man daher durchweg nur mit annähernden mehr oder weniger wahrscheinlichen Mittelwerthen rechnen. Wenn man die S. 251 aufgeführten mittleren Ausnutzungs-Koeffizienten der Nahrungsmittel zu Grunde legt, würden sich für die einzelnen Nährstoffe folgende Energie-Roh- und Reinwerthe berechnen:

Nahrungsmittel	Ausnutzungs-Koeffizienten			Energie-Rohwerthe für je 1 g			Energie-Reinwerthe für je 1 g			
	Protein- stoffe	Fett	Kohlen- hydrate	Protein- stoffe	Fett	Kohlen- hydrate	Protein- stoffe	Fett	Kohlen- hydrate	
	%	%	%	Kal.	Kal.	Kal.	Kal.	Kal.	Kal.	
Thierische	97,0	96,0	98,0	4,834	9,300	4,000	4,709	8,928	3,920	
Pflanzliche	75,0	70,0	92,0	4,834	9,300	4,000	3,628	6,510	3,680	
Gemischte Nahrung mit	wenig thierischen . . .	78,0	86,0	93,0	4,834	9,300	4,000	3,784	8,000	3,720
	mittleren Mengen thieri- scher	85,0	92,0	95,0	4,834	9,300	4,000	4,109	8,556	3,800
	viel thierischen Nah- rungsmitteln	91,0	95,0	97,0	4,834	9,300	4,000	4,400	8,835	3,888

Mit diesen Mittelwerthen wird man für die Ermittlung der Energie-Reinwerthe rechnen können, wenn über die Ausnutzung eines Nahrungsmittels keine oder nicht genügende Versuche vorliegen. Selbstverständlich können nur die Energie-Reinwerthe einen richtigen Ausdruck für den Werth einer Nahrung abgeben und verdienen sie daher ebenfalls aufgeführt zu werden, wenn sie auch nur als annähernde anzusehen sind. Auch empfiehlt es sich, die Werthe auf eine gleiche Gewichtseinheit (1 oder 100 kg) Körpergewicht umgerechnet, anzugeben, um sie ohne grosse Mühe für andere Körpergewichte verwenden zu können.

Für die Berechnung der Energie-Reinwerthe einer Nahrung kann man die Rohnährstoffe mit den Energie-Reinwerthen für je 1 g oder die ausnutzbaren (Rein-) Nährstoffe mit den Energie-Rohwerthen für je 1 g multipliciren, um die Gesamtmenge der Energie-Reinwerthe zu finden. Letztere lassen sich dann aber für eine sehr verschieden zusammengesetzte Nahrung direkt mit einander ver-

gleichem, was bei den Energie-Rohwerthen, die ohne Rücksicht auf die Ausnutzungsfähigkeit der Nährstoffe der einzelnen Nahrungsmittel berechnet sind, nicht der Fall ist.

Nach diesen Vorbemerkungen möge die Ernährung des Menschen je nach Alter und Beschäftigung noch näher besprochen werden.

I. Ernährung der Kinder (Säuglinge) im ersten Lebensalter.

Die einzige Nahrung des Kindes in den ersten Lebensmonaten ist die Milch und die Ernährung allein mit Muttermilch die naturgemässeste und beste¹⁾. Stärkehaltige Nahrungsmittel sind für die ersten Lebensmonate thunlichst schon um deswillen zu vermeiden, weil das Kind in der ersten Lebenszeit noch kein stärkeverdauendes Enzym besitzt.

Die Einsicht in die Ernährungsverhältnisse des Kindes im Säuglingsalter ist in dem letzten Jahrzehnt dank zahlreicher Versuche wesentlich erweitert; mit solchen Versuchen haben sich befasst: vor allem W. Camerer²⁾, M. Rubner und Heubner³⁾, Fr. Pröscher⁴⁾, Johannessen und Wang⁵⁾ u. m. A.

Nach diesen Untersuchungen ergeben sich folgende Durchschnittswerthe für das Wachsthum, die Ernährungs- und Stoffwechselverhältnisse der Kinder im ersten Lebensjahre, wobei für die Zusammensetzung der Frauen- und Kuhmilch sowie ihre Ausnutzung, folgende Mittelwerthe zu Grunde gelegt sind:

	Zusammensetzung					Ausnutzungs-Koeffizienten		
	Wasser	Protein	Fett	Milchzucker	Salze	Protein	Fett	Kohlenhydrate
Frauenmilch	87,58 %	2,01 %	3,74 %	6,37 %	0,30 %	95,5 %	97,0 %	99,0 %
Kuhmilch	87,52 "	3,35 "	3,55 "	4,88 "	0,70 "	94,0 "	95,0 "	98,0 "

¹⁾ Nach einer Statistik von Berlin zeigten von 1000 Kindern:

Bei Ernährung durch	Gutes Gedeihen	Starben nach einem Jahre
Muttermilch	610	82
Ammenmilch	260	180
Künstliche Nahrung	90	510

Die geringere Sterblichkeit bei Ernährung mit Milch wird darauf zurückgeführt, dass letztere Proteinstoffe enthält, welche als Antitoxine der Wirkung der gefährlichen Keime für Kinderkrankheiten entgegen wirken.

²⁾ Die Versuche sind veröffentlicht „Zeitschr. f. Biologie“ durch eine Reihe von Jahrgängen Bd. 14, 16, 18, 20, 24, 29 und dann in der selbständigen Schrift von Camerer: „Der Stoffwechsel des Kindes“. Tübingen 1894 zusammengefasst; vergl. ferner noch: Zeitschr. f. Biologie 1899, 39, 37.

³⁾ Zeitschr. f. Biologie 1898, 36, 1.

⁴⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1898, 24, 285.

⁵⁾ Ebendort 1898, 24, 482.

⁶⁾ Anm. zu S. 375. Für die Verbrennungswärme der Bestandtheile der Frauenmilch hat M. Rubner (l. c.) etwas andere Werthe gefunden, als ich vorstehend im Mittel angenommen habe, nämlich für je 1 g Stickstoffsubstanz 5899 und 5766 kal., Fett = 9263 und 9427 kal., für Milchzucker 3951 kal. Weil es sich aber nur um 2 Frauenmilchproben handelt, die auch noch um etwas von einander abweichen lege ich für die Berechnung obige Mittelwerthe zu Grunde.

Alter	Körpergewicht kg	Milchmenge für den Tag g	In der täglichen Milchmenge			Kalorien ⁹⁾ im Ganzen		Für 1qm Körper- oberfläche Kal.		Für je 1 kg Körpergew. Kal.	
			Protein g	Fett g	Kohlen- hydrate g	Rohe Kal.	Reine Kal.	Rohe Kal.	Reine Kal.	Rohe Kal.	Reine Kal.
1 Tag	3,000	20	0,4	0,7	1,2	13,2	12,9	530	518	4,4	4,3
1 Woche	3,020	350	7,0	13,1	22,3	244,8	238,6	979	954	81	79
2 Wochen	3,040	400	8,0	14,9	25,5	279,2	272,1	1108	1080	91	89
3 "	3,250	480	9,6	17,9	30,6	335,3	326,7	1290	1250	103	100
4 "	3,450	550	11,1	20,6	35,0	385,7	375,4	1430	1390	111	108
5 "	3,800	600	12,1	22,4	38,2	419,6	408,9	1440	1407	110	107
10 "	4,850	800	16,1	29,9	50,9	559,5	545,2	1645	1600	115	112
20 "	6.000	900	18,1	33,7	57,3	630,1	614,0	1600	1555	105	102
30 "	7,300	1000	20,1	37,4	63,7	699,8	681,9	1555	1515	96	93
40 Wochen	8,800	^{Kuhmilch} 1300	44,1	45,5	63,4	889,9	855,1	1745	1680	101	98
52 "	9,850	1500	50,8	52,5	73,2	1026,5	984,7	1866	1790	104	101

Die durchschnittliche Gewichtszunahme des Kindes im ersten Jahre beträgt 18 g für den Tag mit Schwankungen von 4—30 g in den einzelnen Wochen.

Im Durchschnitt wird man daher den täglichen Bedarf für den Stoffwechsel des Kindes im ersten Jahre für 1 Körperkilo bei Aufnahme von 140—150 g Muttermilch wie folgt veranschlagen können:

Rohnährstoffe			Reinnährstoffe (verdaulich)			Kalorien		Verhältniss der Kalorien in Form von	
Protein	Fett	Kohlen- hydrate	Protein	Fett	Kohlen- hydrate	rohe	reine	Protein : Fett : Kohlenhydrate	
2,8 g	5,5 g	9,5 g	2,6 g	5,3 g	9,4 g	102	99	100 : 380 : 290	

Selbstverständlich sind diese Zahlen den mannigfachsten Schwankungen unterworfen; der Stoffbedarf der Knaben ist z. B. für gleiches Körpergewicht durchweg etwas grösser als der der Mädchen; auch richtet er sich nach der Individualität, nach Jahreszeit und anderen Ursachen.

Die Ernährung nur mit Muttermilch aber kann, wenn sie überhaupt erfolgt, selten durch das ganze Säuglingsalter durchgeführt werden. Meistens wird schon nach dem ersten Halbjahr mehr und mehr Kuhmilch nebenher verabreicht, in eben so viel Fällen die Kuhmilch von Anfang an als voller Ersatz der Muttermilch verwendet.

Die vorstehende Zusammenstellung zeigt aber schon, wie sehr verschieden die Zusammensetzung der Kuhmilch von der der Frauenmilch ist und wie demgemäss auch das Verhältniss der Kalorienwerthe der drei Nährstoffgruppen ein sehr verschiedenes sein muss. Man hat daher allerlei Vorschläge gemacht, die Zusammensetzung der Kuhmilch der der Frauenmilch ähnlich zu machen.

a) Der erste und einfachste Vorschlag ist der, dass man der Kuhmilch Milchzucker zusetzt und dieselbe gleichzeitig mit Wasser verdünnt, um sie

⁹⁾ Vergl. Anm. 6 S. 374.

auf den Gehalt der Frauenmilch an Proteinstoffen und Milchzucker zu bringen. Man giebt aber, weil auf diese Weise der Fettgehalt der Frauenmilch nicht erreicht werden kann, in Berücksichtigung, dass 243 Thle. Milchzucker 100 Thln. Fett isodynam sind, an Milchzucker entsprechend mehr.

Wendet man eine 14,3 %-ige Milchzuckerlösung an und setzt davon 1 Thl. zu 2 Thln. Kuhmilch, so erhält man eine Mischmilch von folgender Zusammensetzung:

Wasser	Protein	Fett	Milchzucker	Salze
86,91 %	2,23 %	2,37 %	8,02 %	0,48 %

also gegenüber Frauenmilch von obiger Zusammensetzung:

- 0,67 %	+ 0,22 %	- 1,37 %	+ 1,65 %	+ 0,18 %
----------	----------	----------	----------	----------

Durch eine Gabe von 145—150 ccm dieser Mischmilch für 1 Körperkilo lässt sich ebenfalls der Energiebedarf des Kindes decken und ergibt dieses Gemisch gegenüber reiner Kuhmilch:

Kuhmilch	Rohnährstoffe			Reinnährstoffe			Kalorien für 1 Körperkilo		Verhältniss der Kalorien in Form von		
	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Protein	Fett	Kohlenhydrate	rohe	reine	Protein : Fett : Kohlenhydrate		
1. Unter Zusatz von $\frac{1}{3}$ Wasser und 5—6 g Milchzucker . . .	3,4 g	3,6 g	12,0 g	3,2 g	3,5 g	11,8 g	98	95	100	: 200	: 300
2. Unverdünnt und ohne Zuckerzusatz . . .	4,9 "	5,2 "	7,3 "	4,6 "	5,0 "	7,1 "	101	97	100	: 200	: 123

Die Gesamtmenge der Kalorienwerthe der Kuhmilch-Milchzuckermischung ist daher nahezu gleich denen einer gleichen Menge Frauenmilch von 145—150 ccm, aber das Verhältniss, in welchem die 3 Nährstoffgruppen an der Deckung des Kalorienbedarfes theilhaftig sind, weicht wesentlich von dem in der Frauenmilch ab. Dieses Verhältniss wird bei Verabreichung einer gleichen Menge Kuhmilch noch erheblicher verändert.

Immerhin ist die Beimengung von Milchzuckerlösung zur Kuhmilch ein sachgemässes Verfahren, um der Kuhmilch eine wenigstens annähernd gleiche Zusammensetzung wie der Frauenmilch zu ertheilen.

Heubner und Hofmann schlagen für 1—9-monatliche Kinder eine Verdünnung von 1 Thl. Kuhmilch mit 1 Thl. einer Milchzuckerlösung vor, welche im Liter 69 g Milchzucker enthält, also eine um die Hälfte verdünntere Milchzuckerlösung; dadurch wird das Milchgemisch¹⁾ nur verdünnter, das Verhältniss der Bestandtheile zu einander bleibt aber dasselbe.

Wenn sich in den ersten Lebensmonaten auch Mischungen von 1 Thl. Kuhmilch mit 1 Thl. einer 6,9 (oder rund 7) %-igen Milchzuckerlösung empfehlen, so wird man doch vom 6. Lebensmonat an Mischungen von 1 Thl. Kuhmilch und $\frac{1}{2}$ Thl. einer 14 %-igen Milchzuckerlösung, mit fortschreitendem Alter nur $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ Thl. der letzteren verwenden, um schliesslich nur natürliche Kuhmilch ohne Milchzuckerzusatz zu verabreichen.

¹⁾ Eine Mischung von 100 Thln. Kuhmilch mit 100 Thln. einer 6,9 %-igen Milchzuckerlösung würde z. B. enthalten: 90,36 % Wasser, 1,68 % Protein, 1,78 % Fett, 5,87 % Milchzucker, 0,36 % Asche.

Vielfach wird auch zur Ergänzung des Milchzuckers (und Fettes) beim Verdünnen der Kuhmilch Rohrzucker verwendet. Letzterer empfiehlt sich jedoch nicht, ja die Verwendung von Rohrzucker muss sogar als fehlerhaft bezeichnet werden. Denn Milch- und Rohrzucker verhalten sich physiologisch sehr verschieden.

Abgesehen von der verschiedenen Konstitution (vergl. S. 144 u. 145), von dem verschiedenen Verhalten gegen gewöhnliche Hefe, wodurch Milchzucker nicht vergäht (vergl. S. 146), ist Milchzucker nur etwa $\frac{1}{3}$ so süß als Rohrzucker. Der Milchzucker verleidet daher den Genuss der Mischmilch nicht so leicht, als die Anwendung von Rohrzucker. Aus dem Grunde eignet sich auch die mit Rohrzuckerzusatz hergestellte kondensirte Milch nicht für die Kinderernährung, weil sie wegen der zu starken Süßigkeit leicht widersteht.

Nach Lusk, Abbot und Otto¹⁾ wird der Milchzucker nicht wie Traubenzucker, Rohrzucker und Maltose in Glykogen verwandelt und geht nach anderen Beobachtungen am leichtesten in den Harn über, woraus in Uebereinstimmung mit Beobachtungen von Fr. Voit²⁾ beim Diabetiker geschlossen werden muss, dass der Milchzucker im Körper leichter wie die anderen Zuckerarten verbrennt, und weil er nicht zu Glykogen wird, nicht so leicht dem Kreislauf entzogen wird.

Sehr eingehende Untersuchungen über die Verschiedenheit in dem Verhalten der Zuckerarten im Körper hat Albertoni³⁾ angestellt. Darnach wird Maltose und Rohrzucker am raschesten, Milchzucker am langsamsten in den Verdauungsorganen aufgenommen, von ersteren innerhalb einer Stunde 70—80 %, von letzterem 20 bis 40 %. Durch die übermässige Anhäufung der Zuckerarten im Blut, die als Reizmittel für das Herz anzusehen sind, steigt aber der Blutdruck, die Gefässe werden erweitert, die Pulsbewegung vermehrt und in Folge dessen auch der Blutumlauf um wo möglich das Doppelte beschleunigt. Der Milchzucker steigert zwar auch, wenn er in übermässiger Menge in das Blut gelangt, den Blutdruck, aber er vermehrt nicht die Pulsbewegung, sondern vermindert sie.

Die anderen Zuckerarten werden fast vollständig schon vom Magen aufgesaugt, vom Milchzucker findet sich dagegen immer noch eine grössere Menge im Dünndarm, der dann gleichzeitig mehr Wasser, Schleim und Galle enthält als gewöhnlich. Hieraus erklärt sich die abführende Wirkung des Milchzuckers und seine Bedeutung für künstlich ernährte Kinder, bei denen der Koth häufig eine feste Beschaffenheit hat.

Endlich unterscheidet sich der Milchzucker auch dadurch von anderen Zuckerarten, dass er ein starkes Reizmittel für gewisse Bakterien sowie für Leukocyten abgiebt, d. h. diese in erhöhtem Maasse anlockt, und wenn die Bedeutung dieser Eigenschaft für die Ernährung des Kindes auch noch nicht klar gelegt ist, so geht doch aus dem ganzen verschiedenen Verhalten des Milchzuckers und der anderen Zuckerarten hervor, dass es nicht gleichgültig ist, ob man als Zuckerzusatz zur Kuhmilch bei der künstlichen Ernährung des Säuglings Rohr- oder Milchzucker nimmt; es empfiehlt sich unter allen Umständen Milchzucker zu verwenden.

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1892, 28, 245.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1892, 28, 353.

³⁾ Sul contegno e sull azione degli succari nell organismo; Bologna I. Comunicazione 1888, II. Com. 1891 u. III. Com. 1892.

Durch Zusatz von Milchzucker und durch Verdünnung mit Wasser wird jedoch nur eine theilweise Annäherung der Zusammensetzung der Kuhmilch an die der Frauenmilch erreicht; das fehlende Fett kann zwar zum Theil durch die physiologisch-äquivalente Menge Milchzucker vertreten werden, indess hat dieser Umstand zu anderweitigen Vorschlägen Veranlassung gegeben, nämlich:

b) die fettreicheren Antheile der Kuhmilch, den Rahm für die Ernährung der Kinder zu verwenden. Der erste Vorschlag dieser Art rührt wohl von Frankland (1859) her. Er empfahl, etwa $\frac{3}{5}$ l Milch 12 Stunden stehen zu lassen, den Rahm abzunehmen und letzteren mit etwa $\frac{2}{5}$ l frischer Milch zu vermischen. Die abgerahmte Milch dagegen wird mittelst Lab zum Gerinnen gebracht, die Molken vom geronnenen Käsestoff abfiltrirt und schnell zum Kochen erhitzt; in den durch Musselin filtrirten Molken werden 7 g Milchzucker aufgelöst, die Molken der ersten Mischung von Milch und Rahm zugesetzt und das Ganze gekocht. Aehnliche Vorschläge sind von Kehler, Backhaus und Biedert gemacht. Kehler schlug (1869) eine Mischung von 5 Thln. Rahm und 22 Thln. Molken vor, während Backhaus in der Weise verfuhr, dass er frisch bereitete süsse Molken im Vakuum eindampfte, bis sie 1,25 % Proteinstoffe enthielten, dann so viel Rahm zufügte, dass den Molken noch 0,5 % Proteinstoffe und 3,0–3,5 % Fett zugeführt wurden.

Bekannter geworden ist das Rahmgemenge von Th. Biedert¹⁾, welches er je nach den Altersstufen und der Entwicklung der Kinder in 5 verschiedenen Mischungsverhältnissen 20 Jahre lang für die künstliche Ernährung der Säuglinge erprobt hat, nämlich:

Bestandtheile:	Mischung I	II	III	IV	V
Rahm	200 ccm	210 ccm	220 ccm	230 ccm	250 ccm
Magermilch	100 "	200 "	300 "	350 "	500 "
Wasser	700 "	590 "	480 "	420 "	250 "
Milchzucker	35 g	30 g	24 g	21 g	13 g

Diese Mischungen sollen enthalten:

Proteinstoffe	1,05 %	1,40 %	1,80 %	2,00 %	2,60 %
Fett	2,50 "	2,60 "	2,80 "	3,00 "	3,30 "
Milchzucker	5,00 "	5,00 "	5,00 "	5,00 "	5,00 "

Um stets einen Rahm von gleicher Zusammensetzung verwenden zu können, hat Biedert durch Einengen von Rahm — aber unter Zusatz von Rohrzucker, nicht von Milchzucker — eine Rahmdauerwaare mit 8,5 % Proteinstoffen, 19,5 % Fett und 56,0 % Zucker hergestellt, von welchem behufs Herstellung der Mischung I ein Esslöffel voll mit 15 Esslöffeln Wasser versetzt werden soll etc.

Gaertner-Wien verfährt dagegen, um ein der Frauenmilch im Gehalt an Proteinstoffen und Fett ähnliches Getränk aus der Kuhmilch herzustellen, in der Weise, dass er die Kuhmilch zunächst mit soviel Wasser verdünnt, bis der Kaseingehalt des Gemenges sich möglichst dem der Frauenmilch nähert; darauf wird centrifugirt und das Abflussrohr für das kaseinarme und an Fett reichere Enderzeugniss so eingestellt, dass dieses mit einem der Frauenmilch möglichst entsprechendem Fettgehalt die Centrifuge verlässt.

¹⁾ Th. Biedert: Untersuchungen über die chemischen Unterschiede der Menschen- und Kuhmilch. Stuttgart 1884.

Die auf solche Weise hergestellte Gaertner'sche Fettmilch ergab (Bd. I, S. 295) im Mittel von 50 Analysen folgende Zusammensetzung:

Wasser	Proteinstoffe	Fett	Milchzucker	Salze
90,00%	1,62%	3,11%	4,83%	0,34%

Auf diese Weise lässt sich also aus der Kuhmilch eine der Frauenmilch in der Zusammensetzung nahekommende Säuglingsmilch herstellen und wird, um auch den Milchzucker auf den Gehalt der Frauenmilch zu bringen, weiter vorgeschlagen, auf $\frac{1}{2}$ l Fettmilch 1 Esslöffel voll Milchzucker zuzusetzen.

Fr. Soxhlet hält aber alle diese Rahmgemenge aus der Kuhmilch nicht für zweckmässig, weil sie durch Keime von Kleinwesen aus der Luft leicht verunreinigt werden; er schlägt an Stelle dieser eher die zuletzt ermolkene, ebenfalls fettreiche Milch vor (vergl. Bd. I, 233 und weiter unten unter Kuhmilch). Indess hat dieser Vorschlag auch seine Schattenseiten, weil es schwer halten wird, die erste und letzte Milch des Euters so abzutrennen, dass stets eine Milch von beständiger Zusammensetzung erhalten wird. In Wirklichkeit scheint der Vorschlag Soxhlet's keinen Eingang gefunden zu haben.

c) Als sonstige Zusätze zur Kuhmilch sind, um dieselbe der Frauenmilch ähnlicher zu machen, empfohlen: von Lahmann¹⁾ pflanzliches Fett und Zucker (Mandelmilch), welches Gemenge eine feinflockige Gerinnung des Kuhmilchkaseins bewirken soll, von Rieth²⁾ auf 130° erhitztes und in Albumose umgewandeltes Hühnereweiss, von Pfund³⁾ rohes mit Milchzucker verriebenes Hühnereweiss, von anderer Seite Somatose, Protogen und sonstige lösliche, aus Fleisch etc. hergestellte Proteinstoffe. Letztere Zusätze sind an sich nicht naturgemäss, weil sie einerseits eine noch stärkere Verdünnung der an sich proteinreichen Kuhmilch erforderlich, andererseits zum Theil ein Sterilisiren der Kuhmilch, was durchaus wünschenswerth ist, unmöglich machen. Auch hat Baginsky⁴⁾ keine günstigen Erfahrungen mit den Protein-Zusätzen gemacht; die mit solchen ernährten Kinder gedeihen eine Zeit lang, um später schweren Anämien und selbst skorbutischen Krankheiten anheim zu fallen.

W. Hesse⁵⁾ hat daher den Pfund'schen Vorschlag dahin abgeändert, dass er nicht das Eiereiweiss, sondern das ganze Ei, also auch das fettreiche Eigelb, mit verwendet. Die Vorschrift lautet:

Um 2 l Säuglingsmilch zu bereiten, werden $\frac{4}{2}$ l Kuhmilch $\frac{1}{2}$ Stunden kühl (aber nicht im Eisschrank) aufbewahrt, dann $\frac{1}{4}$ l der oberen, fettreicheren (Rahm-) Schicht abgeschöpft und diese mit $\frac{1}{4}$ l Wasser verdünnt; andererseits wird der Inhalt eines Eies von etwa 50 g Gesamtgewicht (Eiweiss + Dotter) mit 84 g sterilisirtem Milchzucker zu einem Brei verrührt, dieser auf befetteter Glastafel in Form eines Rechteckes gleichmässig ausgebreitet, bei etwa 40° eingedickt, in 8 thunlichst gleich grosse Theile getheilt und hiervon je 1 Thl. einer Trinkgabe von je $\frac{1}{4}$ l Rahmmischung zugesetzt.

Bei Bereitung von 1 l Säuglingsmilch im Tage verwendet man selbstverständlich die

¹⁾ A. Stutzer: Die Kuhmilch als Kindernahrung 1895, 27. Lahmann's Pflanzen- (Mandel-) Milch enthält im Mittel von 3 Analysen:

24,08% Wasser, 10,06% Protein, 26,01% Fett, 33,84% Rohrzucker und 1,24% Asche.

²⁾ Hauser: Eine neue Methode der Säuglingsernährung. Berliner klin. Wochenschr. 1893.

³⁾ Molkerei-Ztg., Hildesheim 1896, No. 14.

⁴⁾ Baginsky: Lehrbuch der Kinderkrankheiten. 1896, 37.

⁵⁾ Zeitschr. f. Hygiene 1900, 35, 439.

Hälfte obiger Mengen also $2\frac{1}{4}$ l Kuhmilch, $\frac{1}{2}$ Ei oder ein ganz kleines Ei von 30 g Gesamtgewicht und 42 g Milchzucker.

Die Ergebnisse, welche W. Hesse bei 46 Säuglingen mit dieser Ernährungsweise (Eimilch) gegenüber der mit Eiereiweiss- und Dottermilch allein erhielt, lauten günstig.

d) Künstliche Vorverdauung der Kuhmilch. Die Kuhmilch verhält sich nicht nur wegen der abweichenden Zusammensetzung, sondern auch vorwiegend deshalb der Frauenmilch gegenüber ungünstig, weil sie und besonders das Kasein derselben schwerer verdaulich ist bezw. vom Kinde schlechter ausgenutzt wird, als die Frauenmilch. Aus dem Grunde sind verschiedene Vorschläge gemacht, die Kuhmilch entweder durch Zusätze, welche die Verdauung unterstützen, oder durch künstliche Vorverdauung für den Säugling bekömmlicher zu machen. Scharlau hat für den Zweck ein Milchpulver, Paulke ein Laktin vorgeschlagen, welche vorwiegend aus Alkalisalzen bestehen und nicht nur säurebindend, sondern auch schwach proteïn-lösend wirken sollen. Th. Timpe empfiehlt ein Pankreatin-Milchpulver, welches kurz vor der Verabreichung der Milch zugesetzt werden soll, aber wohl deshalb seine Wirkung einbüßen dürfte, weil das proteolytische Ferment der Pankreasdrüse durch die Salzsäure des Magensaftes abgetödtet und unwirksam wird.

Voltmer kocht für den Zweck die auf ihren Gehalt untersuchte Kuhmilch, setzt Sahne, Zucker und so viel Wasser zu, dass das Gemenge die mittlere Zusammensetzung der Frauenmilch annimmt, behandelt dasselbe alsdann, um ein feinflockiges Gerinnsel des Kaseins wie bei Frauenmilch zu erzielen, mit Pankreasferment, erhitzt die so behandelte Milch in einem luftdicht verschlossenen Kessel etwa 1 Stunde bei $102-105^{\circ}$ und dampft schliesslich im Vakuum ein.

Die solcher Weise dargestellte (nicht kondensirte) Milch enthält nach einer Probe:

Wasser	Stickstoff-Substanz	Fett	Zucker	Asche	Phosphorsäure	In der Trockensubstanz		
						Stickstoff-Substanz	Fett	Zucker
90,9%	1,7%	2,2%	6,1%	0,4%	0,12%	17,35%	22,45%	62,25%

Die grössere Löslichkeit der Stickstoff-Substanz geht aus dieser Analyse nicht hervor, indess lauten die Angaben über Erfolge mit dieser Milch günstig.

Ed. Löfflund hat auch vorübergehend Pepsin zur Löslichmachung der Proteinstoffe der Milch angewendet. Da aber Pepsin nur in Gegenwart von Salzsäure wirkt, letztere jedoch die Milch zum Gerinnen bringt, so erscheint die Anwendung von Pepsin von vornherein unzweckmässig.

Von besserem Erfolge scheint nach bisherigen Erfahrungen das Verfahren von Backhaus¹⁾ zu sein; derselbe stellt 3 Sorten Säuglingsmilch nach folgender Vorschrift her:

Von Kühen verschiedener Rassen, welche möglichst rein gehalten und in abgemessenen Zwischenräumen thierärztlich untersucht werden, wird die Milch auf sorgfältige Weise in peinlich rein gehaltene Kübel abgemolken. Die gewonnene Milch kommt zum Zweck der Trennung von Rahm und Magermilch und zugleich der Entfernung des etwa trotz sorgfältigen Melkens vorhandenen Milchschnitzes in eine Centrifuge, deren Trommel 5600 Umdrehungen in der Minute macht.

Zur Herstellung der ersten Sorte wird nun die so vom Rahm — der einstweilen kühl gestellt wird — getrennte Magermilch bei 40° mit einer in solchem Verhältnisse zusammengestellten Mischung

¹⁾ Journ. f. Landw. 1896, 44, 279.

von Lab, Trypsin und Natrium carbonicum versetzt, dass bis zur Zeit von einer halben Stunde das Trypsin 30 % des Kaseins der Milch in einen leicht löslichen Zustand überführt, nach welcher Zeit die zugesetzte Menge Lab den Rest des Kaseins ausfällt und so die Trypsinwirkung aufhebt. Hierauf wird durch eingeleiteten Dampf auf 80° erhitzt und die Molke 5 Minuten bei dieser Temperatur stehen gelassen. Dann wird dieselbe abgesehen, durch Tücher filtrirt und mit 1/2 Vol. Wasser, 1/4 Vol. Rahm und der entsprechenden Menge Milchzucker versetzt. Zuletzt wird sie in Portionsflaschen zu 125 g gefüllt und sterilisirt.

Die für ältere Säuglinge bestimmte, in Flaschen zu 200 g gefüllte zweite Sorte entsteht durch Mischung von gleichen Theilen Magermilch und Wasser mit der Hälfte Rahm unter entsprechendem Zusatz von Milchzucker.

Die dritte Sorte mit 300 g, eine Mischung von Rahm und Magermilch, stellt eine wegen der sorgfältigen Gewinnung und Sterilisation verlässliche Vollmilch dar.

Die Zusammensetzung ist nach Untersuchungen im hiesigen Laboratorium im Mittel von je 2 Proben folgende:

Sorte	Wasser	Kasein	Albumin	Pepton	Fett	Milchzucker	Salze
I	90,15 %	0,93 %	0,07 %	0,25 %	2,73 %	5,54 %	0,33 %
II	90,41 "	1,71 "	0,08 "	0,16 "	2,78 "	4,49 "	0,37 "
III	88,55 "	2,79 "	0,05 "	0,19 "	3,27 "	4,52 "	0,63 "

Wenn nach den Angaben des Herstellers dieser Milch der Gehalt an Albumin zunehmen soll, so muss dasselbe wie in gekochter Milch durch das Sterilisiren unlöslich geworden sein und einen Zustand angenommen haben, in welchem es nach schwachem Ansäuern mit Essigsäure grösstentheils zusammen mit dem Kasein unlöslich abgeschieden wird.

e) Verwendung von Stuten- und Eselinnenmilch. An Stelle der Kuhmilch wird auch dort, wo solche leicht zu beschaffen sind, Stuten- oder Eselinnenmilch angewendet und hat man sogar (in Dr. Carvick's Fabrik in Orenburg) versucht, Stutenmilch unter Zusatz von 2,33—3,0 % Zucker einzuengen (zu kondensiren), um auf diese Weise letztere den Gegenden, wo Stutenmilch schwer zu beschaffen ist, zuführen zu können.

Die Zusammensetzung dieser Milchsorten ist im Mittel folgende:

Milch von:	Wasser	Kasein	Albumin	Fett	Milchzucker	Salze
Eselinnen	90,12 %	0,79 %	1,06 %	1,36 %	6,19 %	0,47 %
Stuten	90,58 "	1,29 "	0,76 "	1,14 "	5,87 "	0,36 "
Kondensirte Stutenmilch . .	21,87 "	13,65 %		8,28 "	54,46 "	1,74 "

Diese Milchsorten kommen daher, was den Gehalt an Kasein und Albumin sowie Milchzucker anbelangt, der Frauenmilch nahe, bleiben aber im Fettgehalt erheblich hinter derselben zurück. Auch steht ihrer allgemeinen Verwendung die schwierige Beschaffung entgegen, indem sich z. B. die Beschaffung von 1 l Eselinnenmilch auf 2—3 Mk. belaufen würde. Die kondensirte Stutenmilch hat sich ferner als schlecht haltbar erwiesen, indem sie leicht in Gährung übergeht.

f) Verwendung von Kindermehlen.

Wenn schon nach vorstehenden Ausführungen die einzelnen Zuckerarten (Rohrzucker, Traubenzucker und Maltose) nicht als gleichwerthig für die Kinderernährung mit dem Milchzucker angesehen werden können, so gilt dieses um so mehr für die dextrin- und stärkemehlhaltigen Kindermehle; rohe Mehle sind auch schon deshalb ungeeignet für die Kinderernährung, weil das Kind in den ersten Lebensmonaten kein stärkelösendes Enzym besitzt. Bei Anwendung von Mehlen sollen diese wenig-

stens aufgeschlossen d. h. die Stärke in Zucker und Dextrin übergeführt werden. Ein unter Zusatz von Milch aus aufgeschlossenen Mehlen durch Eintrocknen hergestelltes Kindermehl von folgender Zusammensetzung:

Wasser	Protein- stoffe	Fett	Kohlenhydrate		Rohfaser	Asche	Phosphor- säure	Nährstoff- verhältniss
			löslich	unlöslich				
6,0 %	15,0 %	5,0 %	50,0 %	21,0 %	0,5 %	2,5 %	1,0 %	1 : 5,5

würde nach dem 6. Lebensmonat als Ersatz der Muttermilch gelten können. Aber von den zahlreichen Kindermehlen, die weiter unten ausführlich besprochen werden sollen, entsprechen nur sehr wenige dieser Forderung. Dabei steht durchweg der Preis der Kindermehle nicht im Verhältniss zu ihrem Gehalt an Nährstoffen und ist auch nicht durch die Art der Fabrikation gerechtfertigt.

Die Kindermehle können nur als Zusatzmittel zur Kuhmilch nach dem 6. Lebensmonate empfohlen werden und verdienen hier die besonders zubereiteten Hafermehle vor allen anderen den Vorzug.

Die Kindermehle haben aber auch wesentlich an Bedeutung verloren, seitdem es durch Sterilisation der Kuhmilch nach Fr. Soxhlet's und sonstigen Verfahren gelungen ist, eine haltbare Kuhmilch für die Kinderernährung herzustellen. Das Sterilisiren der Kuhmilch, überhaupt der Nahrungsmittel (auch des zum Verdünnen der Milch verwendeten Wassers durch Abkochen), die für die Kinderernährung dienen, ist eine unerlässliche Bedingung für befriedigende Erfolge bei der künstlichen Ernährung, ja wichtiger als die Anwendung von Milch von nur mit guten und trocknen Futtermitteln ernährten Kühen. Zwar nimmt die Milch von Kühen, die mit unreinen und wasserreichen Futtermitteln (wie Schlempe, Trebern, Küchenabfällen, viel Rüben etc.) gefüttert werden, leicht eine fehlerhafte Beschaffenheit an, aber weniger dadurch, dass die unmittelbar das Euter verlassende Milch schädliche Bestandtheile enthält, als vielmehr dadurch, dass die Milch schädliche Keime aus der alsdann stark verunreinigten Stallluft aufnimmt. Denn es ist eine bekannte Thatsache, dass Kälber, welche an der Mutter saugen, bei weitem nicht den Krankheiten (Diarrhöen etc.) ausgesetzt sind, an welchen Kälber leiden, die mit der ermolkenen und mit Luft in Berührung gekommener Milch getränkt werden.

Um die Kuhmilch besser bekömmlich und einen schwachen Säuregrad unschädlich zu machen, kann man derselben beim Kochen (oder Sterilisiren) neben einem Körnchen Kochsalz einen Esslöffel voll Kalkwasser oder etwas (eine Messerspitze voll) gebrannte Magnesia für 1 l zusetzen.

Vielfach wird es für zweckmässig gehalten, die Milch von einer einzigen Kuh, die zu gleicher Zeit mit der Geburt des Kindes gekalbt hat, zu verwenden; diese Ansicht ist aber nicht richtig. Die Zusammenziehung der Milch einer einzelnen Kuh ist je nach Witterung, Futter und verschiedenen Umständen grossen Schwankungen unterworfen; letztere aber verwischen sich bei Mischmilch von mehreren Kühen. Es ist daher richtiger, die Milch von mehreren Kühen zu verwenden. Dass die Kühe gesund sein müssen, ist eine selbstverständliche Forderung¹⁾.

Letzteres gilt auch besonders bei Ernährung mit Ammenmilch. Hier ist ferner zu berücksichtigen, dass die Amme reichlich aber nicht übermässig ernährt wird. Die Ammen sind meistens nur an minderwerthige Kost gewöhnt, und wenn

¹⁾ Ob die Rindertuberkulose durch Milch bezw. überhaupt auf den Menschen übertragbar ist, wird weiter unten unter „Kuhmilch“ auseinandergesetzt werden.

sie dann mit einem Male eine bessere und überreichliche Nahrung erhalten, so nimmt die Milch derselben nicht selten eine ganz unregelmässige Zusammensetzung, besonders einen zu hohen Fettgehalt an, so dass die Kinder nicht gedeihen und das Gegentheil von dem erreicht wird, was erreicht werden soll (vergl. unter Frauenmilch weiter unten).

2. Ernährung der Kinder von der Mitte des 2. Jahres bis zum Ende der Entwicklung.

Im Alter von 1—15 Jahren befinden sich die Kinder im grössten Wachstum und müssen sie gerade in diesen Jahren eine sehr reichliche und richtig zusammengesetzte Nahrung erhalten.

Die Proteinstoffe dürfen im Verhältniss zu den Kohlenhydraten weder zu reichlich noch zu kärglich bemessen sein; im ersteren Falle findet ein erhöhter Proteinumsatz statt, der kein Protein zum Ansatz gelangen lässt, im letzteren Falle kann wegen Mangels an Protein kein Ansatz oder Wachstum erfolgen.

Ueber das nöthige Kostmaass für Kinder und das nöthige Verhältniss der Nährstoffe zu einander sind verschiedene Ermittlungen angestellt.

W. Camerer¹⁾ verfolgte den Stoffwechsel an seinen eigenen 5 Kindern zunächst im Alter von 2—11 Jahren. Dieselben genossen eine aus Milch, Brot, Reissuppe, Braten und Eiern bestehende Nahrung, deren einzelne Bestandtheile sich procentig wie folgt vertheilten:

Kind	Alter, Jahre	Körpergewicht kg	Nahrung		Bestandtheile der Nahrung:						Verhältniss der thierischen zu den pflanzlichen Nahrungsmitteln = 1:
			Gesamt g	Trocken- substanz g	Milch %	Brot %	Reis- suppe %	Braten %	Eier %	Getränke Wasser + Wein %	
1. Mädchen	2	10,8	1185	197	54,7	4,1	18,9	4,7	6,2	9,7	0,35
2. Mädchen	4	13,3	1203	197	55,3	4,9	21,8	4,0	5,1	8,1	0,41
3. Knabe	6	18,0	1510	311	31,6	15,2	19,9	7,5	4,1	20,3	0,81
4. Mädchen	9	22,7	1660	328	32,9	12,4	29,5	5,8	3,7	14,3	0,99
5. Mädchen	11	23,4	1698	397	31,9	18,2	24,6	5,6	3,6	14,6	1,04

Diese Untersuchungen hat W. Camerer dann noch längere Zeit und bis zum Alter von 24 Jahren fortgesetzt. Auch bei diesen Versuchen bestand die Nahrung aus Fleisch, Milch, Eiern, Brot- und Mehlspeisen, sowie Reis; die Menge des thierischen Proteins im Verhältniss zum pflanzlichen Protein wurde mit den Jahren in der Nahrung geringer und ging von 82 % auf 55 % herunter.

Die Ergebnisse erhellen aus folgender Uebersichtstabelle:

¹⁾ Vergl. über Litteratur S. 374, Anm. 2.

Alter	Körpergewicht	Gesamt-Nahrung	In der Nahrung				Auf 1 kg Körpergewicht			Kalorien rohe		Unausgenutzt im Koth ausgeschieden		
			Wasser	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Protein	Fett	Kohlenhydrate	auf 1 qm Körperoberfläche	1 Körperkilo	Trockensubstanz	Stickstoff	Fett
Jahre	kg	g	g	g	g	g	g	g	Kal.	Kal.	%	%	%	
Mädchen:														
2-3	12	1175	950	44	38	115	3,7	3,2	9,6	1460	80	5	12	6
4-6	16	1400	1120	48	30	180	3,0	1,9	11,2	1450	70	6	14	8
8-10	22	1638	1315	60	30	220	2,7	1,4	10,0	1390	60	5	12	10
11-14	32	1723	1322	68	44	270	2,1	1,4	8,8	1330	51	4	11	10
15-18	41	1612	1273	60	35	219	1,5	0,9	5,3	930	33	4	10	9
21-24	44	1990	1586	67	71	242	1,5	1,6	5,5	1150	40	4	13	6
Knabe:														
5-6	18	1517	1200	64	46	197	3,6	2,8	10,9	1680	77	8	18	—
7-10	24	1699	1333	67	32	251	2,8	1,3	10,5	1440	61	6	15	9
11-14	34	1909	1510	86	34	292	2,5	1,0	7,7	1250	47	5	10	14
15-16	53	2314	1810	102	73	287	1,9	1,4	5,4	1220	40	4	9	8
17-18	59	2378	1850	100	83	302	1,7	1,4	5,1	1200	38	4	8	5

Die gasförmigen, flüssigen wie festen Auswürfe fielen bzw. stiegen in der Zeit wie folgt:

Kinder:	In 24 Stunden für das Körpergewicht:					In 24 Stunden für je 1 Körperkilo:	
	Harnmenge	Harnstoff	Harnstickstoff	Koth im ganzen	Kothstickstoff	Kohlensäure	Wasserdampf
Mädchen	680-1130 g	12,0-17,8 g	6,3-9,4 g	67-91 g	1,0-1,3 g	26,7-14,9 g	28,7-14,8 g
Knabe	740-1060 "	14,6-26,5 "	7,6-14,1 "	134-73 "	2,1-1,3 "	27,3-14,4 "	31,0-18,5 "

Hieraus erhellt, dass die Grösse des Stoffwechsels mit dem Aelterwerden stetig abnimmt und eine beständige Höhe annimmt, wenn bei den Mädchen das Körpergewicht 40-45 kg, bei den Knaben 50-60 kg erreicht hatte. Auch ist nach diesen Versuchen der Stoffwechsel bei den Knaben etwas grösser als bei den Mädchen. Bei Eintritt der Menstruation und Pubertät treten mehr oder weniger Abweichungen auf.

Ganz ähnliche Werthe wurden von anderen Versuchsanstellern gefunden, wie folgende Uebersichtstabelle zeigt:

Geschlecht	Alter Jahre	Körpergewicht kg	Gesamtnahrung g	In der Nahrung:				Für 1 Körperkilo:			Kalorien (rohe) für 1 Körperkilo Kal.	Versuchsansteller
				Wasser g	Protein g	Fett g	Kohlenhydrate g	Protein g	Fett g	Kohlenhydrate g		
?	1 J. 6 M.	10,0	1180	950	36,0	27,0	150	3,6	2,7	15,0	102	J. Forster.
Mädchen	2 J. 3 M.	11,4	1154	490	44,6	32,3	178	3,9	2,8	15,6	107	Sophie Hasse ¹⁾
	2 " 6 "	15,7	1551	1293	56,4	46,1	134	3,6	2,9	8,5	88	
	3 " 6 "	17,3	1370	1065	50,6	37,5	205	2,9	2,2	11,8	80	
	4 " 6 "	16,8	1612	1296	64,6	58,6	172	3,8	3,5	10,2	91	
	8 " 9 "	31,2	1624	1224	81,7	86,1	219	2,6	2,7	7,0	66	
10 " 7 "	39,7	1752	1270	87,7	108,7	256	2,2	2,7	6,4	61		
Knaben	2 J. 6 M.	12,2	—	—	50,2	36,6	108	4,1	3,0	8,8	83	Uffelmann ¹⁾
	4 " 3 "	15,2	—	—	55,7	44,7	136	3,7	2,9	8,9	80	
	10 " 6 "	25,0	—	—	64,6	46,0	206	2,5	1,8	8,2	62	
	14 " 9 "	42,6	—	—	83,4	51,0	301	1,9	1,2	7,1	48	
? (Waisen)	6—15	—	—	—	79,0	37,0	250	—	—	—	—	C. Voit ²⁾
Desgl. Mädchen	6—17	—	—	—	74,0	18,0	424	—	—	—	—	Th. Riedel ¹⁾
Gemischt	8—15	—	1878	—	87,4	49,5	508,2	—	—	—	—	W. Schröder ²⁾
?	8—10	—	—	—	69,0	21,0	210	—	—	—	—	Hirschwald ¹⁾
?	bis 15	—	—	—	75,0	20,0	250	—	—	—	—	Simler ¹⁾

Diese Zahlen weichen zwar zum Theil nicht unerheblich von einander ab, indess ist hierbei zu berücksichtigen, dass gerade beim Kinde je nach der Lebhaftigkeit desselben der Stoffwechsel grossen Schwankungen unterliegt; eine gute Uebereinstimmung zeigen die Zahlen für den Bedarf an Protein; Fett und Kohlenhydrate schwanken schon deshalb mehr, weil sie sich bis zu gewissen Grenzen physiologisch vertreten können. Es dürfte aber nicht richtig sein, für die Kinder von 1½ Jahren bis zur vollendeten Hauptentwicklung ein einziges Kostmaass zu Grunde zu legen, weil nach den vorstehenden Untersuchungen von Camerer, Hasse und Uffelmann übereinstimmend für die Körpergewichtseinheit (1 kg) sich wesentlich verschiedene Mengen für den Bedarf an Nährstoffen ergeben haben. Nach diesen Erhebungen kann man den Bedarf für 1 Körperkilo und 24 Stunden etwa wie folgt veranschlagen:

Alter Jahre	Rohnährstoffe:			Rein-(verdau-liche) ¹⁾ Nährstoffe			Kalorien für 1 Körperkilo		Verhältniss der Roh-Kalorien in Form von			Nährstoffverhältniss Nh : Nfr. wie 1 :
	Protein g	Fett g	Kohlenhydrate g	Protein g	Fett g	Kohlenhydrate g	rohe Kal.	reine Kal.	Protein :	Fett :	Kohlenhydrate	
1½—6	3,5	3,0	10,0	3,2	2,8	9,7	85	80	100	165	237	5,0
6—12	2,5	2,0	9,0	2,2	1,8	8,6	67	62	100	150	297	5,6
12—18	1,8	1,4	6,0	1,5	1,3	5,7	46	42	100	150	276	5,3

¹⁾ Anm. 1—4 vergl. S. 386

Um weiter zu zeigen, wie die Kost für Kinder vom 6.—12. Jahre im Gewicht von 20—25 kg eingerichtet werden kann, mögen hier nachstehende Kostvorschriften bezw. Gaben aufgeführt werden, nämlich 1. und 2. Kostmaass aus dem Waisenhaus in München, No. 3—5 von mir berechnet:

	1. Kostmaass (Sonntag):		2. Kostmaass (Freitag):
Frühstück	{ 257 g Milch 42 „ Semmel (1 Stck.)	Frühstück	{ 275 g Milch 52 „ Brot (1 Semmel)
Mittag	{ Kräutersuppe (52,6 g Kräuter, 17,5 g Mehl, 11,0 g Schmalz, 4,4 g Zwiebeln) Ochsenfleisch (170 g mit Knochen) Kartoffelgemüse (201,7 g Kartoffeln, 13,1 g Mehl, 8,7 g Schmalz, 4,3 g Zwiebeln) Brot (1 Hausbrot 81 g)	Mittag	{ Erbsensuppe (39,4 g Erbsen, 24,1 g Mehl, 8,7 g Schmalz) Rohr- oder Dampfnudeln (87,6 g Mehl, 145,6 g Milch, 26,3 g Schmalz, 43,8 g Zwetschen) Kompott 1 Hausbrot (81 g)
Nachmittag	1 Hausbrot (81 g)	Nachmittag	1 Hausbrot (81 g)
Abends	{ 1 Hausbrot (81 g) Bier (¼ l ?) Kartoffelschnitzel (282,9 g Kartoffeln, 13,1 g Schmalz)	Abends	{ 1 Hausbrot (81 g) Kartoffelsuppe (141,4 g Kartoffeln, 8,7 g Schmalz, 22,1 g Semmel) Bier (¼ l).
	3. Kostmaass.		4. Kostmaass.
	100 g rohes Fleisch, 25 „ Käse, 300 „ Brot, 180 „ Kartoffeln, 20 „ Fett (Butter und Schmalz) 250 „ Milch, 100 „ Mehl (zu Suppen), 180 „ Gemüse.		100 g Eier (2 Stck.), 100 „ Erbsen oder Bohnen, 250 „ Brot, 180 „ Kartoffeln, 22 „ Fett (Butter und Schmalz) 100 „ Mehl (zu Suppen), 180 „ Gemüse, 150 „ Milch, 150 „ Bier.
			5. Kostmaass.
			170 g rohes Fleisch, 300 „ Brot, 180 „ Kartoffeln, 15 „ Fett (Butter und Schmalz) 250 „ (¼ l) Milch, 100 „ Mehl (zu Suppen) 180 „ Gemüse (aller Art).

Baginsky und Dronke⁵⁾ haben eingehende Untersuchungen über die Ernährung kranker Kinder der vorgeschritteneren Altersstufen angestellt und gefunden, dass die Mengen Nährstoffe bezw. der Stoffwechsel der Kinder im allgemeinen mit den vorstehenden Ergebnissen übereinstimmen. (Vergl. auch weiter unten unter Ernährung der Kranken.)

3. Ernährung der Erwachsenen.

Die Ernährung des Erwachsenen richtet sich nicht nur nach dem Körpergewicht desselben, sondern auch nach Grösse und Art der Arbeit, ganz abgesehen davon, dass auch die persönliche Anlage und Gewohnheit, besonders was die Wahl zwischen fett- und kohlenhydratreichen Nahrungsmitteln anbelangt, eine grosse Rolle spielt. Letzteren Einfluss hat J. Ranke⁶⁾ durch einen besonders deutlichen Versuch an sich selbst klargelegt; er erzielte z. B. für sein Körpergewicht (72 kg) durch folgende Nahrung Stoffgleichgewicht:

¹⁾ Ann. 1—4 zu S. 385. Vergl. W. Camerer: Der Stoffwechsel des Kindes. Tübingen 1894, 46—66.

²⁾ C. Voit: Untersuchung der Kost in einigen öffentlichen Anstalten. München 1877, 125.

³⁾ Archiv f. Hygiene 1886, 4, 39.

⁴⁾ Vergl. S. 251 u. 373; für die erste Entwicklungszeit von 1½—6 Jahren mit reichlicher Milchnahrung können die höheren Ansetzungs-Koeffizienten für gemischte Kost zu Grunde gelegt werden.

⁵⁾ Archiv f. Kinderheilkunde 1893, 16, 388.

⁶⁾ Joh. Ranke: Die Ernährung des Menschen 1876, 195 u. 230.

Kostmaass:	Nahrung:							In der Nahrung:			Stickstoff	Kohlenstoff
	Wasser g	Fleisch g	Brot g	Stärke g	Eier- eiweiss g	Fett g	Salz g	Protein g	Fett g	Kohlen- hydrate g		
No. 1	2100	250	400	70	70	100	10	100	100	240	15,9	228,7
" 2	2000	500	200	125	—	80	10	126	84,5	213	19,6	218,4

Hier ist also einmal durch 100 g Protein und mehr Fett und Kohlenhydrate im anderen Falle durch 126 g Protein und weniger Fett und Kohlenhydrate Stoffgleichgewicht erzielt worden. Berechnet man nach S. 373 die Roh- und Reinkalorien für die Kost mit mittlerem und hohem Gehalt an Fleisch, so erhält man:

	Roh-Kalorien	Rein-Kalorien
1. Kostmaass	2373,4	2208,5
2. "	2249,9	2129,0.

Die Gesamtmenge an Rein-Kalorien ist daher trotz des sehr verschiedenen Gehalts an den 3 Nährstoffen in beiden Fällen nahezu gleich. Man wird daher bei Bemessung des Kostmaasses für Erwachsene neben dem Gehalt an Nährstoffen auch die Kalorien-Roh- und Reinwerthe berücksichtigen müssen, um ein Urtheil über die Richtigkeit der Nahrungsmenge zu erhalten; es ist aber, wie schon S. 371 auseinandergesetzt, nicht richtig, die Kalorienwerthe einer Nahrung als alleinigen Maassstab der Beurtheilung anzusehen.

Als weiterer wichtiger Umstand ist, nachdem S. 366 u. ff. auseinandergesetzt ist, dass eine gemischte Nahrung am zweckmässigsten ist, die Vorfrage zu berücksichtigen, wieviel Fleisch in der Nahrung eines Erwachsenen enthalten sein soll? Nach den Erhebungen von v. Pettenkofer, C. Voit, J. Forster u. A. schwankt der Gehalt der täglichen Nahrung eines Erwachsenen an Fleisch mit Knochen zwischen 92 bis 500 g je nach der Arbeitsleistung, und weil das eingekaufte Fleisch nach mehreren Erhebungen in 100 Thln. zu enthalten pflegt:

15 % Knochen, 10 % Fettgewebe und 75 % Fleisch (mit durchwachsenem Fett),

so fordert C. Voit für die regelrechte tägliche Kost eines Erwachsenen 230 g Fleisch mit Knochen, welches also enthält:

34,5 g Knochen, 23 g Fettgewebe und 172,5 g durchwachsenes Fleisch.

Einer weiteren Berücksichtigung bedarf die Art und Höhe der Arbeitsleistung unter sonst gleichen Verhältnissen (gleiches Körpergewicht etc.) vergl. S. 250 und S. 359.

Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse möge zunächst eine Uebersicht über bis jetzt ermittelte Kostaätze von Erwachsenen gegeben werden:

Stand und Beschäftigung:	Protein g	Fett g	Kohlen- hydrate g	Kalorien (Roh-) Kal.	Nährstoff- Ver- hältniss Nh : Nfr. wie 1 :
Deutschland:					
Mann bei mittlerer Arbeit nach Moleschott	130	40	550	3200	5,0
Desgl. nach Wolff	125	35	540	3090	5,1
Arbeiter bei mässiger Arbeit	118	56	500	3091	5,4
Desgl. „ starker „	137	173	352	3678	5,7
Gut bezahlte Handwerker	151	54	479	3148	4,1
Arbeiter bei mässiger Arbeit	117	68	345	2578	4,4
Schreiner (40 Jahre)	131	68	494	3242	5,1
Dienstmann (36 Jahre)	133	95	422	3214	4,8
Junger Arzt, München	127	89	362	2890	4,6
„ „ „	134	102	292	2764	4,1
Rechtsanwalt, „	80	125	222	2437	6,7
Zimmerleute, Böttcher, Schlosser in Bayern { Mittel von } 11 Personen	122	34	570	3206	5,4
Universitätsprofessor in München	100	100	240	2373	4,9
Bayerische Waldarbeiter	135	208	876	6091	10,3
Brauknechte bei schwerster Arbeit	190	73	599	3993	4,1
Bauernknecht nach J. Ranke	143	108	788	4848	7,4
Brauknechte (Mittel von 5 Personen)	149	61	755	4407	6,1
Deutsche Arbeiter (Mittel von 11 Familien) nach Meinert	72	49	451	2608	7,9
Bergleute bei schwerer Arbeit, Preussen, nach Steinheil	133	113	634	4240	6,8
Weberfamilien in Königr. Sachsen, nach v. Rechenberg	65	49	485	2710	9,3
Arbeitsanstalt in Dresden nach Raape { früher } jetzt	128 124	21 51	580 510	3134 3113	4,9 5,1
Zwei Arbeiterfamilien in Frankfurt a. M. nach O. Rade- mann	68	49	419	2424	7,9
Arbeiter	98	69	490	3075	6,8
Arzt (76 kg schwer)	112	92	340	2757	5,1
Aermere Frau	67	61	344	2267	7,4
Wohlhabende Frau	89	84	262	2259	5,3
Desgl.	81	74	220	1960	5,0
Ausland:					
Italienischer Ziegelarbeiter ¹⁾ in München nach J. Ranke	167	117	675	4605	5,8
Französischer Arbeiter	138	80	502	3419	5,1
Englischer „	140	34	435	2733	3,7
Nordischer „	198	109	710	4811	4,9
Gut ernährter Schneider in England	131	39	525	3096	4,7
Schwer arbeitender Weber, desgl.	151	43	622	3618	4,8
„ „ Grobschmied, desgl.	176	71	667	4179	4,8
Näherinnen in London	54	29	292	1699	6,7
Studenten in Japan	83	14	622	3019	7,9
Ladendiener „	55	6	394	1898	7,4

¹⁾ Vorwiegend von Maismehl und Käse sich ernährend.

Stand und Beschäftigung:	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien (Roh-)	Nährstoff-Verhältnis Nh : Nfr. wie 1 :
	g	g	g	Kal.	
Kleine Leute in Neapel nach L. Manfredi	70	32	369	2312	6,4
Schwedische Arbeiter { bei mittlerer Arbeit. . . nach Hultgren	134	79	485	3322	5,1
„ „ schwerer „ . . . u. Landergren	189	101	673	4545	4,9
Siebenbürgische Feldarbeiter ¹⁾ nach W. Ohlmüller	182	93	968	5217	6,6
Fabrikarbeiter in { Männer in Kostanstalten	132	80	584	3708	5,9
Centralrussland ²⁾ { Frauen u. Knaben (Artele)	98	51	487	2896	6,3
nach Fr. Erismann Familienkost	106	49	488	2920	5,8
Ländliche Bevölkerung im Moskauer { Männer	129	33	589	3236	5,9
Bezirk nach Sarin { Frauen	102	28	471	2637	5,3
Fischer auf der Wolga nach { Frauen	219	43	463	2909	2,6
Schmidt ³⁾ { Männer	319	57	486	4369	2,1

C. Voit und M. Rubner⁴⁾ berechneten nach dem Gesamtverbrauch an Nährstoffen unter Berücksichtigung der Mischungsverhältnisse der Bevölkerung den Verzehr für den Tag und den Kopf (Erwachsenen) der Bevölkerung⁵⁾ wie folgt:

Stadt:	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien	Nährstoff-Verhältnis Nh : Nfr. wie 1 :
	g	g	g	Kal.	
Mittlere nach M. Rubner	88	56	312	2314	5,4
Königsberg	84	31	414	2350	5,8
München	96	65	492	3026	6,9
Paris	98	64	465	2929	6,3
London	98	60	416	2696	5,8

Die umfangreichsten Erhebungen über die Kost erwachsener Personen in Amerika hat W. O. Atwater⁶⁾ in Gemeinschaft mit mehreren Mitarbeitern (No. 1—14 S. 390) angestellt, indem er nicht nur die Menge der eingekauften, sondern auch die der wirklich verzehrten Nährstoffe ermittelte und den ausgenutzten Antheil derselben abschätzte. A. E. True⁷⁾ und Mitarbeiter (No. 15—21 S. 396) sind unter Leitung von

¹⁾ Dieselben verzehrten im Durchschnitt für den Tag nur 1303 g Mais und 154 g Fischen (Saubohnen) neben 35 g Salz, als Getränk nahmen sie nur Wasser zu sich.

²⁾ Archiv f. Hygiene 1889, 9, 23. Die Kost der männlichen Fabrikarbeiter schwankte im Gehalte an Protein zwischen 122—148 g, Fett 55—97 g, Kohlenhydrate 564—641 g. An ausnutzbaren Nährstoffen berechnet Fr. Erismann für den Kopf und Tag:

	Protein	Fett	Kohlenhydrate
Artele der Männer	98,6 g	75,7 g	525,5 g
„ „ Frauen und Knaben	70,3 „	48,8 „	438,0 „
Familienkost	79,7 „	46,7 „	439,6 „

³⁾ Vergl. Smolenski: Hygien. Rundschau 1897, 7, 1173. Von dem Protein stammten 50,1 bzw. 64,5% aus Fischfleisch, welches die Arbeiter 3-mal im Tage neben Brot und Thee verzehrten.

⁴⁾ M. Rubner in Handbuch der Ernährungstherapie und Diätetik von E. v. Leyden 1897, Bd. I, 1. Abth., 154.

⁵⁾ Vergl. auch Th. Weyl: Der Stoffwechsel Berlins. Berlin 1894.

⁶⁾ Storrs Agric. Exper. Station, Storrs Conn. Ann. Report 1891—1896; letzte Uebersichtstabelle 1896, 9, 152.

⁷⁾ Nutrition investigations of the University of Illinois. Washington 1900.

Atwater in ähnlicher Weise vorgegangen. Diese Erhebungen mögen daher im Mittel einer Anzahl von Einzeluntersuchungen hier besonders aufgeführt werden.

Stand und Beschäftigung:	Eingekaufte Nährstoffe			Verzehrte Nährstoffe			Ausgenutzte Nährstoffe			Kalorien		
	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Protein	Fett	Kohlenhydrate	eingekauft	verzehrt	ausgenutzt
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	Kal.	Kal.	Kal.
1. Neun Farmer-Familien . . .	101	128	476	97	121	465	88	117	453	3560	3435	3305
2. Neun Handwerker-Familien .	113	153	420	106	142	406	97	137	395	3605	3420	3295
3. Neun Chemiker-Familien . .	110	136	442	107	129	437	99	124	426	3530	3430	3305
4. Fünf Studenten	127	181	402	106	146	363	98	141	354	3880	3305	3170
5. Eine schwedische März . .	123	116	486	118	112	479	109	107	469	3565	3490	3365
Familie { Novbr.	137	129	651	133	123	636	123	119	622	4440	4300	4160
6. Familie in Hartford	87	76	510	87	75	509	77	72	498	3155	3140	3025
7. Beamtenfamilie in Hartford .	109	102	434	108	100	432	99	96	422	3175	3145	3030
8. Kosthaus in Middletown, gut bezahlte Arbeiter	126	188	426	103	152	402	—	—	—	4010	3490	—
9. Privat-Speischaus	96	133	343	92	119	339	86	116	330	3035	2875	2785
10. Ziegelarbeiter	180	365	1150	—	—	—	—	—	—	8850	—	—
11. Grobschmiede in strengster Massachusetts Arbeit	200	304	365	—	—	—	—	—	—	6905	—	—
12. Arbeiter im Adirondacks-Gebirge	—	—	—	200	216	367	190	209	358	—	4335	4190
13. Fussballspieler in der Uebung	181	292	557	—	—	—	—	—	—	5740	—	—
14. Sandow, Athlet	244	151	502	—	—	—	—	—	—	4462	—	—
15. } Lehrfamilie { Illinois	124	158	487	101	113	441	—	—	—	3975	3275	—
16. } Lehrfamilie { Indiana	111	110	349	106	102	340	—	—	—	2910	2780	—
17. } Beamtenfamilie { Konnektikut	110	136	442	107	129	437	—	—	—	3530	3430	—
18. } bei wenig Arbeit { Pennsylvania	98	155	396	91	145	380	—	—	—	3465	3280	—
19. Fünf Mechaniker-Familien bei mässiger Arbeit	114	170	436	105	154	407	—	—	—	3826	3524	—
20. } Studenten- { Weibliche (Mittel von 4)	101	139	414	—	—	—	—	—	—	3405	—	—
21. } Klubs ¹⁾ { Männliche (Mittel von 16)	105	147	465	—	—	—	—	—	—	3705	—	—

Vorstehende ermittelte Kostaätze liessen sich noch um verschiedene vermehren. Indess genügen die aufgeführten Zahlen, um zu zeigen, wie ausserordentlich verschieden sich die Kost der Erwachsenen bei freier Wahl der Nahrung gestaltet, sowohl was die Menge als auch das Verhältniss der einzelnen Nährstoffe zu einander anbelangt.

Bekanntlich hat, wie schon erwähnt, C. Voit seiner Zeit auf Grund seiner und anderer Erhebungen in der täglichen Kost von erwachsenen Arbeitern von rund 70 kg Körpergewicht folgende Nährstoffe verlangt:

¹⁾ Die Kost in den Klubs bestand zu rund $\frac{2}{3}$ aus thierischen und zu $\frac{1}{3}$ aus pflanzlichen Nahrungsmitteln.

Bei mässiger Arbeit:			Bei angestrenzter Arbeit:		
Protein	Fett	Kohlenhydrate	Protein	Fett	Kohlenhydrate
118 g	56 g	500 g	145 g	100 g	450 g

Diese Kostaätze sind von den verschiedensten Seiten als zu hoch und unrichtig bezeichnet, besonders was den Proteingehalt anbelangt. So fanden schon E. Pflüger, K. Boland und L. Bleibtreu¹⁾ den nach dem ausgeschiedenen Harnstickstoff berechneten Proteinumsatz im allgemeinen für den Erwachsenen bei mässiger Arbeit niedriger, z. B.:

	in ganzen	für 1 kg Körpergewicht
Erster Fall	92,715 g Protein	1,326 g Protein
Zweiter "	81,700 " "	1,249 " "
Dritter "	96,467 " "	1,464 " "

F. Hirschfeld²⁾ behauptet sogar, dass ein gesunder Mann sich mit 40 g Protein ins Stickstoffgleichgewicht setzen und damit auskommen kann, wenn die sonstigen Nährstoffe entsprechend höher sind (Fett 160—180 g, Kohlenhydrate 380—400 g), so dass die zugeführten Kalorien = 45,2 für 1 kg Körpergewicht betragen.

Auch Klemperer³⁾, Breisacher und O. Peschel⁴⁾ gelangten zu dem Ergebniss, dass man, wenn auch nur vorübergehend, mit 33—40 g d. h. einer Proteinmenge auskommen kann, welche $\frac{1}{3}$ der obigen Durchschnittsmenge von 118 g Protein für den Tag entspricht.

Kumagawa⁵⁾ konnte sich für 9 Tage durch japanische Pflanzenkost mit 37,8 g ausnutzbarem Protein ins Stickstoffgleichgewicht setzen, wobei er 2478 Kalorien verbrauchte, von denen 93,7% aus Kohlenhydraten stammten; Nakahama⁶⁾ fand in der Kost von 13 sächsischen Arbeitern, von durchschnittlich 62 kg Körpergewicht, für schwere Arbeit 68 g umgesetztes Protein und 17 g Kothprotein, also im ganzen 85 g Nahrungsprotein, während C. v. Rechenberg⁷⁾ in der Nahrung der erwachsenen Mitglieder von sächsischen Handweberfamilien (vergl. Tabelle S. 388) im Mittel für den Tag fand:

	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien
Roh-Nährstoffe	65 g	49 g	485 g	2728
Ausnutzbare Nährstoffe ⁸⁾	47 "	45 "	451 "	2455

Ähnliche Zahlen erhielt L. Manfredi⁹⁾ im Durchschnitt für die Kost der kleinen Leute (8 Personen) in Neapel, nämlich:

Eingeführte Nährstoffe	70,27 g	31,9 g	568,9 g	2143
Ausgenutzte	56,68 "	28,0 "	308,0 "	1791

¹⁾ Pflüger's Archiv f. Physiol. 16, 165; 38, 1.

²⁾ Ebendort 1889, 44, 428.

³⁾ Zeitschr. f. klin. Medizin 1889, 16, 571.

⁴⁾ O. Peschel: Dissertation. Berlin 1890.

⁵⁾ Archiv f. pathol. Anat. u. Physiol. 1889, 116, 370.

⁶⁾ Archiv f. Hygiene 1888, 8, 78.

⁷⁾ C. v. Rechenberg: Die Ernährung der sächsischen Handweber. Leipzig 1890.

⁸⁾ C. v. Rechenberg nimmt die mittlere Ausnutzbarkeit wie folgt an:

	Protein	Fett	Kohlenhydrate
Für eine fleischarme Kost	72%	91%	93%
" " gemischte "	83 "	90 "	93 "
L. Manfredi fand im Mittel für gemischte Kost	81,97%	87,60%	95,90%

⁹⁾ Archiv f. Hygiene 1893, 17, 552.

J. Munk¹⁾ ist der Ansicht, dass man den Proteïnbedarf eines Erwachsenen von 70 kg Körpergewicht bei mässiger Arbeit für hiesige Verhältnisse auf 100 g für den Tag festsetzen kann, während Demuth²⁾ 90 g Nahrungs- oder 75 g verdauliches Proteïn bezw. 1,3 g des ersteren und 1,1 g des letzteren für 1 kg Körpergewicht als Mindestmenge zulassen will, es aber für wünschenswerth hält, für gewöhnlich bei Bestimmung eines gemeinsamen Kostmaasses für eine grössere Zahl von Personen über diese Menge hinauszugehen.

Auch die vor- wie nachstehende Uebersichtstabelle (Arbeiter-Ernährung S. 400) weist verschiedene Kostaätze für Erwachsene in allen Ländern auf, welche weniger als 100 g Proteïn für den Tag enthalten.

A. Ritter³⁾ aber zeigte in zwei Versuchen, dass es nicht möglich war, einen Mann von 65 kg Körpergewicht mit 34,9 g Proteïn, einen anderen von 86,4 kg Körpergewicht mit 55,1 g Proteïn ins Stickstoffgleichgewicht zu versetzen, auch wenn die Gesamtnahrung über dasjenige Maass erhöht wurde, welches für die beiden Personen zum Ausgleich des Wärmeverlustes durch die Haut nothwendig war.

O. Kellner und Mori⁴⁾ untersuchten die Kost der ärmeren, vorwiegend von Reis sich ernährenden Bevölkerung Japans mit folgendem Ergebniss für den Tag:

Nahrung:	Protein				Bilanz g
	in der Nahrung g	im Koth g	un- ausgenutzt g	umgesetzt, bezw. nach dem Harn- stickstoff berechn. g	
1. Reine Pflanzenkost	70,87	17,25	53,62	61,50	- 7,88
2. Gemischt zur Hälfte mit Fischen	109,25	13,81	95,44	89,81	+ 5,63
3. Gemischt mit Fleisch und Milch	122,93	7,43	115,50	116,43	- 0,93

Hier ist bei vorwiegender Pflanzenkost der Gehalt an Proteïnstoffen gering; dasselbe hat aber schon C. Voit gefunden, nämlich in der Kost eines Vegetariers 54,2 g, für die der Trappisten 68,0 g Proteïn für den Tag.

Playfair, der nach S. 388 recht hohe Kostaätze ermittelte, fand in der pflanzlichen Kost eines Indiers nur 57 g, in der eines Arbeiters in Dorsetshire nur 83 g Proteïn für den Tag.

Bei richtiger Auswahl der pflanzlichen Nahrungsmittel lässt sich aber auch hiermit ein proteïnreicheres Kostmaass erzielen; so fand de Giaxa⁵⁾ in der Kost von Bauern im venezianischen Gebiet, die sich vorwiegend von Mais und Bohnen mit einem Zusatz von Fett ernähren, folgende Nährstoffmengen:

	Protein	Fett	Kohlenhydrate
Eingenommen	117,6 g	64,4 g	619,6 g
Ausgenutzt	87,6 „	64,4 „ (?)	501,4 „

Hamilton C. Bowie fand den täglichen Proteïnverbrauch bei 8 erwachsenen Männern vor ihrem Eintritt in das Heer wie folgt:

¹⁾ Virchow's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1893, 132, 91.

²⁾ Münchener medic. Wochenschr. 1895, 39, 742, 762 u. 782.

³⁾ Ebendort 1894, 31 u. 32.

⁴⁾ Zeitschr. f. Biologie 1888, 35, 108

⁵⁾ Annali dell' Inst. d'igiene di Roma 1892, II.

Person	1	2	3	4	5	6	7	8
Gewicht	63 kg	64 kg	92 kg	60 kg	72 kg	64 kg	74 kg	112 kg
Stickstoff im Harn	11,9 g	14,7 g	16,1 g	12,9 g	15,1 g	16,7 g	16,5 g	20,6 g
Proteinverbrauch	92,0 "	110,0 "	119,0 "	97,0 "	112,0 "	122,0 "	121,0 "	147,0 "

Vergl. auch die Kost italienischer, siebenbürgischer und russischer Arbeiter in der Uebersichtstabelle S. 388 u. 389. Diese und andere Nahrungsmengen nähern sich schon mehr oder weniger den Voit'schen Forderungen.

Andere Erhebungen weisen aber noch grössere Mengen auf.

Raape¹⁾ berechnet den Nährstoffgehalt der Kost in der Arbeitsanstalt in Dresden früher vor 1889 und nach März 1889 mit einer neuen Kostordnung wie folgt:

	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Preis
Vor 1889	128,2 g	20,6 g	580,0 g	28,2 Pfg.
Seit März 1889	124,4 "	51,1 "	510,0 "	34,6 "

Die früheren Kostsätze litten an Fettarmuth und zu grosser Massenhaftigkeit der Speisen. Durch Erhöhung des Fettes und Verringerung des Volumens (595 g Brot statt 698 g für den Tag) in der neuen Kostordnung wurde nicht nur die Leistungsfähigkeit, sondern auch der Gesundheits- und Kräftezustand der Mannschaften gehoben.

Auch E. O. Hultgren und E. Landergren²⁾ fanden in der Nahrung von 12 schwedischen Arbeitern, die bei mittlerem Alter und Körpergewicht eine gemischte Nahrung nach freier Wahl zu sich nahmen, noch höhere Sätze, nämlich auf das mittlere Körpergewicht von 70 kg umgerechnet:

	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Alkohol	Wärmeeinheiten ³⁾ mit ohne Alkohol Alkohol	
1. Für den mittleren schwedischen Arbeiter	134,4 g	79,4 g	485,0 g	22,0 g	3466	3322
2. Für den angestregten Arbeiter	188,6 "	101,1 "	673,1 "	24,2 "	4832	4545

W. O. Atwater (l. c.), der die Kost verschiedener Berufsstände in Amerika besonders reich an Fett und Kohlenhydraten fand, fordert in der täglichen Normalnahrung noch grössere Mengen Nährstoffe, als von Hultgren und Landergren gefunden sind, nämlich:

Nahrung eines Mannes:	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien	Nährstoff-Verhältniss Nh: Nfr. wie 1:
Bei geringer körperlicher Arbeit	125 g	125 g	450 g	3520 Kal.	5,9
Bei mittlerer körperlicher Arbeit	150 "	150 "	500 "	4060 "	5,5
Bei angestregter körperlicher Arbeit	175 "	250 "	650 "	5705 "	6,9
Bei übermässig angestregter körperl. Arbeit	200 "	350 "	800 "	7355 "	7,9

¹⁾ Gesundenkost-Ordnung für die städtische Arbeiteranstalt in Dresden von Dr. Raape, 1891.

²⁾ Hultgren und Landergren: Untersuchung über die Ernährung schwedischer Arbeiter. Stockholm 1891.

³⁾ Diese Zahlen sind von mir selbst berechnet.

Hultgren und Landergren berechnen etwas abweichende Wärmeeinheiten, weil sie als Verbrennungswärmen die von M. Rubner ermittelten Werthe angenommen haben (nach Abzug des Verlustes im Harn und Koth):

Protein	Fett	Kohlenhydrate	Alkohol
4,100	9,300	4,100	7,000 Kal.

F. Stohmann giebt (l. c.) hiervon abweichende Zahlen an; die Verbrennungswärme für Kohlenhydrate schwankt nach Stohmann zwischen 3,700—4,100 rund, weshalb ich das ungefähre Mittel 4,000 angenommen habe.

Solchen Gaben gegenüber (vergl. auch andere Angaben in der Uebersichtstabelle) müssen die Voit'schen Kostaätze für einen Erwachsenen bei mittlerer und angestrenzter Arbeit noch als mässig bezeichnet werden.

Wenn man daher von örtlichen und persönlichen Abweichungen absieht, dürfte man im allgemeinen den täglichen Bedarf eines Erwachsenen von mittlerem Körpergewicht (70 kg) bei gemischter Kost für deutsche Verhältnisse wie folgt veranschlagen können:

Beschäftigung:	In der täglichen Nahrung								Nährstoffverhältnisse Nh : Nfr. wie 1 :
	Roh-Nährstoffe			Ausnutzbare Nährstoffe			Kalorien		
	Protein g	Fett g	Kohlenhydrate g	Protein g	Fett g	Kohlenhydrate g	rohe Kal.	reine Kal.	
Ruhe und ganz mässige Arbeit	100	50	400	85,0	46,0	380,0	2548	2358	5,3
Mittlere Arbeit	120	60	500	102,0	55,2	475,0	3141	2735	5,4
Schwere Arbeit	140	100	450	119,0	92,0	427,5	3407	3041	5,0
Oder für 1 Körperkilo:									Verhältniss der Kalorien in Form von
Ruhe und ganz mässige Arbeit	1,4	0,7	5,7	1,2	0,6	5,4	36,1	33,0	100 : 96 : 337
Mittlere Arbeit	1,7	0,9	7,0	1,5	0,8	6,7	44,6	41,5	100 : 102 : 340
Schwere Arbeit	2,0	1,4	6,5	1,7	1,3	6,2	48,7	45,1	100 : 135 : 270

Bei vorübergehend angestrenzter Arbeit kann der Bedarf noch wesentlich höher werden und scheint mit der Höhe der Arbeit wesentlich der Gehalt an Protein und Fett zuzunehmen, dagegen der an Kohlenhydraten und damit der Rauminhalt, der vorwiegend von kohlenhydratreichen Nahrungsmitteln bedingt wird, abzunehmen. Dieses Verhältniss macht sich auch besonders in der Kost der bemittelten und weniger bemittelten Volksklasse bei freier Wahl der Nahrung geltend.

So fand J. Forster¹⁾ in der Nahrung zweier Arbeiter und Aerzte in München:

Beruf:	Bestandtheile			Nährstoffgehalt				Protein in Form von		Nährstoff- Ver- hältniss 1 :
	Fleisch g	Brot g	Bier g	Protein g	Fett g	Kohlenhydrate g	Wasser g	Fleisch %	Brot %	
1. Junger Arzt	385	150	1625	131	95	332	2975	64,9	11,2	4,3
2. Arbeiter	161	412	1500	132	81	458	2916	26,9	30,6	5,0

Aehnliche Beziehungen fand Chr. Jürgensen²⁾ in der Kost eines Kopenhagener Arztes und dessen Frau (Vorsteherin eines Mädcheninstitutes); auch diese Kost war erheblich fettreicher und kohlenhydratärmer als die gewöhnlicher Arbeiter; sie enthielt für den Tag:

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1873, 9, 381.

²⁾ Ebendort 1886, 22, 489.

	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Nährstoffverhältniss 1:
1. Arzt, 37 Jahre alt, 71½ kg schwer	135 g	140 g	249 g	4,4
2. Dessen Frau, 35 Jahre alt, 58 kg schwer	95 „	107 „	220 „	5,1

Im allgemeinen kann man daher wie in diesem Falle annehmen, dass in der Kost der bemittelten Klasse die thierischen Nahrungsmittel gegenüber den pflanzlichen und ferner die Genussmittel (Bier, Wein etc.) vorwiegen, dass sie ausserdem bei gleichem Proteingehalt in Folge schmackhafterer und besserer Zubereitung mehr Fett im Verhältniss zu den Kohlenhydraten enthält.

Weiter erhellt aus vorstehenden Erhebungen, dass das Nährstoffbedürfniss bezw. das Kostmaass einer weiblichen Person etwa ¾ bis ⅘ von dem eines männlichen Erwachsenen ausmacht.

Wenn wir nach diesen allgemeinen Bemerkungen noch auf die Ernährungsweise einiger Volksklassen im besonderen eingehen, so bedarf zunächst

a) die Ernährung der Soldaten einer besonderen Erwähnung; denn wenn ihnen als dem gesunderen und kräftigeren Theile eines Volkes die Vertheidigung des Vaterlandes und die Beschützung von Hab und Gut eines jeden Staatsbürgers anvertraut ist, dann kann es auch nur im allgemeinen Interesse liegen, ihnen eine gute und ausreichende Kost besonders im Felde zu theil werden zu lassen. Friedrich der Grosse sagt mit Recht: „Wenn man eine Armee aufbauen will, so muss man mit dem Bauch anfangen, denn dieser ist das Fundament davon.“

Der Bericht der Königl. Bayer. Special-Kommission fordert in der Nahrung des Soldaten für den Tag:

	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien	Nährstoffverhältniss 1:
1. In der Garnison	120 g	56 g	500 g	3100	5,3
2. Im Manöver	135 „	80 „	500 „	3396	5,2
3. Im Kriege	145 „	100 „	500 „	3630	5,1

Nach den angestellten Erhebungen wurde dagegen in der Kost eines Soldaten gefunden:

Für den Soldaten im Frieden:						Für den Soldaten im Felde:					
Ermittelt von	Protein g	Fett g	Kohlenhydrate g	Kalorien	Nährstoffverhältniss 1:	Ermittelt von	Protein g	Fett g	Kohlenhydrate g	Kalorien	Nährstoffverhältniss 1:
C. Voit	117	26	547	2995	5,2	Hildesheim . . .	146	44	504	3133	4,2
Artmann	100	70	420	2814	5,9	Artmann	124	100	420	3285	5,4
Hildesheim	117	35	447	2678	4,6	Playfair	143	71	566	3616	5,2
Playfair	119	51	530	3170	5,5						
Studemund	113	54	552	3256	5,2						
Mittel	115	47	500	2983	5,3	Mittel	138	72	497	3325	4,9

C. A. Meinert¹⁾ hat aus den verschiedenen Verpflegungs-Vorschriften der Armeen den mittleren Nährstoffgehalt in der täglichen Kost berechnet und z. B. gefunden:

¹⁾ C. A. Meinert: Armee- u. Volks-Ernährung. Berlin 1880, 1, 286.

Armee und Dienst:	Protein g	Fett g	Kohlen- hydrate g	Preis Pfg.	In der täglichen Kost:	
					Fleisch (Rohgewicht) g	Brot g
I. Deutsche Reichsarmee:						
a) Gewöhnliche Friedensportion	107	22 ⁵⁾	489	33,4	150	750
b) Grosse Friedensportion	135	27	533	45,4	250	750
c) Gewöhnliche Mundportion im Felde:						
α) bei Fleisch und Brot	133	35	471	63,1	375	750
β) bei Speck und Brot	78	146	471	43,1	170 (Speck)	750
γ) bei Fleisch und Zwieback	150	35	471	71,1	375	500 Zwieb.
δ) bei Speck und Zwieback	97	146	471	51,1	170 (Speck)	500 Zwieb.
d) Aussergewöhnliche Portion	192	45	678	85,0	500	1000 Brot
II. Oesterreichisch-Ungarische Armee:						
a) Im Frieden	100	51	474	40,0	187	900
b) Im Kriege:						
α) bei Fleischgabe	146	47	645	?	280	900
β) bei Speckgabe	109	135	645	?	170 (Speck)	714 Mehl 100 Bisquits
III. Französische Armee:						
a) Im Frieden	130	29	542	43,0	300	1000
b) Im Kriege:						
α) bei Brot	139	31	574	48,0	312	1000
β) bei Zwieback	168	31	574	52,0	312	750 Zwieb.
c) Marine	136	44	478	46,0	330	750 Zwieb.
IV. Italienische Armee:						
a) Im Kriege	113	38	613	48,0	200	918
b) Im Frieden	127	45	613	57,0	300	918
V. Englische Armee:						
a) Landarmee im Frieden	108	48	452	60,0	340	680
b) Marine:						
α) bei frischer Fleischkost	141	417	—	—	—	—
β) bei Salzfleischkost	165	535	—	—	—	—

In diesen Kostrationen fehlt es, wie wir sehen, einerseits besonders an Fett, andererseits muss daran ausgesetzt werden, dass der Gehalt an Nährstoffen für die einzelnen Tage zu grossen Schwankungen unterworfen ist.

F. H. Buchholtz²⁾ verlangt:

	Protein	Fett	Kohlenhydrate
Für die Friedensportion einen Mindest-Kostsatz von	100 g	50 g	500 g
In der nachstehenden Brot- und Frühstückportion S. 397 sind enthalten	40 "	13 "	350 "
Bleiben also für die Mittagkost zu decken	60 "	37 "	150 "
Die vorschriftsmässigen Kostsätze ergeben aber nur:			
1. 150 g Rindfleisch + 90 g Reis	32 "	7 "	70 "
2. 150 g " + 120 g Graupen etc.	34 "	9 "	91 "
3. 150 g " + 230 g Erbsen	77 "	11 "	118 "
4. 150 g " + 1500 g Kartoffeln	51 "	9 "	275 "

¹⁾ In Wirklichkeit ergaben sich in der Kost der Menagen 38—39 g Fett.

²⁾ F. H. Buchholtz: Rathgeber für den Menagebetrieb der Truppen. Berlin 1882, 129.

In diesen Kostsätzen fehlt es daher neben Proteinstoffen vorwiegend wiederum an Fett; der Soldat ist daher gezwungen, dieses durch eigenen Ankauf von Butter, Schmalz, Wurst, Speck etc. durch Bestreitung aus der Löhnung oder eigenen Mitteln zu beschaffen. Die deutsche Verpflegungsbehörde ist aber auch selbst beständig bemüht, die Kost der Soldaten zu verbessern und hat neuerdings auch ein warmes Abendgericht eingeführt.

Zwar spielt die Geldfrage hierbei eine wichtige Rolle, indess haben C. A. Meinert (l. c.) und F. H. Buchholtz (l. c.) in ausführlichster Weise gezeigt, dass sich auch durch zweckmässiger Zusammensetzung der Kost erheblich Besseres leisten lässt, ohne dass die Kosten erhöht werden. Auf diese Werke möge daher besonders verwiesen werden.

Eine besondere Aufmerksamkeit erfordert die Verpflegung der Soldaten im Manöver und im Kriege, weil alsdann eine besonders gute Kost von nöthen ist und der Soldat alsdann durchweg keine Gelegenheit hat, die Nahrung durch eigenen Zukauf zu ergänzen. Aber auch hierauf pflegt von der Heeresverwaltung Rücksicht genommen zu werden.

Nach den Vorschriften für die Verpflegung der deutschen Armeen im Frieden wie im Kriege soll jeder Soldat für den Tag erhalten:

Garnisonkost:	Manöverkost:	Kriegskost:
750 g Brot (+ 25 g Salz),	750 g Brot (+ 25 g Salz),	750 g Brot (oder 500 g Zwieback + 25 g Salz),
150 g Fleisch (Rohgewicht),	250 g Fleisch (Rohgewicht),	375 g frisches oder gesalzenes Fleisch (bezw. 250 g geräuchertes Fleisch oder 170 g Speck),
dazu:	dazu:	dazu:
90 g Reis, oder	120 g Reis, oder	125 g Reis, Graupen bezw. Grütze, oder
120 g Graupen, Hafer-, Buchweizen-, Gerstenmehl, oder	150 g Graupen (bezw. Grütze), oder	250 g Hülsenfrüchte, oder
230 g Hülsenfrüchte (Erbsen, Linsen bezw. Bohnen), oder	300 g Hülsenfrüchte, oder	1500 g Kartoffeln,
1500 g Kartoffeln,	2000 g Kartoffeln,	ferner:
ferner:	ferner:	25 g gebrannte Kaffeebohnen.
3 Pfg. für Beschaffung eines Frühstückes.	15 g gebrannte Kaffeebohnen.	

Davon enthält die Grundlage von Brot + Fleisch +:

	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Protein	Fett	Kohlenhydrate
1. Reis . . .	89 g	20 g	435 g	110 g	30 g	454 g	130 g	40 g	459 g
oder									
2. Graupen									
oder Mehl	95 "	22 "	454 "	116 "	32 "	476 "	150 "	42 "	544 "
oder									
3. Kartoffeln	113 "	20 "	664 "	140 "	30 "	764 "	150 "	40 "	664 "
Oder wenn an Stelle von Brot und Fleisch verabreicht wird: Brot + Speck + Hülsenfrüchte:									
4.	116 g	61 g	486 g	135 g	85 g	523 g	131 g	138 g	496 g

Die grosse Menge Brot übertrifft sogar die der Gefangenen um 200 g; ausserdem sind die ersten 3 Tagessätze arm an Fett; auch schwanken dieselben in ihrem Gehalt an Nährstoffen nicht unwesentlich. Indess lässt sich das, um Wechsel in der Ernährung zu schaffen, kaum vermeiden und können die Kostsätze im Durchschnitt

als ausreichend angesehen werden. Dass dieses der Fall ist, geht auch daraus hervor, dass die Rekruten allgemein, auch wenn sie nicht in der Lage sind, etwas zu kaufen zu können, an Körpergewicht zuzunehmen pflegen.

Im letzten deutsch-französischen Kriege wurde nach dem siegreichen Einrücken der Truppen in Frankreich täglich für den deutschen Soldaten gefordert: 750 g Brot, 500 g Fleisch, 250 g Speck, 1 l Bier (oder $\frac{1}{2}$ l Wein), dazu 30 g Kaffee und 60 g Tabak; darin sind enthalten:

171 g Protein 230 g Fett 430 g Kohlenhydrate.

Das ist gewiss eine sehr reichliche Nahrungsgabe, welche für die angestrengteste Thätigkeit tauglich macht.

Unzweifelhaft dürfte es für die Ernährung im Felde sich empfehlen, eher eine zu reichliche als zu kärgliche Nahrung zu verabreichen, zumal in diesem Falle der Geldpunkt mehr in den Hintergrund tritt. Leider aber ist eine regelrechte Verpflegung der einzelnen Soldaten nicht immer möglich.

Für Fälle der Noth soll daher der Soldat eine wenig Raum einnehmende, für längere Zeit (3 Tage) ausreichende, unverderbliche Nahrung, den sogen. eisernen Bestand mit sich führen.

Derselbe soll recht vielseitigen Bedingungen genügen, nämlich:

1. Soll derselbe eine volle Nahrung bieten, d. h. alle erforderlichen Nährstoffe enthalten.
2. Möglichst wenig Gewicht und Umfang besitzen und leicht zu befördern sein.
3. Muss sich derselbe auf längere Zeit halten und leicht zu einer Speise zubereiten lassen, falls er nicht direkt geniessbar oder zusagend ist.
4. Muss derselbe schmackhaft sein oder eine schmackhafte Speise liefern, aber wiederum nicht so schmackhaft, dass ihn die Mannschaften vorher aufzehren.

Unter Berücksichtigung aller dieser Bedingungen ist, zumal wenn der Preis ein thunlichst niedriger sein muss, die Auswahl für den eisernen Bestand keine sehr grosse. Zunächst sind alle stark wasserhaltigen Nahrungsmittel ausgeschlossen, weil sie leicht verderben, andererseits das Wasser zu sehr das Gewicht und Volumen erhöht. Wenn daher J. Ranke als eiserne Portion 750 g Brot und 300 g geräuchertes Schweinefleisch für den Tag (mit 126 g Protein, 112 g Fett und 345 g Kohlenhydraten) empfiehlt, so ist zu bedenken, dass Brot mit 35–40 % Wasser sich aus den verschiedensten Gründen für diesen Zweck schlecht eignet.

In erster Linie muss daher auf Dauerwaaren Rücksicht genommen werden, welche im getrockneten, gepressten bezw. gebackenen Zustande (als Zwieback) nur 10–12 % Wasser enthalten. Da nach S. 395 der Soldat für den Tag 145 g Protein + 100 g Fett + 500 g Kohlenhydrate, also im ganzen rund 750 g Nährstoffe erhalten soll, so wird sich unter Hinzurechnung von Wasser und Salzen etc. unter 700–800 g Gewicht eine eiserne Portion nicht herstellen lassen, wenn sie vollauf diesem Kostmaass entsprechen soll; das würde für 3 Tage ein Gewicht von 2–2 $\frac{1}{2}$ kg ausmachen. Da der französische und englische Soldat für 4 Tage Lebensmittel im Gewicht von etwa 3 kg bei sich zu tragen pflegt, der russische Soldat für 3 Tage solche im Gewicht von sogar 3 $\frac{1}{2}$ kg, so dürfte diese Gewichtsmenge als zulässig erscheinen.

Eine weitere hauptsächliche Bedingung an die eiserne Portion aber ist die, dass sie, aus thierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln bestehend, die Nährstoffe in einem solchen Verhältniss enthält, wie es einer guten und zweckmässigen Nahrung entspricht. Gerade das Vorhandensein von thierischen Nahrungsmitteln darin ist aus bereits mehrfach geltend gemachten Gründen nicht ausser Acht zu lassen, denn sie befähigen den Körper vorwiegend zu starken und andauernden Kraftanstrengungen.

In dieser Hinsicht würden sich in erster Linie geräucherte Fleischwaaren mit Zwieback aus Getreidemehl empfehlen. Weil aber erstere leicht von den Mannschaften zu früh verzehrt werden dürften, so ist es zweckmässig, die thierischen Nahrungsmittel den pflanzlichen gleich so beizumischen und sie so zuzubereiten, dass beide Bestandtheile in Form von Kuchen oder Zwieback ein Ganzes bilden, so dass diese nur in Wasser aufgeweicht oder mit demselben gekocht zu werden brauchen, um eine schmackhafte Speise zu liefern.

Solcher Weise dargestellter Fleischzwieback ergab z. B. folgende procentige Zusammensetzung:

Wasser	Stickstoff-Substanz	Fett	Kohlenhydrate	Rohfaser	Asche
10,02 %	17,37 %	8,97 %	59,61 %	0,78 %	3,25 %

In einem Gewicht von 750 g solchen Fleischzwiebacks sind also enthalten:

130 g Protein 67 g Fett 447 g Kohlenhydrate

also nicht viel weniger als für eine Nahrung bei angestrenzter Arbeit erforderlich ist. Auch Hülsenfruchtmehle unter Zusatz von Fleischextrakt und Fett eignen sich sehr für diesen Zweck. Durch Zusatz von Gewürzen werden sich derartige Dauerwaaren hinreichend schmackhaft machen lassen und dadurch, dass man verschiedene Mehle (Getreide- und Leguminosenmehl etc.) verwendet, kann sogar Wechsel in der Kost erzielt werden.

Auch ist es gelungen wie aus Fleisch so auch aus Milch bzw. Käse, Eiern durch Anreicherung der Nährstoffe d. h. durch Entfernung des Wassers ähnliche Dauerwaaren herzustellen, die im Wechsel mit diesen Fleischdauerwaaren dem genannten Zwecke dienen können.

Ganser¹⁾ schlägt z. B. folgendes Gemisch zur Darstellung des „eisernen Bestandes“ vor: 153,3 g (3 Stück) Eier, 55 g trocknes Fleischpulver, 50 g Käse, 208 g Brotpulver, 128 g Weizenmehl, 128 g Rindschmalz, 77 g Speck; dieses Gemenge lieferte im gebackenen Zustande eine Dauerwaare von 630 g Gewicht mit:

120 g Protein, 227 g Fett und 250 g Kohlenhydraten.

Dass derartige Dauerwaaren auch für die Versorgung von Schiffen und Festungen von grösstem Belang sind, braucht kaum hervorgehoben zu werden.

b) Ernährung der Arbeiter.

Von nicht minder grosser Wichtigkeit wie die Ernährung der Soldaten ist die der arbeitenden Klasse, denn es kann keinem Zweifel unterliegen, dass das träge Wesen, die Schwerfälligkeit der Bewegungen und die geringe Leistungsfähigkeit unserer Arbeiter durchweg mit der schlechten und unzureichenden Ernährung derselben zusammenhängt.

Die vorstehende Uebersichtstabelle S. 388 enthält schon einige Beispiele, wie mangelhaft die Kost mancher Arbeiter-Familien zusammengesetzt ist. Nachstehende

¹⁾ Archiv f. Hygiene 1885, 3, 500.

Tabelle möge dieses aber noch durch einige weitere Beispiele deutlicher veranschaulichen:

Art der Arbeiter	Menge der verzehrten Nahrungsmittel g	In der Nahrung für den Erwachsenen ¹⁾				Kalorien Kal.	Nährstoffverhältniss Nh : Nfr. wie 1 :	Preis Pfg.	Besondere Bemerkungen	Versuchsansteller	
		Protein (Gesamt-) g	Verdauliches Protein ²⁾ g	Fett g	Kohlenhydrate g						
Arme Arbeiter											
Schlesiens	—	79,6	—	16,0	552,0	2723	7,9	—	Kartoffelkost	C. A. Meinert ³⁾	
Armer Arbeiter . . .	—	86,0	—	13,0	610,0	2977	7,4	—	desgl.		
Arbeiter Berlins, welche sich durch die Volksküche ernähren . .	—	—	68,0	37,0	290,0	1833	5,6	—	Meist pflanzliche Kost		
Ländliche Arbeiter bei Leipzig	1394	80,4	62,4	36,7	504,0	2746	7,4	30,4	desgl.		
Apothekergehülfe in Leipzig	1129	71,1	59,0	69,1	351,4	2392	7,4	46,9	Gemischte Kost		
Buchdruckereimädchen daselbst	1202	65,0	54,3	39,3	503,0	2691	9,2	43,0	desgl.		
Cigarrenarbeiterin daselbst	839	52,1	41,9	52,9	301,4	1948	8,3	34,2	Fast rein pflanzliche Kost		
Strohflechterin daselbst	1504	72,2	56,4	55,7	440,0	2626	8,0	39,6	desgl.		
Näherin und Buchbinderin daselbst .	846	55,5	47,4	51,4	229,2	1663	6,4	35,6	Wenig Fleisch		
Arbeiterin in einer Luxuspapierfabrik .	1062	61,2	49,0	40,8	347,3	2064	7,3	36,3	Gemischte Kost		
Maler in Leipzig . .	1199	86,7	73,3	68,6	366,2	2521	6,2	47,9	desgl.		
Tischler daselbst . .	1281	76,5	60,5	57,2	465,8	2366	8,0	45,9	desgl.		
Arbeiter-Familie in Luckau	2063	83,0	—	17,0	573,0	2941	7,4	—	Vorwiegend Brot und Kartoffeln, 63 g Fleisch		Böhm.
Arbeiter in Leipzig .	—	56,0	—	37,0	290,0	1775	6,8	—	—		Flügge.
30-jährige Arbeitsfrau (60,8 kg)	1910	76,0	—	23,0	334,0	1917	5,2	—	348 g Brot, 60 g Fleisch	Forster.	

Weitere Untersuchungen von O. Rademann ⁴⁾, C. v. Rechenberg ⁵⁾ bestätigen vorstehende Ergebnisse; auch in anderen Ländern hat man in der Nahrung der

¹⁾ Dabei sind in den Fällen, wo auch Kinder mit ernährt wurden, 2 Kinder gleich einer erwachsenen Person gerechnet.

²⁾ Diese Menge kann nur als annähernde gelten, geschätzt nach den bis jetzt vorliegenden Versuchen (vergl. S. 251).

³⁾ C. A. Meinert: Arme- und Volksernährung. Berlin 1880, II. Thl., 171—260.

⁴⁾ O. Rademann: „Wie nährt sich der Arbeiter?“ Frankfurt 1890.

⁵⁾ C. v. Rechenberg: Die Ernährung der Handwerker in der Amtshauptmannschaft Zittau Leipzig 1890.

Arbeiter vielfach wenig Nährstoffe, besonders an Protein und Fett gefunden (vergl. Haupttabelle S. 388). Durchweg sind es die übermässig grossen Mengen Brot und Kartoffeln, welche die Kost armer Arbeiterfamilien ungünstig gestalten.

Mag man nun auch mit verschiedenen Forschern annehmen, dass sich ein Körper mitunter mit geringeren als den obigen Mindest-Kostsätzen ins Stoffgleichgewicht zu versetzen und leistungsfähig zu erhalten vermag, so sind doch vorstehende Nährstoffmengen gewiss nicht ausreichend, einen mittleren Arbeiter oder eine mittlere Arbeiterin im allgemeinen und auf die Dauer in erforderlicher Weise leistungsfähig zu erhalten oder zu grösseren Kraftleistungen zu befähigen. Es fragt sich daher, ob sich nicht auch für die Arbeiter bessere Kostsätze beschaffen lassen, ohne dass dafür mehr Mittel in Anspruch genommen zu werden brauchen. Ich habe bereits im Anhang des ersten Theiles auseinandergesetzt, wie sich in vielen thierischen Nahrungsmitteln (Magermich, Magerkäse, Stockfisch, Häring, Schellfisch und auch in manchen Protein-Nahrungsmitteln etc.) die Nährstoffe recht billig und zum Theil nicht viel höher herausstellen als in manchen pflanzlichen Nahrungsmitteln, dass daher die Möglichkeit vorliegt, durch zweckmässige Auswahl selbst armen Arbeiterfamilien thierische bzw. gehaltreichere Nahrungsmittel zuzuführen.

In noch klarerer und praktischerer Weise haben dieses u. A. C. A. Meinert¹⁾, Fr. Kalle²⁾ und L. Moraht³⁾ dargethan. Meinert nimmt z. B. 3 Arbeiter-Haushaltungen an, bestehend aus Mann, Frau und 2 Kindern im Alter von 10 bis 12 Jahren, die zusammen im Jahr verdienen:

A	B	C
800 Mark	1100 Mark	1500 Mark.

Bei einer Jahreseinnahme von 800—1100 Mk. pflegen ungefähr 60 % des Einkommens (vergl. auch Bd. I, Anhang) zur Beschaffung der Nahrung verwendet zu werden; bei einer Jahreseinnahme von 1500 Mk. etwa 50 %.

Es stehen daher diesen Haushaltungen für die Nahrung ungefähr zur Verfügung:

	A	B	C
1. Für das Jahr	480 Mk.	630 Mk.	800 Mk.
2. Für den Tag	132 Pfg.	172 Pfg.	220 Pfg.
3. Für den Tag und Kopf	44 "	57 "	73 "

Eine Familie von Mann, Frau und 2 Kindern von 10—12 Jahren kann man, was das Nährstoffbedürfniss anbelangt, gleich 3 erwachsenen Männern setzen; unter der Annahme, dass diese folgende Nährstoffmengen für den Tag und Kopf erhalten:

	A	B	C
Protein	100 g	100 g	120 g
Fett	50 "	50 "	70 "
Kohlenhydrate	500 "	500 "	400 "

berechnet Meinert Nahrungssätze für 14 Tage und zeigt, wie sich bei obigen verfügbaren Mitteln dieser Anforderung genügen lässt. Der Wichtigkeit halber lasse ich einige Kostsätze für die Familien A und B hier folgen:

¹⁾ C. A. Meinert: „Wie nährt man sich gut und billig?“ Berlin, E. Mittler & Sohn 1882.

²⁾ Fritz Kalle: „Wie nährt man sich gut und billig?“ Leipzig 1891 und Ueber Volksernährung. Wiesbaden 1891.

³⁾ L. Moraht: Volksernährung in Grossstädten. Hamburg 1893.

Kostsätze für Mann, Frau und 2 Kinder von 10—12 Jahren, für die Person 100 g Protein, 50 g Fett und 500 g Kohlenhydrate.

Mahlzeit	Familie A.: Jahreseinnahme 800 M.; täglich im Ganzen zu verausgaben 132 Pfg.						Familie B.: Jahreseinnahme 1100 M.; täglich im Ganzen zu verausgaben 172 Pfg.								
	Nahrungsmittel	Gewicht g	Preis für 1 kg Pfg.	Preis der ver- brauchten Menge Pfg.	Gehalt			Nahrungsmittel	Gewicht g	Preis für 1 kg Pfg.	Preis der ver- brauchten Menge Pfg.	Gehalt			
					Protein g	Fett g	Kohlen- hydrate g					Protein g	Fett g	Kohlen- hydrate g	
Frühstück, Vesper und Abendbrot ¹⁾	Brot	1800	24	43	108	19,8	900	Weissbrot (4 Stck. à 3 Pfg.)	290	—	12	14,5	2	148	
	Kaffee	20	240	5	0,5	1,2	3	Roggenbrot	1500	24	36	90	9	750	
	Gebraunt-Roggen oder Gerste	30	66	2	3,5	—	20	Kaffee und ge- braunte Gerste	50	—	7	4	1	23	
	Fett	65	130	8,5	—	63	—	Schmalz	90	170	15	—	85	—	
	Magermilch ²⁾ (zu Suppen etc.)	1500	8	12	45	7	60	Magermilch 1 l ²⁾	1000	8	8	30,5	5	40	
	Salz	75	20	1,5	—	—	—	Bier 1 l ²⁾	1000	12	12	5	—	80	
								Salz	75	20	1,5	—	—	—	—
								Grünes	—	—	0,5	—	—	—	—
	Hierin zusammen	—	—	72	157	91	983	—	—	—	92	144	102	1041	
	Also f. d. Kopf und Tag	—	—	24	52	80	238	—	—	—	30,7	48	34	347	
Es sind daher für die Mittag- und Abendkost noch f. d. Kopf zu liefern	—	—	20	48	20	172	—	—	—	26,3	52	16	153		

Diese werden durch folgende Mittag- (und Abend-) Gaben gedeckt:

1. Tag	Mittag: 360 g Rindfleisch, 100 g Brühreis, 2000 g Kartoffeln, 30 g Schweinefett (als Rindfleisch mit Reis und Kartoffeln). Abend: 200 g Magerkäse.	Mittag: 500 g Rindfleisch, 100 g Fett, 3000 g Kartoffeln, Essig und Oel (als geschmortes Rind- fleisch mit Kartoffelsalat). Abend: Magermilch zu Suppe.
2. Tag	Mittag: 3000 g Kartoffeln, 2000 g Butter- milch, 100 g Speck (als Kartoffeln mit Buttermilch und Speck). Abend: Fällt aus.	Mittag: 1000 g Sauerkraut, 300 g Erbsen, 200 g Blutwurst (als Blutwurst mit Sauerkraut und Erbsen). Abend: 1500 g Buttermilch zu Suppe.
3. Tag	Mittag: 3 Stck. = 260 g Hering, 3000 g Kartoffeln, 500 g Magermilch, 30 g Mehl, 50 g Zwiebeln (als Hering und Kartoffeln). Abend: 1500 g Magermilch.	Mittag: 250 g Stockfisch, 60 g Senf, 50 g Mehl, 30 g Zucker, Essig, 2500 g Kartoffeln (als Stockfisch mit Senfsauce und Kartoffeln). Abend: Fällt aus.

¹⁾ d. h. an den Abenden, an denen nicht besondere Speisen angesetzt sind.

²⁾ Es ist angenommen, dass in 14 Tagen im Ganzen 21 l bzw. 14 l Magermilch bzw. 14 l Bier verbraucht werden, also im Durchschnitt für den Tag obige Mengen.

Familie A. Jahreseinnahme 800 M.:

4. Tag { Mittag: 500 g Erbsen, 80 g Speck (als Erbsen mit Speck).
Abend: 1500 g Kartoffeln, 300 g Quarg (Stippmilch).

Familie B. Jahreseinnahme 1100 M.:

Mittag: 500 g Leber und Lunge, 50 g Schmalz, 156 g Weissbrot, 40 g Mehl, 50 g Zwiebeln, 60 g Grünes und Pfeffer, 2000 g Kartoffeln (als Leberknödel mit Kartoffeln).
Abend: Fällt aus.

Fr. Kalle (l. c.) hat in derselben Weise einen 14-tägigen Speisezettel für eine aus Mann, Frau und 2 Kindern von 8—12 Jahren (also zusammen = 3 erwachsenen Personen) bestehende Familie, berechnet und gefunden, dass sich für täglich 1,71 M. eine Nahrung beschaffen lässt, die im Mittel 105,5 g Protein, 76 g Fett und 500 g Kohlenhydrate für den Kopf und Tag enthält.

Als tägliche Grundnahrung für 1. und 2. Frühstück, sowie Vesper (Brot für den ganzen Tag) dienen für die ganze Familie:

1800 g Brot (Roggen- und Weizenbrot), 1 l Magermilch, 60 g Schmalz, 15 g gebrannter Kaffee, 30 g gebrannte Gerste, 75 g Salz.

Dazu für Mittag- und Abendessen z. B.:

1. Tag { Mittag: 350 g Solberfleisch, 750 g Erbsen, 500 g Kartoffeln, Zwiebeln (als Solberfleisch mit Erbsen).
Abend: 1500 g Kartoffeln, 30 g Mehl, 40 g Fett, Zwiebeln (als Kartoffelsuppe).

2. Tag { Mittag: 750 g Schellfisch, 2500 g Kartoffeln, 70 g Fett, 40 g Mehl (als Schellfisch mit Kartoffeln).
Abend: 3 l Magermilch und 80 g Zucker zur Suppe.

3. Tag { Mittag: 200 g Griesmehl, 50 g Fett, 3000 g Kartoffeln, 400 g Mehl, 200 g Fett (Griesmehlsuppe und Kartoffelpannkuchen).
Abend: 500 g Leberwurst.

4. Tag { Mittag: 1000 g Rindslunge, 2000 g Kartoffeln, 60 g Fett, 40 g Mehl, 50 g Semmel, Zwiebeln (als Lungenmas mit Kartoffeln).
Abend: 250 g Graupen, 40 g Fett (+ Brühe von Rindslunge) als Graupensuppe.

5. Tag { Mittag: 350 g Kalbsleber, 2000 g Kartoffeln, 80 g Fett, 40 g Mehl (als gebackene Kalbsleber mit Kartoffeln).
Abend: 200 g Haring, 2000 g Kartoffeln, 1/2 l Magermilch, 30 g Mehl, 30 g Fett, Zwiebeln (als Häringskartoffeln).

etc.

Auch L. Moraht (l. c.) findet, dass sich für 50—60 Pfge. für den Tag und Kopf eine Nahrung beschaffen lässt, welche genügend Nährstoffe enthält und auch genug Wechsel bietet; er rechnet für 1 Erwachsenen:

Grundnahrung für Frühstück, Vesper und Brot (für den ganzen Tag):

600 g Brot (Roggen-, Weizenbrot), 100 cem Milch, 20 g Schmalz, 15 g Kaffee, 5 g Cichorien.

Dazu z. B.:

1. Tag { Mittag: 150 g Schweinefleisch, 500 g Rothkohl, 500 g Kartoffeln (als Schweinefleisch mit Rothkohl und Kartoffeln).
Abend: 125 g Magerkäse.

2. Tag { Mittag: 300 g Schellfisch (oder Dorsch), 1000 g Kartoffeln, 70 g Fett, 10 g Mehl (als Fisch mit Kartoffeln).
Abend: 750 g Kartoffeln, 15 g Mehl, 10 g Butter (als Kartoffelsuppe).

3. Tag { Mittag: 150 g Schweinefleisch, 100 g Linsen, 750 g Kartoffeln (als Schweinefleisch mit Linsen und Kartoffeln).
Abend: 1/2 l Bier, 50 g Syrup, 50 g Brot (als Biersuppe).

4. Tag	Mittag: 200 g Rindfleisch, 100 g Reis, 750 g Kartoffeln, 10 g Talg (als Rindfleisch mit Reis und Kartoffeln).
	Abend: 200 g Brot, 20 g Mehl, 20 g Syrup (als Brotsuppe).
5. Tag	Mittag: 200 g Mehl, 100 g Weisbrot, 200 g Vollmilch, 100 g Backobst, 30 g Schmalz (als Klösse mit Backobst).
	Abend: $\frac{1}{2}$ l Magermilch.

etc.

Diese und noch neun andere von Moraht berechneten Kossätze lieferten 1893 für durchschnittlich 56,5 Pfg.¹⁾ täglich im Mittel an Nährstoffen:

45,9 g thierisches Protein, 66,7 g pflanzliches Protein, 67,7 g Fett, 532,4 g Kohlenhydraten, also eine für den mittleren Erwachsenen und eine mittelmässige Arbeit völlig genügende Nahrung.

Man sieht daher, dass man durch zweckmässige Auswahl der Nahrungsmittel selbst mit sehr geringen Mitteln eine Arbeiterkost erzielen kann, welche allen Anforderungen einer sachgemäss zusammengesetzten Nahrung entspricht, die bei einem ausreichenden Verhältniss von thierischen zu pflanzlichen Nahrungsmitteln und bei einem hinreichenden Gehalt an Nährstoffen sogar Wechsel genug bietet, um auch einer verwöhnten Zunge gerecht zu werden. Es verlohnt sich daher wohl der Mühe, dieser wichtigen Frage etwas Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Leider aber herrschen über den Nährwerth der einzelnen Nahrungsmittel und ihre Bedeutung für die Ernährung noch grosse Unkenntniss und sehr unrichtige Anschauungen. Man pflegt den Gehalt und Nährwerth eines Nahrungsmittels durchweg noch nach seinem Gewicht und Rauminhalt abzuschätzen; man ist vielfach der Ansicht, dass man, wenn man einen grossen Haufen Gemüse oder Kartoffeln etc. vor sich hat, damit auch eine grosse Menge Nährstoffe zu sich führt. Hier belehrend und aufklärend zu wirken, ist die Pflicht eines jeden wahren Menschenfreundes, dem es vom Schicksal vergönnt ist, sich Kenntnisse über die Lebensvorgänge zu verschaffen. Wir lehren in den Schulen, wie sich die Pflanze und das Thier ernähren, aber daran, was der Mensch zu seinem Lebensunterhalt nothwendig hat und wie er sich ernähren soll, wird noch wenig gedacht.

Gewandte Volkeredner sind bemüht, das Volk durch hoch klingende Phrasen über politische und religiöse Fragen aufzuklären, ohne dass sie etwas anderes erreichen und bezwecken als die Gemüther aufzuregen und zu verwirren; man bespricht in den Arbeitervereinen die höchsten aber wohl nie zu lösenden Fragen der Wissenschaft, aber für die elementarste Frage, wovon das eigene physische Leben und damit das eigene leibliche wie geistige Wohl abhängig ist, hat man vielfach kaum etwas mehr als ein mitleidiges Lächeln.

Wer dem Arbeiter einen wirklichen Dienst erweisen will, der lehre ihn, wie er sich und die Seinigen am besten leistungsfähig und arbeitstüchtig erhalten kann, oder was dasselbe bedeutet, wie er sich am zweckmässigsten d. h. am besten und billigsten ernähren soll. Er wird dadurch unsäglich viel Elend aus der Welt schaffen und auch dem Vaterlande einen grossen Dienst erweisen; denn es kann wohl nicht geleugnet werden, dass die durch eine gute Ernährung bedingte Leistungsfähigkeit unserer Arbeiter auch den nationalen Wohlstand mitbedingt (vergl. auch Einleitung S. 2).

¹⁾ Die Preise haben sich seit der Zeit etwas erhöht, aber die Löhne sind auch höher geworden, so dass unter Aufwand desselben Procentantheils vom Lohn der Arbeiter doch eine der obigen gleiche Nahrung beschaffen kann.

4. Ernährung im Alter.

Mit dem Aelterwerden nimmt die Thätigkeit der Sinne und Organe mehr und mehr ab und damit wird auch die Grösse des Stoffwechsels nach und nach herabgedrückt. Der erschlaffenden Verdauungsthätigkeit wird durch Einnahme von leicht verdaulichen Speisen und Genuss- oder Reizmitteln nachgeholfen. Der Wein ist die Milch der Alten.

Was an Menge der Nahrung abgeht, muss durch schmackhafte Zubereitung derselben ersetzt werden.

Ueber die Nahrung älterer Personen hat J. Forster einige Ermittlungen angestellt. In der Kost eines 60 Jahre alten Mannes (Hausmeister an einem wissenschaftlichen Institut) mit verhältnissmässig gutem Einkommen, der die Speisen nach freier Wahl genoss, fand er im Mittel von 3 Tagen folgende Mengen:

	Trockensubstanz	Wasser	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien
Morgen	—	—	18,7 g	8,6 g	85,7 g	512
Mittag	—	—	46,2 "	32,0 "	101,3 "	926
Nachmittag	—	—	6,5 "	3,8 "	32,1 "	195
Abend	—	—	45,1 "	23,2 "	126,2 "	938
Im Ganzen	574,4 g	2399 g	116,4 g	67,6 g	345,1 g	2571

An Brot verzehrte der Mann 365 g täglich und darin 32,4% des täglichen Gesamtproteins und 58,3% der Kohlenhydrate.

Die Nahrung bestand morgens in Kaffee, Zucker und Brot, mittags in Suppe, Fleisch und Gemüse, abends in Fleischspeisen (Wurst, saure Leber, geräuchertes Fleisch) und Bier.

J. Forster hält diese Nährstoffmenge für eine verhältnissmässig hohe, und bezeichnet sie als die Höchstgrenze für die Bedürfnisse älterer, nicht arbeitender Menschen, über welche hinauszugehen nicht nothwendig erscheint.

Nach anderen in Pfründneranstalten (Versorgungsanstalten alter, arbeitsunfähiger Personen) in München gemachten Erhebungen fand J. Forster erheblich weniger Nährstoffe, es verzehrten für den Tag:

Geschlecht	Fleisch (ohne Knochen)	Protein im Fleisch	Fleisch-Protein in Procenten des Gesamt- Proteins	Brot- menge	Protein im Brot	Kohlenhydrate im Brot
	g	g		g	g = Proc. ¹⁾	g = Proc. ¹⁾
1. Pfründnerinnen	94	20,7	31	259	26,6	149,4
2. Pfründner	171	30,8	34	282	34,0	163,4

Im Mittel kommen auf die Nahrung der Pfründnerinnen und Pfründner für den Tag im Ganzen:

	Protein	Fett	Kohlen- hydrate	Kalorien	Nährstoff- verhältniss, wie 1 :
1. Pfründnerinnen					
a) Ohne Zulage	67,0 g	38,2 g	265,9 g	1743	5,4
b) Mit Zulage ²⁾	79,1 "	48,6 "	265,1 "	1895	4,9
2. Pfründner	91,5 "	45,2 "	331,6 "	2189	4,8

¹⁾ Procente des täglichen Gesamt-Proteins bzw. der Gesamt-Kohlenhydrate.

²⁾ Die Zulage besteht in Bier und Käse, welche sich ein Theil der Pfründnerinnen für geschenktes Geld kauft.

Letztere Zahlen sind in der Pfründneranstalt „Heiliggeistspital“ in München gewonnen, welche alte erwerbsunfähige Personen beiderlei Geschlechts aufnimmt.

Von dieser durchschnittlichen Nährstoffmenge wird daher ein grösserer Theil auf die männlichen, ein kleinerer auf die weiblichen Personen fallen.

Die Nahrung bestand des Morgens und Abends aus Suppen aller Art, des Mittags aus Suppe, Fleisch und Gemüse.

L. Meyer¹⁾ untersuchte die Kost in der städtischen Frauen-Siechenanstalt in Berlin und fand folgende tägliche Nahrungsaufnahme:

	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien	Nährstoffverhältniss Nh : Nfr. wie 1 :
Pfründnerin	80,0 g	49,0 g	266,0 g	1906	4,8
Sieche I	75,9 "	38,2 "	335,3 "	2063	5,7
" II	53,0 "	44,3 "	222,8 "	1559	6,3

Diese und andere Beispiele zeigen, dass das Nahrungsbedürfniss im Alter wesentlich geringer ist, als in jüngeren Jahren.

5. Ernährung der Gefangenen.

Die Kost in den Gefängnissen und Zuchthäusern ist ebenfalls vielfach Gegenstand der Untersuchungen gewesen. Die grosse Sterblichkeit in denselben musste mit der wachsenden Erkenntniss der Wichtigkeit einer richtigen Ernährung des Menschen die Aufmerksamkeit der Aerzte wie der Verwaltungsbehörden von selbst auf die Nahrung lenken. Durch genauere Untersuchungen hat sich denn auch ergeben, dass die Nahrung in den Gefängnissen und Zuchthäusern durchweg mangelhaft und unrichtig zusammengesetzt ist.

Mit der Untersuchung der Kost in Zuchthäusern und Gefängnissen haben sich Ad. Schuster, Richter, Fr. Hofmann, Getsch²⁾, ferner auch Baer, Jeserich und Meinert³⁾ eingehend beschäftigt, auf welche Arbeiten, besonders die letzteren, ich hier verweisen will.

Richter giebt z. B. folgende Kostaätze für den Tag in der Gefangenanstalt des Kreisgerichts und in dem Zuchthause (für kräftige, arbeitende Männer) in Brandenburg:

1. Gefängnisskost:		
92 g Reis	oder 167 g Erbsen	oder 233 g Bohnen
670 g Kartoffeln	720 g Kartoffeln	(1-mal 260 g Fleisch
24 g Talg	42 g Speck	in der 87 g Fettgewebe (am Fleisch)
67 g Mehl	67 g Mehl	Woche) 70 g Kartoffeln
650 g Brot	9 g Talg	67 g Mehl
	650 g Brot	5 g Talg
		650 g Brot.

¹⁾ Virchow's Archiv, 84, 155.

²⁾ Untersuchung der Kost in einigen öffentlichen Anstalten von C. Voit. München 1877. 142—185.

³⁾ Ueber Massenernährung von Baer, Paul Jeserich und C. A. Meinert. Berlin 1885.

2. Zuchthauskost (arbeitende Männer):

67 g Hafergrütze	oder 67 g Gerstemebl	oder 100 g Milch
15 g Butter	15 g Butter	(2-mal 90 g Reis
230 g Erbsen	230 g Linsen	in der 620 g Kartoffeln
614 g Kartoffeln	655 g Kartoffeln	Woche) 15 g Gerstemebl
60 g Schweinefleisch	20 g Schmalz	70 g Fleisch
775 g Brot	100 g Hafergrütze	7 g Fettgewebe (am Fleisch)
13 g Mehl	625 g Brot	100 g Gerstengrütze
		8 g Butter
		625 g Brot.

u. s. w.

Indem aus diesen und anderen Sätzen der Gehalt an Nährstoffen berechnet wird, erhält Richter folgende durchschnittlichen Mengen in der täglichen Nahrung:

	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien	Nährstoffverhältniss, wie 1:
	g	g	g		
1. Für das Gefängniss	109	34	574	3139	7,0
2. Für das Zuchthaus	127	29	639	3439	5,6
In ähnlicher Weise fanden:					
3. Ad. Schuster für das Zuchthaus in München	104	38	521	2940	5,9
4. Derselbe für das Gefängniss an der Badstrasse in München	87	22	305	1994	4,1
5. Derselbe für das Zellengefängniss in Nürnberg	112	34	525	2978	5,4
6. Derselbe für belgische Gefängnisse	106	10	586	2949	5,9
7. Getsch für badische Gefängnisse	121	27	599	3232	5,5
8. Fr. Hofmann für die Kgl. sächsischen Gefängnisse	106	15	600	3052	5,1
9. Baer für das Gefängniss in Naugard	103	22	611	3146	6,4
10. F. Hirschfeld für die Strafanstalt in Moabit ¹⁾	93	31	540	2898	6,6
	107	26	550	2959	5,7

Die Gesamt-Nährstoffmenge der Gefangenen ist hiernach schon ausreichend, und besser als die mancher Arbeiter, nur im Fettgehalt bleibt dieselbe erheblich gegen das Mindest-Kostmaass eines Arbeiters zurück.

Dieses rührt daher, dass durchweg nur geringe Mengen thierischer Nahrungsmittel verabreicht werden; die Nahrung ist eine wesentlich pflanzliche.

Die Folgen der einseitigen Pflanzenkost sind nach Baer: Appetitlosigkeit, Säurebildung, Erbrechen, häufige Durchfälle oder anhaltende Verstopfung. Der Zustand der allmählichen Erschlaffung und Erschöpfung ist dann meistens das disponirende Moment für die Entwicklung chronischer Dissolutionskrankheiten, wie: Phthisis, Hydrops, Skrophulose, Skorbut.

Baer verlangt daher in der Nahrung der Gefangenen durchschnittlich sogar 117 g Fleisch für den Tag.

In den preussischen Gefängnissen werden seit 1872 in der Woche 210 g Fleisch und zwar 3-mal mit dem Mittagessen verkocht, früher nur 88 g verabreicht. Den belgischen Gefangenen werden 4-mal in der Woche je 100 g Fleisch verabreicht; im Genfer Strafhaus 2-mal je 234 g.

¹⁾ Von der Trockensubstanz dieser vorwiegenden Pflanzenkost wurden 10—11%, von der Stickstoffsubstanz dagegen 25% als unausgenutzt im Koth ausgeschieden; der tägliche Proteïnumsatz berechnete sich nach dem im Harn ausgeschiedenen Stickstoff zu 72 g.

In Pentonville sind dagegen je 117 g täglich vorgeschrieben, in Portland bei schwerer Arbeit 175 g gekochtes knochenfreies Fleisch.

Aber das ist es nicht allein, was der Kost in Zuchthäusern und Gefängnissen fehlerhaft anhaftet; ein weiterer Hauptfehler liegt nach dem übereinstimmenden Urtheil der Sachkenner in der Art der Zubereitung.

Die fortwährenden Mehl- und Brotsuppen, das stetige Einerlei in der Kost erweckt bei den Gefangenen schliesslich einen Widerwillen gegen die Speisen, sie haben bei lebhaftem Hunger durch den Anblick und den Geruch der Speisen ein Gefühl von Brechneigung.

„Wer das Leben der Sträflinge“, sagt Gefängnisdirektor Ehlers, „praktisch kennt, wird wissen, wie furchtbar die monotone, reizlose, wenig thierische Bestandtheile enthaltende Sträflingskost die Leute herunter bringt, wie sie für einen Häring, einen Käse, etwas Butter, eine saure Gurke etc. ihren besten Freund verrathen würden.“

C. Voit verlangt daher weiter neben Erhöhung der Fleisch- und Fettgabe den Speisen mehr Gewürz zuzusetzen; durch Zuthat der letzteren, welche in der verschiedensten Form zur Verfügung stehen, kann der Geschmack der Speisen wesentlich erhöht werden. Auch soll mehr Abwechslung in die Kost gebracht, das Mehl zu verschiedenen Gebäcken verarbeitet werden; die Speisen sollen nicht stets breiartige sein. Wie bei der Kost armer Arbeiterfamilien, so würden sich auch durch umfangreiche Verwendung einiger thierischer Nahrungsmittel (wie Magermilch, Magerkäse, Häring, Stockfisch etc.) Verbesserungen erzielen lassen, ohne dass die Kost zu gut würde und der Speiseetat erhöht zu werden brauchte.

Man kann gegen diese Humanitäts-Grundsätze einwenden, dass Gefangene, als Auswurf der Menschheit, gewiss keine reichlichere und besser zubereitete Kost erhalten sollen, als mit welcher sich arme Arbeiterfamilien ernähren. Das erscheint als eine gerechte Forderung und ist auch für viele Fälle richtig.

„Wenn aber“, sagt A. d. Schuster, „eine Bevölkerung in so armseligen Verhältnissen lebt, dass sie eben bei vorwaltend pflanzlicher Kost einen dürftigen Körperzustand erhalten kann, so würde eine solche Kost den Gefangenen zu Grunde richten, da er unter viel ungünstigeren Bedingungen existirt als der Freie.“

Hier eine allzugrosse Menschheitsfreundlichkeit obwalten zu lassen, wäre gewiss verwerflich, aber andererseits muss die Kost der Sträflinge so bemessen und so zubereitet werden, dass sie nicht einen ständigen Hungertod leben.

6. Ernährung der Kranken.

Ueber die zweckmässigste Nahrung für Kranke bezw. Genesende lässt sich nicht viel sagen. Wenn sich einmal die Menge der Nährstoffe und Nahrungsmittel nach der Art der Krankheit richtet, so ist andererseits die Art der Nahrung und ihrer Zubereitung das wesentlichste Moment, welches hier je nach Krankheit und Individualität in Betracht kommt.

In erster Linie ist die leichte Verdaulichkeit der Speisen bezw. die leichte Umwandlung derselben in Chymus zu beachten (vergl. S. 191); die durch Schmerzen aller Art erschlaffte oder durch Bettruhe auf ein geringes Maass beschränkte Lebens-thätigkeit darf nicht dadurch angestrengt werden, dass den Verdauungsorganen durch Einverleibung von schwer zu zerkleinernden oder schwer verdaulichen Nahrungsmitteln viel Arbeit aufgebürdet wird.

Auf diese Weise fällt die Wahl von selbst auf Nahrungsmittel thierischen Ursprungs und einige wenige pflanzliche Nahrungsmittel (Obst, Mehlspeisen in besonderer Zubereitung etc.).

In zweiter Linie kommt das richtige Verhältniss der Nährstoffe zu einander in Betracht; die Kost darf weder zu proteinreich noch zu proteïnarm sein. Der Kranke, welcher viel von seinen Organen hergegeben hat, bedarf des Proteïns zum Wiederaufbau der Organe und Muskeln. Proteinreiche Nahrung erhöht, wie wir wissen, den Proteinumsatz und lässt ebensowenig wie proteïnarme Nahrung Protein im Körper zum Ansatz gelangen.

Fr. Renk¹⁾ hat die Kost in den Münchener Krankenhäusern ermittelt und für die einzelnen Diätsätze gefunden:

Das Frühstück ist in allen gleich, es besteht entweder aus:

200 ccm Kaffeeaufguss, 100 ccm Milch, 15 g Zucker und Semmel, oder $\frac{1}{4}$ l Fleischsuppe mit Semmeln.

1. Diät; bei dieser wird ausser dem Frühstück mittags und abends entweder $\frac{1}{4}$ l einer Suppe oder Milch mit Semmeln gegeben.
2. Einviertelkost; mittags $\frac{1}{4}$ l Suppe oder Milch oder Obstspeise; abends $\frac{1}{4}$ l Suppe mit Semmel.
3. Halbe Kost; mittags $\frac{1}{4}$ l Suppe und 100 g Kalbfleisch, oder statt letzterer Mehl- oder Milchspeise; abends $\frac{1}{4}$ l eingekochte Suppe mit 2-mal in der Woche 70 g Kalbfleisch, 3-mal $\frac{1}{4}$ l Kalbfleischsauce, 2-mal Milchspeisen mit Semmeln.
4. Dreiviertelkost; mittags $\frac{1}{4}$ l Suppe und 96 g Rindfleisch mit $\frac{1}{4}$ l Gemüse oder 100 g Kalbsbraten und Sauce; abends wie bei No. 3.
5. Ganze Kost; mittags $\frac{1}{4}$ l Suppe und 150 g Rindfleisch mit $\frac{1}{4}$ l Gemüse, oder Suppe und Milch- oder Mehlspeisen; abends eingekochte Suppe mit 2-mal in der Woche 100 g Kalbsbraten, 3-mal 100 g eingemachtem Fleisch, 2-mal Milchspeise und Semmel.

Die Suppen ausser Fleischsuppen werden zubereitet aus Mehl- (Stärke-) Sorten, Milch und Eiern; die Mehlspeisen aus denselben Stoffen unter Zusatz von Fett; die Gemüse aus dem betreffenden Gemüse unter Zusatz von Mehl und Fett.

W. Prausnitz²⁾ hat für das städtische Krankenhaus in München links der Isar folgende Kostordnung entworfen:

Die Kostordnung enthält drei Formen:

Erste Form: Ganze Kost für Kranke mit gesundem Verdauungsapparat; die Kostform entspricht der Nahrung, welche ein gut gestellter Arbeiter in München zu sich zu nehmen pflegt.

Erstes Frühstück: 250 ccm Milchkaffee, hergestellt aus 8 g Kaffee, 100 ccm Milch, 15 g Zucker; hierzu eine Semmel von 75 g.

Zweites Frühstück: $\frac{1}{4}$ l Bier mit 100 g Brot.

Mittagessen: 250—500 ccm Suppe, 150 g zubereitetes Fleisch mit Beilage und zwar 2-mal gebratenes, 4-mal gekochtes, 1-mal 200 g Fisch anderenfalls hierfür Mehlspeise, $\frac{1}{4}$ l Bier.

Nachmittags: Milchkaffee mit 50 g Brot, wie beim ersten Frühstück.

Abendessen: 100 g zubereitetes Fleisch, oder 100—160 g Wurst, oder (1-mal wöchentlich) 100 g Käse, oder (1-mal wöchentlich) eine Mehlspeise oder einen Haring, $\frac{1}{2}$ l Bier und 100 g Brot.

Frauen erhalten zum zweiten Frühstück nur 50 g Brot, zum Abendessen nur $\frac{1}{4}$ l Bier. Bei dieser Form darf als einzige besondere Speise für besonders kräftige Individuen 100—200 g Brot verordnet werden.

Zweite Form: Ganze Kost für Genesende und Kranke, deren Zustand eine abwechslungsreiche, anregende Ernährung erheischt; gegebenenfalls auch für Privatpatienten.

¹⁾ Fr. Renk: Ueber die Kost im Krankenhause zu München.

²⁾ Deutsche Vierteljahresschrift f. öffentl. Gesundheitspflege 1893. Heft 3.

Erstes Frühstück: Milchkaffe wie bei erster Form, oder Milchthee, oder Kakao, oder Chokolade; hierzu eine Semmel von 75 g oder eine Kaisersemmel zu 50 g, oder zwei Zwieback, oder nur $\frac{1}{4}$ l Milch.

Zweites Frühstück: Ein bis zwei Eier oder 30—50 g Schinken oder kalter Braten; hierzu $\frac{1}{4}$ l Bier oder Milch.

Mittagessen: 250 ccm Suppe, 150 g Fleisch (zubereitet) oder Geflügel u. s. w. mit Beilage; hierzu $\frac{1}{4}$ l Bier oder $\frac{1}{10}$ l Wein.

Nachmittags: Wie erstes Frühstück.

Abendessen: 250 ccm Suppe, 100 g Braten mit Beilage, oder zwei Eier; hierzu eine Semmel zu 75 g, oder ein bis zwei Kaisersemmeln zu 50 g, oder 100 g Hausbrot mit $\frac{1}{4}$ l Milch, oder Bier, oder Wein. Sonderverordnungen sind bei dieser Form nur, soweit dies in der Kostordnung vorgesehen ist, gestattet, z. B. 30 oder 50 g Schinken, ein oder zwei Eier zum zweiten Frühstück gegebenenfalls noch 100 g bis 200 g Brot.

Dritte Form: Kost für fiebernde Kranke, Operirte und Patienten mit Erkrankungen, welche eine besondere Ernährung erfordern. Bei dieser Form können die unter Form 1 und 2 aufgezählten Speisen nach Belieben des Arztes zu den verschiedensten Mahlzeiten verordnet werden; bei der Verordnung sind möglichst solche Speisen zu wählen, welche auf dem Tageszettel der ersten und zweiten Kostform stehen.

F. Hirschfeld hat während mehrerer Jahre die Ernährung im Krankenhaus Moabit in Berlin untersucht und macht darüber folgende Mittheilung:

„Es bestehen hier vier Kostformen:

In der I. Form erhalten die Kranken mittags ein Fleischgericht mit Gemüse, abends Wurst, Häringe, Eier oder Sülze, also thierisches Protein 40—45 g, entsprechend 200—220 g reinem Fleisch, ausserdem 250 g Roggenbrot, 150 g Weizenbrot, 50 g Butter, 0,33 l Bier.

In der II. Form sind einige schwer verdauliche Fleischarten und Gemüse gestrichen. Die Gewichtsmengen der einzelnen Gerichte sind auch etwas geringer. Abends überwiegen die Suppen, auch fehlt das Bier; statt 150 g Semmeln werden täglich nur 100 g verabreicht. Zu der sogenannten II. modificirten Diät werden sogar im Ganzen täglich nur 200 g Semmel verabreicht.

Die III. und IV. Form, welche wenig von einander verschieden sind, stellen eine rein flüssige Diät dar. In der IV. Form werden mehr aus Milch bereitete Speisen verabreicht. Bei den beiden letzten Kostsätzen, welche Schwerkranken oder Fiebernden gegeben werden, spielen besondere Zulagen, die sogenannte Extradät, die Hauptrolle.

Wochentag	Mahlzeit	Kranke in Kostform:			
		I	II	III	IV
Sonntag	Mittags	Rauchfleisch mit Backobst und Klößen	Kalbsbraten mit Milchreis	Brühsuppe mit Einlauf	Milchsuppe mit Chokolade
	Abends	Häringssalat	Milchsuppe mit Semmel	Milchsuppe mit Semmel	Milchsuppe mit Semmel
Montag	Mittags	Rindfleisch mit Nudeln	Rindfleisch mit Nudeln	Brühsuppe mit Sago	Milchsuppe mit Sago
	Abends	Kartoffeln mit Häring	Milchreis mit Gries	Milchsuppe mit Gries	Milchsuppe mit Gries
Dienstag	Mittags	Hammelfleisch mit Weisskohl und Kartoffeln	Hammelfleisch mit Zwiebelsauce und Kartoffelbrei	Brühsuppe mit Reis	Milchsuppe mit Reis
	Abends	Eier	Milchsuppe mit Mehl	Milchsuppe mit Mehl	Milchsuppe mit Mehl

Wochentag	Mahlzeit	Kranke in Kostform:			
		I	II	III	IV
Mittwoch	Mittags	Kalbsbraten mit Kartoffeln	Kalbsbraten mit Kartoffelbrei	Brühsuppe mit Gries	Milchsuppe mit Gries
	Abends	Sülze	Milchsuppe mit Sago	Milchsuppe mit Sago	Milchsuppe mit Sago
Donnerstag	Mittags	Eisbein mit Erbsen und Sauerkohl	Rouletten mit Kartoffelbrei	Brühsuppe mit Leguminose	Weinsuppe mit Sago
	Abends	Warmbier	Milchsuppe mit Reis	Milchsuppe mit Reis	Milchsuppe mit Reis
Freitag	Mittags	Frische Seefische mit holländ. Sauce und Kartoffeln	Frische Seefische mit holländ. Sauce und Kartoffeln	Brühsuppe mit Nudeln	Milchsuppe mit Mehl
	Abends	Gulasch	Milchsuppe mit Hafergrütze	Milchsuppe mit Hafergrütze	Milchsuppe mit Hafergrütze
Sonntag	Mittags	Rindfleisch mit weissen Bohnen	Rindfleisch mit Graupen und Kartoffeln	Brühsuppe mit Graupen	Milchsuppe mit Graupen
	Abends	Frische Blutwurst	Kartoffelsuppe	Milchsuppe mit Semmel	Milchsuppe mit Semmel

Für diese und andere Diätformen in Krankenhäusern kann man an Nährstoffen rechnen für den Tag:

	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien	Nährstoffverhältnis, wie 1:	Geldwerth etwa
I. Kostform, ganze Kost.	92 g	78 g	280 g	2234	5,0	65 Pfg.
II. " $\frac{3}{4}$ "	70 "	55 "	210 "	1689	4,9	50 "
III. " $\frac{1}{2}$ "	45 "	35 "	140 "	1103	3,5	35 "
IV. " $\frac{1}{4}$ "	20 "	18 "	70 "	544	5,7	25 "
Nur Frühstück, Suppe oder Milch mit Semmel	7 "	15 "	40 "	332	11,1	15 "

Dass auf die Zubereitung der Speisen in Krankenhäusern besondere Sorgfalt verwendet und auch dem persönlichen Geschmack des Kranken Rechnung getragen werden muss, bedarf kaum der Erwähnung.

Auch muss die Ernährung der Art der Krankheit angepasst werden; hierüber vergl. u. A. F. Hirschfeld: Nahrungsmittel und Ernährung der Gesunden und Kranken, Berlin 1900 und besonders E. v. Leyden: Handbuch der Ernährungstherapie und Diätetik in II Bänden. Leipzig 1897 und folgende Jahre.

7. Vertheilung der Nahrung auf die einzelnen Mahlzeiten und Temperatur der Speisen.

Die Frage: „Wie oft sollen wir essen?“ findet ihre Erledigung in dem allgemeinen durch die Erfahrung eingeführten Gebrauch, dass wir 3—4-mal im Tage Nahrung zu uns nehmen. Ebenso fehlerhaft es ist, zu häufig zu essen, ebenso unrichtig ist es, die ganze nöthige Nahrungsmenge in einem Mahle einzuführen. Im ersteren Falle

werden die Verdauungsorgane in fortwährende Thätigkeit versetzt und dadurch die Thätigkeit der anderen Organe zu häufig gestört und beeinträchtigt; im anderen Falle bürden wir den Verdauungsorganen zu viel Arbeit auf einmal auf; sie können die Nahrungsmenge kaum bewältigen und verfällt der Körper in Folge der übergrossen Thätigkeit der Verdauungsorgane in eine Art Betäubung oder Lethargie (vergl. auch S. 370).

Für gewöhnlich aber pflegen wir nur eine Hauptmahlzeit im Tage zu halten und zwar mittags (12—1 Uhr) oder nachmittags (2—4 Uhr).

Nach den Untersuchungen von C. Voit, J. Forster, Hultgren und Landergren (a. a. O.) und Uffelmann¹⁾ vertheilen sich beim Arbeiter die Nährstoffe auf die einzelnen Mahlzeiten im Durchschnitt wie folgt:

Tageszeit	Von dem Tagesbedarf bei mittlerer Arbeit sind in Procenten vorhanden:				Das macht in Gramm für den Erwachsenen bei mittlerer Arbeit nach dem mittleren obigen Kostmaass:			
	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien
	%	%	%	%	g	g	g	Kal.
Morgen . . .	20,4	19,2	26,1	23,9	23,8	10,7	130,5	764
Mittag . . .	40,0	47,4	32,2	36,5	47,2	26,5	161,0	1149
Zwischenzeit (Vesper etc.) .	11,6	10,4	11,8	11,2	13,7	5,8	59,0	364
Abend . . .	28,0	23,0	29,9	28,4	33,3	13,0	149,5	897

Hiernach kommen auf das Frühstück durchweg rund $\frac{2}{10}$, auf das Mittagessen $\frac{4}{10}$, auf die Zwischenspeisen $\frac{1}{10}$ und auf das Abendessen $\frac{3}{10}$ des täglichen Nahrungsbedarfs. Von dem Fett wird wenigstens in Deutschland nahezu die Hälfte im Mittagessen eingenommen.

Bei angestrenzter Arbeit und wenn die Zwischenspeisen wegfallen, pflegt das Mittagessen mehr Nährstoffe zu enthalten, nämlich nach den Erhebungen von C. Voit, Graf zur Lippe, Uffelmann, sowie Hultgren und Landergren etwa folgende Mengen im Mittel:

Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien
70 g	35 g	180 g	1434.

Diese Mengen sind auch in dem Mittagessen im Durchschnitt für Erwachsene bei mittlerer Arbeit in den Volks- oder Arbeiterküchen besonders dann zu rechnen, wenn darin nur einmal im Tage die Hauptspeise verabreicht wird; denn der Arbeiter sucht alsdann den Tagesbedarf vorwiegend durch diese eine Mahlzeit zu decken.

Im allgemeinen pflegt das Mittagessen um so reichlicher zu sein, je später es eingenommen wird.

Was die Temperatur der zuzuführenden Speisen anbelangt, so hat die Erwärmung derselben den Zweck, einerseits dem Körper Wärme zu ersparen, andererseits die Absonderung der Verdauungssäfte und die Verdauungsthätigkeit zu unterstützen und zu beschleunigen. Fr. Späth²⁾ findet, dass Temperaturen von 40—50° für

¹⁾ Munk und Uffelmann: Die Ernährung des Menschen. S. 346 u. 385.

²⁾ Archiv f. Hygiene 1886, 4, 68.

flüssige und feste Speisen im allgemeinen die zuträglichsten sind, bei festen Speisen, die gekaut werden müssen, liegt die Grenze der zulässigen Temperatur bei 55°; bei Flüssigkeiten in kleinen Mengen und bei kühler Zerkost können Temperaturen von 60—65° ertragen werden. Für Kinder soll die Temperatur der Speisen die der Muttermilch von 38° nicht überschreiten.

8. Nahrung in der Volksküche.

Seit mehreren Jahren hat man in grösseren Städten und in Industriegegenden Volksküchen errichtet, in welchen den unbemittelten Arbeitern gegen einen mässigen und Selbstkostenpreis Speisen, vorzugsweise Mittagsspeisen verabreicht werden.

C. Voit hat (l. c.) aus den Mittagsgaben mehrerer Volksküchen den Gehalt an Nährstoffen berechnet, aber gefunden, dass in den meisten Fällen der Gehalt dieser Gaben an Nährstoffen bei weitem nicht ausreicht, den Anforderungen zu entsprechen, welche nach vorstehenden Ermittelungen an eine gute Mittagkost gestellt werden müssen. Er hat dann verschiedene Kostaätze aufgestellt, von denen ich hier einige, um zu zeigen, wie eine genügende Mittagmahlzeit in den Volksküchen zusammengesetzt werden kann, wiedergebe.

1. Semmelsuppe, Rindfleisch, Gemüse aus weissen Bohnen und Kartoffeln:	2. Erbsensuppe, Rindfleisch und Weisskraut mit Kartoffeln:	3. Reissuppe mit Käse, Rind- fleisch, Gemüse aus sauren Kartoffeln:
50 g Semmel (1 Stck. = 42 g)	50 g Erbsen } bei Zusatz von Mehl 9 „ Fett } bleibt eben soviel an Erbsen weg	50 g Reis }
5 „ Fett }	150 „ Rindfleisch (163 g mit Knochen)	14 „ Käse }
150 „ Rindfleisch (163 g mit Knochen)	350 „ Weisskraut }	5 „ Fett }
80 „ Weisse Bohnen }	30 „ Mehl }	150 „ Rindfleisch }
10 „ Mehl }	10 „ Fett }	280 „ Kartoffeln }
146 „ Kartoffeln }	124 „ Kartoffeln }	30 „ Mehl }
14 „ Fett }	81 „ Schwarzbrot.	14 „ Fett }
81 „ Schwarzbrot.		81 „ Schwarzbrot.
4. Erbsensuppe, Kalbsbraten und Kartoffelsalat:	5. Griessuppe, Rindfleisch und Linsengemüse:	6. Brennsuppe, beef à la mode und Knödel:
50 g Erbsen }	40 g Gries }	30 g Mehl }
19 „ Fett }	5 „ Fett }	10 „ Fett }
140 „ Kalbfleisch (163 g mit Knochen)	150 „ Rindfleisch }	150 „ Rindfleisch }
380 „ Kartoffeln }	80 „ Linsen }	23 „ Mehl }
12 „ Oel }	10 „ Mehl }	10 „ Fett }
81 „ Schwarzbrot.	14 „ Fett }	80 „ Semmel }
	105 „ Kartoffeln }	35 „ Mehl }
	81 „ Schwarzbrot.	81 „ Schwarzbrot.
7. Kartoffelsuppe, Schweine- fleisch und Sauerkraut mit Spätzeln:	8. Linsensuppe, Rohrnudeln mit gedörtem Obst (Fastenessen):	9. Erbsensuppe, Hammelbraten und Spätzeln:
180 g Kartoffeln }	100 g Linsen }	50 g Erbsen }
9 „ Fett }	12 „ Fett }	12 „ Fett }
150 „ Schweinefleisch }	100 „ Mehl }	155 „ Hammelfleisch }
350 „ Sauerkraut }	21 „ Fett }	113 „ Mehl }
30 „ Mehl }	20 „ gedörte Birnen }	12 „ Fett }
10 „ Fett }	81 „ Schwarzbrot.	81 „ Schwarzbrot.
45 „ Mehl }		
81 „ Schwarzbrot.		

Diese Kossätze für das Mittagessen ergeben im Durchschnitt rund:

Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien
65 g	34 g	160 g	1280

also eine den im vorstehenden Abschnitt geltend gemachten Forderungen im allgemeinen entsprechende Menge Nährstoffe.

Buchholtz und Proskauer haben 1895 die Mittagkost in den Berliner Volksküchen untersucht und darin (d. h. für 1 l) gefunden:

Speise:	Gesamtmenge	Trockensubstanz	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Kalorien
	g	g	g	g	g	Kal.
1. Weisse Bohnen und Kartoffeln mit Rindfleisch	1165	181,0	40,7	7,8	83,7	604
2. Erbsen und Kartoffeln mit Schweinefleisch	1079	225,5	47,9	37,5	83,1	912
3. Fisch mit Kartoffeln	1184	292,7	61,5	39,1	115,6	1123
4. Kohlrüben und Kartoffeln mit Schweinepökelfleisch	1230	191,2	13,6	23,8	101,5	693
5. Schneidebohnen mit Fleischklößen	1358	256,8	24,2	55,0	132,2	1157
6. Fleischbrühe mit Nudeln und Rindfleisch	1395	178,3	35,5	27,4	82,4	756
Mittel für 1 l Speise	1235	220,9	37,2	31,8	99,7	874
" " $\frac{4}{5}$ l "	988	176,8	25,0	15,0	80,0	575

Diese Kossätze sind demnach von sehr schwankendem Gehalt und sind im Durchschnitt zu geringhaltig; es ist dieses erst recht der Fall, wenn, wie durchweg, die Kostgänger sich mit $\frac{4}{5}$ Portion, die statt 3 Stücke Fleisch nur 1 Stück enthält und 25 Pfg. kostet, begnügen. In anderen Städten sind die Portionen, wie Blaschko an derselben Stelle nachweist, noch erheblich geringer im Gehalt. Mögen auch die fehlenden Kohlenhydrate sich leicht durch zugekauftes Brot ergänzen lassen; für Protein und Fett ist dieses weniger leicht möglich und fehlt von dem Protein in diesen Mittagsspeisen fast die Hälfte der erforderlichen Menge.

Vorstehende Beispiele dürften genügen, in gegebenen Fällen das Richtige zu treffen.