

cyaninstreifen; und umgekehrt, je schwächer der Hydrobilirubinstreifen, desto stärker die Cholecyaninstreifen seien; im Hungerkoth des Hundes fanden sich in alkalischer Lösung nur die Cholecyaninstreifen sehr stark, dagegen nicht der Hydrobilirubinstreifen vor; im Koth des Menschen bei gemischter Nahrung meist nur der Hydrobilirubinstreifen. Doch finden sich diese beiden Gallenfarbstoffe nur, wenn Galle in den Darm ergossen wird. Bei absolutem Gallenabschluss vom Darm fehlt, wie mir wiederholte Untersuchungen ergeben haben, sowohl das Hydrobilirubin als das Cholecyanin vollkommen¹⁾.

Da die Streifen des Cholecyanins im Hungerkoth von Cetti und Breithaupt nicht in der ursprünglichen sauren Lösung vorhanden waren, sondern erst in der ammoniakalischen nach einigem Stehen an der Luft entstanden, ist es wahrscheinlich, dass sich im Koth unveränderter oder nur wenig veränderter Gallenfarbstoff neben dem Hydrobilirubin befand. Weitere Untersuchungen über diesen Gegenstand sind begonnen. Dass während der Hungerperiode Galle in den Darm ergossen wurde, geht übrigens auch daraus hervor, dass sich in unseren beiden Fällen Gallensäuren, freilich in sehr geringer Menge, im Hungerkoth nachweisen liessen.

§ 5. Harn.

Wenden wir uns nun zu den Ergebnissen der Harnanalyse, die besonderes Interesse beanspruchen dürfen.

a. Harnmenge (Munk).

Während Cetti am letzten Esstage 1150ccm Harn ausgeschieden, geht die Harnmenge am 1. Hungertage sofort herunter, um unter allmählichen Schwankungen (nur am 4. Hungertage ist sie mit 1310ccm höher als am letzten Esstage) am 10. Hungertage bis auf 620ccm zu sinken. Im Ganzen wurden 9433ccm, also im Mittel 943ccm für den Hungertag ausgeschieden. Bei vollständiger Enthaltung von Speise und Trank hat man die tägliche Harnmenge eines Menschen auf 200ccm sinken sehen. Cetti nahm indess sehr beträchtliche Mengen Trinkwasser auf und zwar rund 12 Liter, davon allein fast genau die Hälfte an den 4 Tagen (4.—7.), an denen er am meisten unter Unbehagen und

¹⁾ Entgegen einer immer wieder in der Literatur reproduzierten Angabe von Tölg und Neusser, Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 7. S. 322.

Kolikscherzen litt. An den letzten 3 Tagen war die Wasser- aufnahme ziemlich gleichmässig, 900—1200ccm pro die, und so ist es begreiflich, dass entsprechend der reichlichen Wasserein- fuhr auch die Ausfuhr des Harnwassers grösser sein muss, nicht sehr tief unter der Harnmenge der Esstage zu liegen braucht. Immerhin blieb in der ganzen Hungerperiode die Harnmenge um beinahe 2,58 Liter hinter der getrunkenen Wassermenge zurück. Im Allgemeinen sehen wir eine annähernde Proportionalität zwischen der Menge des Trinkwassers und der des Harns, dergestalt, dass je grösser jene, desto reichlicher im Grossen und Ganzen auch diese wird. Der 30 Tage lang hungernde Succi trank nach Luciani¹) im Mittel täglich nur 647ccm; seine Harnmenge bewegte sich zwischen 900ccm (1. Tag) und 250ccm (22. Tag) und betrug im Mittel der ersten 20 Tage nur 465ccm.

Noch schärfster sind diese Beziehungen zwischen der Menge des Trinkwassers und der des Harns bei Breithaupt. Dieser entleerte am letzten Esstage nur 815ccm; an allen Hungertagen war die Harnmenge grösser (Max. 1706, Min. 957); einmal sogar (am 3. Hungertage) doppelt so gross als am letzten Esstage. In der That sind die aufgenommenen Wassermengen, 1186—1984ccm im Tag, sehr beträchtlich und ihnen proportional sind die Harnmengen: sie steigen mit reichlicher Wasseraufnahme und sinken bei spärlichem Wassergenuss.

Den 9430ccm Harnwasser bei Cetti an den 10 Hungertagen stehen 12005ccm Trinkwasser gegenüber, so dass als Ueberschuss des aufgenommenen über das mit dem Harn ausgeschiedene noch 2580ccm, also 258ccm pro Tag für die Wasserexhalation durch Haut und Lungen, für die sog. Perspiration verfügbar bleiben. Damit allein kann aber die Wasserausdünstung durch Haut und Lungen nicht bestritten werden. Es fragt sich nun, wie gross war die perspirierte Wassermenge? Diese lässt sich annähernd aus dem sog. insensiblen Verlust (vgl. Tabelle 1 u. 6) schätzen. Letzterer lässt sich einfach durch Differenzrechnung ermitteln: addirt man zum Anfangsgewicht die Menge des getrunkenen Wassers²) und zieht davon die Summe der Ausscheidungen

¹⁾ a. a. O. Tafel I.

²⁾ Beim sich ernährenden Menschen ist selbstverständlich auch das Gewicht der Nahrung hinzuzuaddiren.

durch Harn (und Koth), sowie des Endgewichtes ab, so entspricht der übrig bleibende Betrag den insensiblen Ausscheidungen. Diese bestehen fast ausschliesslich aus Wasser und Kohlensäure; von letzterer können wir nur den Kohlenstoff in Rechnung stellen, weil ja der verbrauchte Sauerstoff unter den Einnahmen nicht berücksichtigt ist. Da wir aus den Respirationsversuchen die Menge des als CO_2 abgegebenen Kohlenstoffs kennen, so lässt sich aus dem Werth für den insensiblen Verlust auch die Menge des perspirirten Wassers berechnen. Für den 1.—4. Hungertag haben Zuntz und Lehmann bei absoluter Muskelruhe eine C-Exhalation von rund 101g pro Tag, für den 5. und 6. Tag eine solche von 100g, für den 7. und 8. Tag von 114g und für den 9. und 10. Tag von rund 100g ermittelt, also für alle zehn Tage von 1032g; dazu dürften für die leichte Muskelthätigkeit beim Sitzen, Stehen und Gehen rund 20 pCt. hinzuzurechnen sein, so dass die C-Abgabe insgesammt sich auf 1239g stellen würde. Nun betragen aber die insensiblen Verluste für diese 10 Tage (vgl. Tabelle 1, S. 16) insgesammt 9255g, also bleiben 8016 g für das perspirirte Wasser, oder im Mittel pro Hungertag 802 g, fast ebenso viel als Pettenkofer und Voit¹⁾ für den 1. Hungertag bei ihrem 70 kg schweren Arbeiter gefunden haben (820 g). Es wurden also $(802 - 258 =) 544$ g mehr perspirirt als an Ueberschuss des getrunkenen Wassers über das Harnwasser verfügbar war. Woher wird dieses Plus der Perspiration gedeckt? Für diese Ausscheidung wird das Wasser verfügbar, welches in den Geweben mit dem Eiweiss und Fett verbunden war und bei der Zerstörung des Fleisch- und Fettgewebes im Hunger frei wird, endlich auch das Wasser, das bei der Oxydation des Wasserstoffs vom Fett und Eiweiss entsteht. Im Fleisch sind mit 21 pCt. Eiweiss 75 pCt. Wasser, im Fettgewebe mit 90 pCt. Fett 10 pCt. Wasser verbunden. Da nun, wie später gezeigt werden wird, an den 10 Hungertagen rund 3310 g Fleisch und 1648g Fett zerstört worden sind, so konnten dabei 3133 g Wasser²⁾ frei werden, oder 313 g pro Tag. Also

¹⁾ Zeitschr. f. Biol. Bd. 2. S. 478. Bd. 5. S. 369.

²⁾ Bezuglich dieser Bilanzrechnung ist auf § 8 dieses Abschnittes zu verweisen, in dem dieselbe an dem Beispiel von Breithaupt ausgeführt ist.

musste der Körper selbst im Ganzen 2310 g zur Bestreitung der Wasserperspiration von seinem Bestande zuschiessen und so selbst an Wasser verarmen. Dem entspricht es auch, dass Cetti am 1. Esstage ungeachtet einer Einfuhr von 2150 ccm Wasser (mit Speisen und Getränken) nur 740 ccm Harnwasser ausschied, d. h. wenig mehr als am letzten Hungertage (620 ccm), ja sogar weniger als im Durchschnitt aller Hungertage. Offenbar war der Körper während des Hungerns an Wasser verarmt und strebte nun durch Retention eines Theiles vom aufgenommenen Wasser wieder auf seinen normalen Wassergehalt zu kommen. Während in den ersten Tagen die Menge des Harnwassers grösser war als die des perspirirten Wassers, nahm erstere weiterhin immer mehr und mehr ab, so dass das Verhältniss sich schliesslich umkehrt; am letzten Tage treffen auf 620 g Harnwasser sogar 970 g Perspirationswasser.

Aehnlich verhält es sich bei Breithaupt. Dieser nahm in den 6 Hungertagen insgesammt 9242 ccm Wasser auf und schied 7552 ccm durch den Harn, 80 ccm durch den Koth aus. Es blieb somit ein Ueberschuss von 1610 ccm Wasser für die Wasserabgabe auf dem Wege der Respiration verfügbar. Nun beträgt nach den Ermittelungen von Zuntz und Lehmann der Fettverbrauch an den 6 Hungertagen bei absoluter Muskelruhe 809 g, dazu 20 pCt. für die gewöhnlichen Muskelbewegungen, macht 971 g Fett, in denen 743 g C stecken. Für den insensiblen Verlust, der an den 6 Hungertagen 5115 g beträgt [s. Tab. 6, S. 64¹⁾], sind ausser obigem Ueberschuss von 1610 ccm noch verfügbar die Wassermengen, welche mit dem zerstörten Fleisch [2000 g, entsprechend 424 g Eiweiss (S. 127)] und Fett (719 g) verbunden waren, so wie der aus dem Fett und Fleisch, neben den Ausscheidungsprodukten durch Harn und Koth, frei werdende Sauerstoff und Wasserstoff. Aus der Bilanzrechnung, welche § 8 dieses Abschnittes liefert, erhellt, dass 703 g Wasser vom Körper zugeschossen worden sind. Im Einklange damit steht es, dass am 1. und 2. Esstage ungeachtet einer Wassereinfuhr von 2340 bzw. 2570 ccm die Harnmengen nur 686 bzw. 583 ccm

¹⁾ In die Werthe der Tabelle 6 für den insensiblen Verlust haben sich einige Fehler eingeschlichen, vergl. hierzu die Correctur am Schluss der Abhandlung.

betragen, an beiden Esstagen zusammen nur so viel als an einem Hungertage durchschnittlich; so beträchtliche Mengen Wasser hielt nun der zuvor an Wasser verarmte Körper zurück.

Unsere Beobachtungen, denen zu Folge bei beiden Hungerreihen, ungeachtet reichlichen Wassergenusses, der Körper selbst von seinem Wasserbestande zuschiessen musste, so dass eine Abnahme im procentischen Wassergehalt des Körpers die Folge war, sind als neu und bemerkenswerth hervorzuheben. Allerdings liegt auch eine Beobachtung von Tuczek¹⁾ an einer abstinirenden Irren vor, die nach voraufgegangener 21 tägiger (vollständiger?) Carenz alsdann bei Speisegenuss und einer Flüssigkeitsaufnahme von über 2 Liter Wasser im Mittel nur 400 ccm Harn entleerte, zum Zeichen, dass der Körper während des Hungerns Wasser eingebüßt hat, allein in diesem Falle war die Menge des getrunkenen Wasser, 175 ccm pro Tag, wie selbstverständlich, durchaus unzureichend.

Das specifische Gewicht des Harns steht bekanntlich in directer Beziehung zur Harnmenge; ceteris paribus steigt es mit sinkender und sinkt es mit steigender Harnmenge. Es schwankte bei Cetti an den 10 Hungertagen zwischen 1,0165 und 1,022; die grösseren Werthe fanden sich bei kleinerer Harnmenge. Bei Breithaupt, dessen Harnmengen durchschnittlich grösser waren, als bei Cetti, betrug das specifische Gewicht nur 1,011—1,015; auch hier entsprechen die höheren Werthe den kleineren Harnmengen.

b) Acidität (Müller).

Die Acidität des Harns nahm in unseren beiden Fällen, vom Beginn des Hungerns an gerechnet, zu; bei Cetti war die Reaction sogar eine ungewöhnlich stark saure, und der Aciditätsgrad erheblich höher als während der Ernährungstage; bei Breithaupt war die Acidität während der Hungertage durchschnittlich etwa ebenso hoch als während der Ernährungstage. Auffallender Weise trat bei Cetti vom 6. Hungertag ab eine Abnahme des Säuregrades ein, indem der Harn sich trübe und zersetzt erwies und reichlich harnsaures Ammoniak enthielt (S. 10).

¹⁾ Arch. f. Psychiatrie. Bd. 15. S. 784.

Uebrigens ist es schon lange aus Thierversuchen bekannt, dass der Harn beim Hunger stark sauer ist; selbst bei Pflanzenfressern, deren Harn sonst alkalisch ist, wird im Verlauf der Inanition der Harn sauer, weil sie von ihrem „eigenen Fleisch zehren“, und weil bei Fleischnahrung der Urin sauer wird.

Bei Luciani's Versuch ist die Acidität des Harns eine geringere als in unseren beiden, offenbar weil Succi alkalische Brunnenwässer getrunken hat.

c) Harnstickstoff (Munk).

Von hervorragendem Interesse sind die für die N-Ausscheidung durch den Harn bei beiden Hungerern erhobenen Werthe. Die Menge des Harn-N, welche bei Cetti am letzten Esstage 14,17 g betrug, sank nur ganz langsam herab (s. Tab. 2, S. 21). Die niedrigste N-Ausscheidung betrug am 8. Hungertag 8,9 g. Im Ganzen wurden an 10 Hungertagen 112,5 g N ausgeschieden, d. h. im täglichen Mittel nur um $\frac{1}{4}$ weniger als am letzten Essstage und an den nachfolgenden Esstagen.

Die N-Ausfuhr durch den Harn bei Breithaupt (Tabelle 7, S. 68), die an den beiden letzten Esstagen 13,93 bzw. 13,02 g betrug, sank bis zum 6. Hungertage auf 9,88 g ab, dazwischen liegt sogar (3. Hungertag) ein Werth von 13,29 g, welcher den der letzten Esstage erreicht, offenbar die Folge des an diesem Tage aufgetretenen Schnupfens; darauf wird noch zurückzukommen sein. Im Ganzen wurden an 6 Hungertagen 67,83 g N entleert (im täglichen Mittel 11,3 g).

Diese N-Ausscheidungen sind, verglichen mit den Erfahrungen bei hungernden Thieren, so hoch, dass sie den Verdacht erwecken könnten, ob nicht doch auf uncontrolirbarem Wege eine Einfuhr N-haltiger Nahrung stattgefunden habe. Ganz abgesehen davon, dass die N-Ausfuhr bei beiden fast genau gleich ist, wird dieser Verdacht durch die später zu erörternden Verhältnisse der Aschebestandtheile des Harns, sowie den charakteristischen Hungerkoth (S. 106) widerlegt; durch beides wird der überzeugende Nachweis erbracht, dass hier Verhältnisse vorliegen, wie solche nur bei absoluter Enthaltung von Nahrung, also bei einem Zustande, wo das Individuum auf Kosten seines eigenen Körpers lebt, sein Fleisch und Fett verzehrt, möglich sind.

Uebrigens verläuft die Curve der N-Ausscheidung beim hungernden Succi nach Luciani's¹⁾ Bericht den von uns gemachten Erfahrungen analog. Luciani liess durch Dr. Pons den N „nach Hüfner's verbesserte Methode“²⁾ bestimmen. Nun gibt nach den genauen Ermittelungen von Pflüger und Schenk³⁾ die Hüfner'sche Lauge 17—28 pCt. N zu wenig, die stärkere Knop'sche Lauge nur 9 pCt. Deficit. Nehmen wir selbst an, dass die „verbesserte Methode“ sich auf die Knop'sche Lauge bezieht, die einen geringeren Fehlbetrag liefert, so stellen sich die Werthe für die ersten 10 Hungertage auf 15,19, 12,13, 15,25, 14,08, 14,12, 11,13, 10,31, 9,37, 8,56, 7,43 g N; sie sind also für die ersten 6 Hungertage grösser als bei Cetti und Breithaupt, und nur für die beiden letzten Hungertage um etwa $\frac{1}{5}$ niedriger als bei Cetti; und auch diese Differenz erklärt sich zur Genüge aus dem verschiedenen Körperbestande bei Succi und Cetti, worauf alsbald eingegangen werden soll. Endlich hat auch C. v. Voit, nach mündlicher Mittheilung an Fr. Müller⁴⁾, in einer Reihe von Hungerversuchen an jungen Männern mit den unsrigen übereinstimmende, hohe N-Werthe erhalten. Danach wird man die hohe N-Ausscheidung oder den sehr beträchtlichen Eiweissumsatz, wenigstens für die ersten 7—10 Hungertage bei jungen mageren, an eine reichliche Stoffaufnahme gewöhnten Individuen als dem Hungerzustande an sich zukommend erachten müssen⁵⁾. Schon in dieser Beziehung verhält sich also der Mensch anders als die bisher auf ihren Hungerstoffwechsel geprüften Carnivoren.

Die Erfahrungen an hungernden Hunden und Katzen von Bidder und Schmidt⁶⁾, von Voit⁷⁾, F. A. Falck⁸⁾, I. Munk⁹⁾ haben gelehrt, dass die N-Ausscheidung in den ersten 2 oder

¹⁾ a. a. O. S. 138.

²⁾ a. a. O. S. 121.

³⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 38. S. 511.

⁴⁾ Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 16. S. 502.

⁵⁾ I. Munk, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1889. No. 46. u. 51.

⁶⁾ Verdauungssäfte und Stoffwechsel. 1852. S. 308.

⁷⁾ Zeitschr. f. Biologie. Bd. 2. S. 307.

⁸⁾ Beiträge zur Physiologie u. s. w. Stuttgart 1885. S. 39, 69.

⁹⁾ Dieses Archiv. Bd. 101. S. 96,

3 Hungertagen noch eine beträchtliche Höhe hat, abhängig von der Grösse der zuvor erfolgten Eiweissaufnahme bzw. N-Entleerung. Weiterhin, etwa vom 3. Tage ab, sinkt der Harn-N relativ schnell ab bis auf einen sehr viel niedrigeren Werth, auf dem er sich mit geringen Schwankungen eine Zeit lang erhält.

Dass es sich beim Menschen unter gleich zu erörternden Bedingungen und in der späteren Hungerzeit ähnlich verhält, wie bei Hungerthieren, dafür werden eine Reihe von Beobachtungen citirt. Der sich aushungernde 50jährige Irre von Scherer¹⁾, der seit 4 Wochen täglich nur 1 Weissbrod und 1 Glas Bier zu sich nahm, schied am 28. Tage mit dem Harn nur 9,5 g Harnstoff = 4,44 N aus, das 24jährige Mädchen Seegen's²⁾ bei fast vollständiger Inanition am 13.—25. Tage nur 8,9 g Harnstoff = 4,15 N, das 19jährige Mädchen von Schultzen³⁾, das wegen Oesophagusverschluss in Folge Schwefelsäuregenusses nach 16 Tagen verhungerte, an den beiden letzten Lebenstagen sogar nur noch 6 g Harnstoff = 2,8 N, von den beiden abstinenten Geisteskranken Tuczek's⁴⁾ die eine 32jährige (65kg) vom 15. bis 21. Tage im Mittel nur 9,1 g Harnstoff = 4,26 N, die andere 38jährige (55 kg) im Mittel einer 16 tägigen Carenz ebenfalls nur 9,2 g Harnstoff = 4,3 N, in Senator's⁵⁾ Fall von Schlafsucht mit Inanition am 4. Tage 5,7 N, am 14. sogar nur 3,8 N, endlich 4 von Fr. Müller⁶⁾ beobachtete Fälle vorübergehender Nahrungsverweigerungen bzw. vorübergehender Unmöglichkeit der Nahrungsaufnahme in Folge unüberwindlicher Strictur der Speiseröhre; eine 34 kg schwere Person schied am 5.—8. Hungertag im Mittel nur 4,28 N, eine andere von 47 kg am 1. Tage 8, am 2. 6,7, am 3. 5,9, am 4. 5,6 N aus, eine 46,5 kg schwere am 6. Hungertag 4,2 N, endlich eine 51 kg schwere vom 4.—9. Hungertag im Mittel 5,5 N. Schultzen's Fall ist gar nicht verwerthbar, weil er sich nur auf die beiden letzten Lebenstage bezieht, an denen, wie besonders aus den Untersuchungen von F. A. Falck

¹⁾ Würzburger Verhandl. III. S. 188.

²⁾ Wien, akad. Sitz.-Ber. Bd. 63. 2. Abth. Märzheft.

³⁾ Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863. S. 31.

⁴⁾ Arch. f. Psychiatrie. Bd. 15. S. 764.

⁵⁾ Neue Charité-Annal. Bd. 12.

⁶⁾ Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 16. S. 506.

am Hungerhunde bekannt ist, die N-Ausscheidung auf einen abnorm niedrigen Werth sinkt, wohl im Zusammenhang mit der nur noch bestehenden Vita minima, die sich durch eine exquisit lange Agone kennzeichnet.

In den übrigen Fällen handelt es sich zumeist um Geisteskranke oder leidende, schwächliche, heruntergekommene Individuen von geringem Körpergewicht (50—34 kg!), welche schon längere Zeit hindurch immer weniger und weniger Nahrung aufnahmen, so dass ihr Körper Zeit hatte, sich der mehr und mehr sinkenden Nahrungszufuhr anzupassen, und die weiterhin auch die Aufnahme dieser spärlichen Nahrung verweigerten, so dass die zuvor schon niedrige N-Ausscheidung, wie dies im protrahirten Hunger gewöhnlich der Fall ist, noch tiefer absank. Wie gross übrigens die Anpassungsfähigkeit eines schwächlichen, heruntergekommenen dauernd (im Bett) ruhenden Organismus an stetig sinkende Nahrungszufuhr ist, das geht auch aus Beobachtungen von Fr. Müller¹⁾ wie von Klemperer²⁾ hervor, welche, das eine Mal in Folge Schwindens des Appetites bei einer hochgradig Chlorotischen, das andere Mal in Folge einer durch Laugen- bzw. Mineralsäureätzung hervorgerufenen, zunehmenden Verengerung der Speiseröhre, allerdings unter erheblichem Schwund ihres Körpergewichtes (von 50 kg auf 33 bzw. von 62 auf 46 kg), schliesslich mit einer Nahrung annähernd in N-Gleichgewicht³⁾ kamen, die bei Klemperer (neben 16 g Fett und 68 g Kohlehydrate) nur 48 g Eiweiss enthielt.

Bei unseren und Luciani's Hungerversuchen handelt es sich dagegen um junge, in der Blüthe des Lebens stehende, an reichliche Nahrungsaufnahme gewöhnte Männer, denen der Speisegenuss so zu sagen acut abgeschnitten wurde. Offenbar hatte die zuvor quantitativ reichlich genossene Nahrung nur eben ihrem Körperbedarf genügt, nicht aber gestattet, einen merklichen

¹⁾ a. a. O.

²⁾ Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 16. S. 594.

³⁾ Vorsichtiger Weise muss man sagen: N-Gleichgewicht, denn nur dies ist festgestellt. Klemperer folgert daraus auch auf C-Gleichgewicht; dafür bietet aber die ausschliessliche Bestimmung des ausgeschiedenen N selbstverständlich keine Unterlage; dazu hätte es der Feststellung der CO₂-Ausscheidung zum mindesten bedurft.

Theil davon als Vorrathseiweiss bezw. -Fett am Körper aufzustapeln. Endlich kommt noch ein Moment hinzu, das die hohe N-Ausscheidung der Hungertage mit bedingt, die reichliche Flüssigkeitszufuhr, ein Moment, auf das gleich eingegangen werden wird¹⁾.

Bei länger, über den 10. Tag hinaus fortgesetztem Hunger sieht man, analog den eben erörterten Erfahrungen an schwäch-

¹⁾ Klemperer hat gemeint (Berl. klin. Wochenschr. 1889. No. 40 und Zeitschr. f. klin. Med. XVI. S. 604), die hohe N-Ausscheidung Cetti's in Beziehung zur Tuberkulose setzen zu müssen, an der Cetti gelitten haben soll, weil diese Affection, wie seine Ermittlungen lehren, mit abnorm gesteigertem Eiweisszerfall einhergeht. Senator hat indess schon anderweitig (Centralbl. f. d. med. Wiss. 1889. No. 46) und auch vorstehend (S. 104) ausgeführt, dass die geringfügige Retraction der einen Lungenspitze Cetti's bei dem Mangel jedes sonstigen Symptoms weit entfernt ist, die Diagnose auf eine zur Zeit noch bestandene Tuberkulose zuzulassen. Zudem wird dieser Deutungsversuch ganz hinfällig angesichts der Thatsache, dass sowohl Breithaupt als Succi bei durchaus normalem Lungenbefund in den ersten 6—8 Tagen eine ebenso hohe N-Ausscheidung darboten, als Cetti. Man müsste denn auch bei Abwesenheit jedes physikalischen Zeichens jedesmal, wenn das für den Hunger von Klemperer normirte „Zersetzungsmass von 3—5 g N“ überschritten wird, eine „latente Phthise“ annehmen. Wenn endlich Klemperer (Zeitschr. f. klin. Med. XVII. S. 196) unseren und Luciani's Versuchen gegenüber den Hungerversuch von Noël-Paton und Stockmann (Proceed. of Roy. Society Edinburgh. 1889. p. 121) citirt, in dem schon zwischen dem 6. und 10. Hungertage nur 5,4 g N entleert worden ist, so können wir denselben nicht für beweiskräftig erachten. Einmal wurden die täglichen Harnmengen nicht abgegrenzt, zweitens trank der Hungerer grosse Mengen des eigenen Harns (!); angeblich soll dadurch der Hunger besser vertragen werden. Endlich wurde der Harn-N nach Hüfner bestimmt, eine Methode, die nach Pflüger und Schenk (Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 38. S. 511) 17—28 pCt., im Mittel 20 pCt. N zu wenig giebt. Erhöht man daher die in jenem Versuch notirten N-Werthe um 20 pCt., so würde die N-Ausfuhr am 3.—5. Tage im täglichen Mittel 13,4 g betragen, also noch mehr als bei unseren Hungerern, vom 6.—10. Tage 6,5 g, vom 11. bis 15. Tage 6,1 g, vom 16.—25. Tage 5,3 g, d. h. also noch am 25. Tage mehr, als das Maximum dessen, was nach Klemperer nur entleert werden sollte, sobald das durch die vorhergegangene Ernährung geschaffene Vorrathseiweiss verbraucht ist, was allen Erfahrungen zu Folge spätestens nach 3 Hungertagen der Fall ist.

lichen Individuen bei mehr und mehr, schliesslich bis zur Inanition reducirter Nahrungszufuhr, die N-Ausscheidung immer tiefer sinken und schliesslich nur 5—4 g N pro Tag betragen. So schied Succi am 11. Hungertage noch 8,7, am 14. nur 5,9, am 20. gar nur 4,8 N aus.

Nur bei sehr fettreichen Menschen dürfte schon nach den ersten 2 oder 3 Hungertagen ein stärkerer Abfall der N-Ausscheidung, als bei Cetti und Breithaupt, und mehr analog den Erfahrungen an Thieren, sich einstellen können. Wie das Nahrungsfett die Zersetzung des Nahrungseiweiss seiner Intensität nach beschränkt, so bewirkt das Fett am Körper, dass die Zersetzung des Organeiweiss in geringerem Umfange als sonst erfolgt, daher ein fettes Individuum auch im Hunger weniger Eiweiss zerstört. Bedeutungsvoll hierfür sind auch die geringeren Massen von Eiweiss gegenüber dem Körper des mageren Menschen. Aus dem grösseren Eiweissbestand und dem geringen Fettvorrath am Körper unserer beiden jugendlichen Hungerer dürfte sich der stärkere Zerfall von Eiweiss erklären. Als Beleg dafür lässt sich anführen, dass der 32 kg schwere fette alte Versuchshund von Voit¹⁾) in 9 Hungertagen rund 50 g N, Munk's²⁾) junger magerer Hungerhund von 35 kg dagegen in der gleichen Zeit 78 g N, also 56 pCt. mehr als jener ausschied. Ein gleiches Resultat liefert der Vergleich der beiden Falck'schen³⁾) Hungerhunde; der jüngere magere Hund von nur 9 kg schied in 9 Tagen 28 g, der alte fettreiche von 21 kg nur 40,7 g N aus, also letzterer ungeachtet seines $2\frac{1}{3}$ mal so grossen Körpermengen nur 43 pCt. mehr. Dass unsere Hungerer mehr reich an Fleisch als an Fett waren, stimmt auch zu dem, was sich über ihren Eiweissverbrauch im Verhältniss zu der von Zuntz und Lehmann ermittelten Grösse der Fettzerstörung ableiten lässt, nehmlich dass die verbrauchte Fettmenge doppelt bis 3 mal so gross war als die Menge des zersetzen Eiweiss. Bei genügendem Fettvorrath am Körper wird beim Hungern im Tag etwa 3 mal, zuweilen sogar 4 mal so viel Fett

¹⁾ Zeitschr. f. Biol. Bd. 2. S. 307.

²⁾ Dieses Archiv. Bd. 101. S. 105.

³⁾ a. a. O.

zerstört als Eiweiss. Der fette Hungerhund von Voit und Pettenkofer¹⁾ zerstörte am 6. Hungertage 36 g Eiweiss und 107 g Fett, am 10. Hungertage 32 g Eiweiss und 83 g Fett, der Hungermensch von Voit und Pettenkofer²⁾ am 1. Hungertage 78 g Eiweiss, 215 g Fett, Joh. Ranke³⁾), der sehr fettreich war, am 2. Hungertage 50 g Eiweiss und sogar 204 g Fett. Ist aber mehr Eiweiss am Körper vorhanden, so deckt dessen reichlicherer Zerfall zu einem grösseren Bruchtheil die Wärmeverluste und die für die Athem- und Herzbewegungen nöthige Muskelkraft, so dass dem entsprechend weniger Fett zu zerfallen braucht, daher nunmehr nur doppelt so viel Fett als Eiweiss zerstört wird.

Vom geringen Fettbestande am Körper unserer Hungerer abgesehen, kommt hier noch ein zweites Moment in Betracht, das die N-Ausscheidung durch den Harn in die Höhe treibt: die reichliche Wasseraufnahme. Bei einem Menschen, der weder Speise noch Trank zu sich nimmt, also auf absolute Carenz gesetzt ist, sieht man die Harnmenge schon am 2. oder 3. Tage auf einen niedrigen Werth, 250—200ccm absinken. Tuczek's⁴⁾ abstinirende Geisteskranke nahm täglich im Durchschnitt nur 175ccm zu sich und entleerte im täglichen Mittel nur 266 ccm Harn. Cetti dagegen trank recht beträchtliche Wassermengen, im Durchschnitt pro Hungertag 1200 ccm, daher auch die grosse Harnmenge, im täglichen Mittel 940 ccm. Breithaupt trank sogar täglich 1540ccm Wasser und entleerte im Mittel 1258 ccm Harn. Es hat also Cetti mindestens 4 mal und Breithaupt sogar 5 mal so viel Harn entleert als bei absoluter Carenz. Nun ist schon längst bekannt, dass der reichliche Harnwasserstrom auch mehr N, besonders Harnstoff entführt. Nur über die Grösse des Einflusses gesteigerter Diurese herrschen, wie I. Munk⁵⁾ bereits vor Jahren, zumal gegenüber den Ausführungen von C. v. Voit⁶⁾, her-

¹⁾ Zeitschr. f. Biol. Bd. 2. S. 478.

²⁾ Ebenda. Bd. 5. S. 369.

³⁾ Arch. f. Anat. u. Physiol. 1862. S. 311. Die Ernährung des Menschen. München 1876. S. 210.

⁴⁾ a. a. O,

⁵⁾ Dieses Archiv. Bd. 94. S. 449.

⁶⁾ in L. Hermann's Handbuch d. Physiol. VI. 1. Th. S. 153.

vorgehoben hat, zumeist unrichtige oder einseitige Anschauungen. Erheblich ist die Steigerung der Harnstoffausscheidung bei, sei es durch Wasserinjection oder durch diuretische Stoffe erzeugter Zunahme des Harnvolumens, selbst bis zum Mehrfachen der zuvor entleerten Harnmenge, nur beim hungernden Thiere. Bei diesem nimmt in Folge einer bis auf das 4fache gesteigerten Harnmenge die Harnstoffausscheidung bald um 6—12¹⁾, bald sogar um 25 pCt.²⁾ zu³⁾. Beim gefütterten Thier sieht man indess bei vermehrter Diurese entweder gar keine deutliche oder nur eine geringfügige Vermehrung der Harnmenge, die sich im Mittel nur auf etwa 3—5 pCt. beläuft⁴⁾ und bei, durch längere Zeit fortgesetzter vermehrter Wasserzufuhr und dadurch bedingter gesteigerter Diurese mehr und mehr zur Norm zurückkehrt, so dass weiterhin, ungeachtet der vermehrten Harnmenge, eine deutliche Steigerung der N-Ausscheidung sich nicht mehr zu erkennen giebt⁵⁾. Dieser zuerst von Munk nachdrücklichst vertretene Standpunkt, dem zu Folge der Einfluss der gesteigerten Diurese auf den Eiweisszerfall des Hungernden um das Vielfache grösser ist als auf den von gefütterten Thieren, wird in einer neuerdings aus dem Voit'schen Laboratorium hervorgegangenen Mittheilung von Arnschink⁶⁾, sowie auch von Luciani adoptirt.

Im Hungerzustande hat demnach eine durch reichliches Trinken auf das 4 bis 5fache gesteigerte Harnmenge, wie im Falle unserer beiden Hungerer, eine Zunahme der N-Ausscheidung um 6—25 pCt., im Mittel um 15 pCt. zur Folge; es sind also die von Cetti und Breithaupt täglich entleerten N-Mengen um

¹⁾ A. Fraenkel, dieses Archiv. Bd. 67. S. 296. Bd. 71. S. 117.

²⁾ Voit, Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalz u. s. w. auf den Stoffwechsel. München 1860. S. 61.

³⁾ Bei dem Hungerhund von Förster (Zeitschr. f. Biol. Bd. 14. S. 175) stieg nach Einspritzung von 3 Liter Wasser in den Magen die Harnmenge von 182 auf 2010 ccm, auf das 11fache, und dabei nahm die N-Ausscheidung um 90 pCt. zu.

⁴⁾ Salkowski und I. Munk, dieses Archiv. Bd. 70. S. 408.

⁵⁾ Seegen, Wien. akad. Sitz.-Ber. Bd. 63. S. 16. — Jacques Mayer, Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 2. S. 35. — H. Oppenheim, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 23. S. 496.

⁶⁾ Zeitschr. f. Biol. Bd. 23. S. 423.

$\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ grösser, als sie bei absoluter Abstinenz oder bei Genuss von wenig Wasser gewesen wären.

Man könnte die Frage aufwerfen, ob nicht vielleicht der N-Gehalt der Cigaretten, von denen Cetti pro Tag bis zu einem Dutzend rauchte, von Einfluss auf die N-Ausscheidung ist. Zwar werden die im Tabaksräuch enthaltenen N-Verbindungen: Ammoniak, Nitrate, Pyridinbasen, Nicotin, Cyan u. A. bei der gewöhnlichen Art des Rauchens mit dem Exspirationsluftstrom zum grössten Theil wieder ausgeschieden, allein die Möglichkeit, dass von diesen N-Verbindungen durch Verschlucken ein Theil in den Magen gelangte, ist nicht auszuschliessen. Zur quantitativen Bestimmung der beim Verbrennen des Tabaks entstehenden N-Substanzen verfuhr Herr Dr. Hagemann, damals Assistent am thierphysiologischen Laboratorium der Landwirthschaftlichen Hochschule, so, dass er eine zweihalsige Woulff'sche Flasche zum Theil mit reiner Schwefelsäure füllte; der eine Hals war durch einen Kautschukstopfen verschlossen, in dessen herausragenden Theil der Bohrung mittelst eines Mundstückes das eine Ende einer Cigarette luftdicht eingefügt wurde, während im unteren Theile der Bohrung ein Glasrohr steckte, das senkrecht absteigend unter die Schwefelsäure tauchte. Den den anderen Hals verschliessenden Stopfen durchsetzte ein rechtwinklig gekrümmtes Glasrohr, dessen Innenschenkel gleich unter dem Stopfen endete. Wurde nun der Aussenschenkel mit einer gelinden Saugvorrichtung (Wasserstrahlpumpe) verbunden und die Cigarette angezündet, so verbrannte dieselbe, während die Verbrennungsprodukte durch die Schwefelsäure hindurchgesogen und darin festgehalten wurden. Nachdem so 4 Cigaretten im Gesammtgewicht von 3,049 g abgebrannt waren, wurde die Schwefelsäure in einen Kolben übergeföhrt und nach Kjeldahl behandelt. Es ergab sich, dass von der Schwefelsäure 30,03 mg N gebunden waren. Beim Rauchen von 12 Cigaretten entstehen somit rund 90 mg N. Da davon noch der grösste Theil exhalirt wird, kann jedenfalls der N-Gehalt der Cigaretten für die N-Aufnahme, bezw. N-Ausscheidung nicht in Betracht kommen.

Eine besondere Erörterung verdient noch der 3. und 4. Hungertag von Breithaupt, an denen der Harn-Stickstoff die höchsten Werthe aufweist, 13,29 und 12,78 g. Am 3. Tage stellte sich eine von Niesen begleiteter Schnupfen mit Wallung nach dem Kopf, Thränen der Augen, allgemeinem Unbehagen, u. A. ein. Nun ist es von fieberhaften Prozessen bekannt, dass dieselbe den Eiweisszerrfall ziemlich ausnahmslos steigern. Wenn auch eine eigentliche fieberhafte Temperatursteigerung aus den Messungen der Körperwärme bei Breithaupt nicht nachweisbar war, so ist es doch höchst wahrscheinlich, dass auf diese intercurrente Erkrankung, welche das subjective Befinden stark alterte, die Steigerung

des Eiweisszerfalles z. Th. zurückzuführen ist. Andererseits ist ebenfalls in Anschlag zu bringen, dass Breithaupt an diesen Tagen den grössten Durst hatte, so dass er fast 2 Liter Wasser trank und, ungeachtet des Hungerns, 1706 ccm Harn ausschied. Diese Zunahme der Harnmenge, welche, mit dem 2. Hungertage verglichen, fast 40 pCt. beträgt, ist nach den obigen Erörterungen (S. 123) ebenfalls für die Steigerung des Harn-N verantwortlich zu machen. Uebrigens ist es nicht absolut nothwendig, dem Schnupfen eine grosse Rolle für die Erzeugung der hohen N-Ausscheidung beizumessen, zeigte doch auch der hungernde Succi, nach Luciani's Bericht, ohne jede sonstige pathologische Störung, auch gerade am 3., 4. u. 5. Tage sehr hohe N-Werthe, 15,3, 14,1 und 14,1 g, welche den des 2. Tages (12,1 g) erheblich überstiegen. Allerdings trank Succi, während er in den beiden ersten Tagen kein Wasser genossen hatte, am 3. Tage 1300 ccm Wasser, schied aber, offenbar weil durch die beiden voraufgegangenen Tage der Körper an Wasser verarmt war, doch nur 600 ccm Harn aus. Demnach scheint es, als ob ceteris paribus das Wiederansteigen der N-Ausscheidung am 3. und 4. Hungertage über den Werth des 2. Tages eine dem hungernden Menschen zukommende Eigenthümlichkeit ist, findet sich dieselbe, wenn auch nicht in so ausgesprochener Schärfe, doch auch bei Cetti.

Mit Ausnahme des 3. und 4. Hungertages, an denen er sich unwohl fühlte und dauernd der Ruhe pflegte, leistete Breithaupt täglich etwa $\frac{1}{4}$ Stunde lang angestrengt bis zu starker Schweißbildung, Cyanose und Dyspnoe eine messbare Arbeit am Ergostaten. So sehr man a priori erwarten muss, dass gerade beim Hunger, in noch höherem Maasse als bei unzureichender Ernährung, der Eiweisszerfall ansteigen muss, insofern weder Kohlehydrate zugeführt werden noch erhebliche Mengen von Fett am Körper sind, auf deren Kosten die Arbeit geleistet werden könnte, so muss man doch andererseits in Betracht ziehen, dass die Arbeit und damit der erhöhte Stoffverbrauch durch einen grösseren Bruchtheil des Tages, als 15 Minuten, sich erstrecken muss, um einen sinnfälligen Ausschlag zu geben. Somit sprechen die vorliegenden spärlichen Erfahrungen an Breithaupt höchstens dafür, dass eine kurzdauernde Arbeit den Eiweisszerfall nicht merk-

lich beeinflusst, geben aber über die Folgen der längere Zeit fortgesetzten Arbeit auf den Eiweissumsatz im Hungerzustande, der voraussichtlich unter diesen Umständen gesteigert sein wird, keine Auskunft.

Von Interesse ist endlich noch die Berechnung des Eiweissumsatzes in den Hungertagen aus der Grösse der N-Ausscheidung¹⁾:

	Cetti	Breithaupt
1. Hungertag	95,3 g Eiweiss	63,1 g Eiweiss
2.	79,3 - -	62,5 - -
3.	82,7 - -	83,7 - -
4.	78,1 - -	80,5 - -
5.	67,4 - -	68,9 - -
6.	63,6 - -	62,2 - -
7.	68,6 - -	
8.	56,1 - -	
9.	68,2 - -	
10.	59,7 - -	

Es zeigt somit der Eiweissumsatz an den späteren Hungertagen, vom 5. ab gerechnet, bei beiden Versuchsindividuen eine frappante Uebereinstimmung.

d. Harnschwefel (Munk).

Da der Schwefel des Harns, der sich zum grösseren Theil in oxydirter Form als Schwefelsäure, zum kleineren Theil in unoxydirter Form findet (der „neutrale“ Schwefel nach Salkowski), fast ausschliesslich dem zerstörten Eiweiss entstammt, so muss der Harn-S auch dem Harn-N parallel laufen und beide ungefähr in demselben Verhältniss stehen wie S : N im Eiweiss (1 : 13,4), oder da ein relativ grösserer Theil des S durch den Darm austritt, das Verhältniss ein klein wenig unter demjenigen liegen, welches für das Eiweiss zutrifft.

Nach den obigen Werthen für N und S (Tabelle 2, S. 21; Tabelle 7, S. 68) beträgt der Quotient $\frac{N}{S}$

¹⁾ Da Eiweiss rund 15,9 pCt. N enthält, so lässt sich aus dem Harn-N durch Multiplication mit 6,3 das umgesetzte Eiweiss berechnen.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10. Tag
bei Cetti . .	13,7	—	14,2	—	15	—	14	16	— 15,3

- Breithaupt 13,5 13 13,5 17 17 16,6

Bei Cetti berechnet sich der Quotient im Mittel der 6 Tage, an denen die Bestimmung gemacht ist, zu 14,7, bei Breithaupt im Mittel aller Hungertage zu 15,1. Mithin bewegt sich beide Male der Quotient innerhalb derjenigen Grenzen, welche der Zersetzung des Eiweiss im Körper entsprechen.

Etwas höher, zu 17,7, berechnen Pellizzari und Luciani¹⁾ den Quotienten $\frac{N}{S}$ im Harn ihres Hungerers, d. h. die S-Auscheidung wäre im Verhältniss zur N-Ausfuhr geringer als in unseren beiden Fällen. Allein jene Autoren haben nur die Schwefelsäure, nicht den neutralen Schwefel bestimmt. Da Letzterer nach Salkowski²⁾, Lépine und Flavard³⁾ sowie nach Stadthagen⁴⁾ 13—17 pCt. vom Gesammt-S und somit $\frac{1}{6}$ vom S der Schwefelsäure beträgt, musste der von Luciani und Pellizzari gefundene Werth um etwa $\frac{1}{6}$ zu niedrig ausfallen gegenüber dem Gesammt-S. Aus dem Vergleich des Gesammt-S-Gehaltes im Harn mit dem an Schwefelsäure (vergl. unten) ergiebt sich die bemerkenswerthe Thatsache, dass der neutrale Schwefel im Verlaufe des Hungerns nicht nur relativ, d. h. im Verhältniss zur Schwefelsäure, sondern auch absolut eine sehr beträchtliche Steigerung erfährt, dass also während der Hungerperiode nur ein kleinerer Anteil des Eiweisschwefels bis zur Stufe der Schwefelsäure oxydirt wird. Ein ähnliches Verhältniss hat Munk auch bei der hungernden Katze gefunden.

e. Präformirte und gebundene Schwefelsäure (Müller).

Durch die Arbeiten von Baumann in erster Linie, dann aber auch zahlreicher anderer Untersucher ist erwiesen, dass die Menge der an aromatische Körper gebundenen Schwefelsäure, der sogenannten Aetherschwefelsäure allein abhängig ist von dem Umfang und der Art der Fäulnissvorgänge im Darm. Man hat dem-

¹⁾ a. a. O. S. 145.

²⁾ Dieses Archiv. Bd. 58. S. 501.

³⁾ Révue de méd 1881. p. 27.

⁴⁾ Dieses Archiv. Bd. 100. S. 424.

nach in der Menge der im Tag ausgeschiedenen Aetherschwefelsäuren ein gewisses Maass für die Grösse der Darmfäulniss.

Die quantitative Bestimmung der gepaarten Schwefelsäure ergab nun in unseren beiden Fällen, dass erhebliche Mengen während des ganzen Hungers ausgeschieden wurden. Bei Breithaupt blieb die absolute Menge der gepaarten Schwefelsäuren zu Beginn der Inanition nahezu so hoch als während der Ernährungsperiode, nahm aber an den späteren Hungertagen langsam ab, bei Cetti dagegen stieg dieselbe, nachdem sie im Beginn des Hungers sehr klein gewesen war, allmählich zu sehr bedeutender Höhe an und erreichte ihr Maximum am 9. Hungertag, wo sie fast $\frac{1}{3}$ der gesammten Schwefelsäure betrug.

Man hat sich nach dem Vorgange von Baumann daran gewöhnt, das Verhältniss der präformirten (A) zur gebundenen Schwefelsäure (B) als Maassstab für die Darmfäulniss anzusehen, obwohl dieser Quotient lange nicht so klar die Menge der aus dem Darm in den Harn übergehenden aromatischen Produkte ausdrückt als die Tagesmenge der gebundenen Schwefelsäure.

Da es jedoch allgemein üblich ist, so soll der Quotient $\frac{A}{B}$ auch hier angegeben werden.

	Cetti			Breithaupt		
	A präformirte SO ₄ H ₂	B gebundene SO ₄ H ₂	$\frac{A}{B}$	A präformirte SO ₄ H ₂	B gebundene SO ₄ H ₂	$\frac{A}{B}$
Vorletzter Esstag	—	—	—	2,586	0,320	8,8
Letzter Esstag	2,790	0,185	14,5	2,606	0,250	10,4
1. Hungertag	2,094	0,060	36,5	2,156	0,398	5,6
2. -	1,777	0,043	40,9	1,800	0,336	5,3
3. -	1,874	0,064	29,3	2,235	0,276	8,1
4. -	1,907	0,104	18,3	2,029	0,239	8,5
5. -	1,665	0,160	10,4	1,927	0,135	14,2
6. -	1,607	0,136	11,8	1,546	0,216	7,1
7. -	1,356	0,259	5,2			
8. -	1,316	0,267	4,9			
9. -	0,815	0,389	2,3			
10. -	1,252	0,166	7,4			
1. Esstag	2,107	0,267	7,8	1,840	0,387	4,8
2. -	3,162	0,575	5,5	1,747	0,077	22,7

Es ergiebt sich demnach, dass vor dem Beginne des Hungerns der Quotient $\frac{A}{B}$ ungefähr normale Grösse zeigte; als normale Grösse gilt beim Menschen etwa 10 (van d. Velden). Bei Cetti stieg der Quotient in den ersten Hungertagen dadurch bedeutend an, dass die gepaarten Schwefelsäuren auf ein Minimum heruntergingen, während die Sulfatschwefelsäure nur wenig abnahm; vom 5. Hungertage ab dagegen änderte sich der Quotient sehr bedeutend, weil die Aetherschwefelsäure zunahm, die präformirte abnahm.

Bei Breithaupt war im Anfang des Hungerns die Menge der Aetherschwefelsäure grösser als in der Nahrungsperiode und der Quotient deswegen niedrig; später nahm die gebundene Schwefelsäure rascher ab als die präformirte und der Quotient stieg in Folge dessen.

In Luciani's Versuch ist auffallender Weise die Menge der gepaarten Schwefelsäuren fast um das 10fache kleiner als in unseren beiden Fällen.

f. Phenolbildende Substanz (Munk).

Von besonderem Interesse sind die Verhältnisse der Phenolausscheidung bei länger dauerndem Hunger.

Bekanntlich entsteht das Phenol (Kresol) im Darm als Fäulnissprodukt der Eiweissstoffe, tritt von dort aus in die Blutbahn über, paart sich mit Schwefelsäure und wird durch den Harn als Phenolätherschwefelsäure ausgeschieden. Indess verfällt nur ein Bruchtheil des im Darm gebildeten Phenols diesem Schicksal, der bei weitem grössere verschwindet im Körper, höchst wahrscheinlich durch Oxydation. Da nun die In- und Extensität der im Darm sich abspielenden Fäulnissprozesse grossen Schwankungen unterliegt, und wie die Versuche am Hunde¹⁾ und Pferde²⁾ mit innerlich gegebenem Phenol lehren, auch die Oxydationsgrösse bei den einzelnen Individuen Schwankungen aufweist, so versteht es sich leicht, dass die Phenolausscheidung,

¹⁾ Tauber, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 2. S. 366. — A. Auerbach, dieses Archiv. Bd. 77. S. 226. — I. Munk (u. Tereg), Arch. f. Physiol. 1880. Suppl. S. 16.

²⁾ I. Munk, Arch. f. Physiol. 1881. S. 460.

abgesehen von der Individualität, auch von der Natur des fäulnissfähigen Materials im Darm, der Dauer seines Verweilens daselbst und von manchen anderen, nicht scharf zu übersehenden Bedingungen abhängig ist. Nur so ist es zu erklären, dass, wie die Selbstversuche von I. Munk¹⁾) ergeben haben, bei einer an nähernd constanten gemischten Diät, die auch reichlich Fleisch enthielt, die tägliche Phenolausscheidung zwischen 17 und 51 mg schwankt. Den ersten Werth, 17 mg, finden wir auch bei Cetti am letzten Esstage.

Man sollte nun erwarten, dass, wofern die Zufuhr von Nahrungseiweiss, wie beim Hunger, sistirt, sich auch die Phenolausscheidung auf einen niedrigen Werth, vielleicht sogar auf Null einstellen wird. Dem scheint der Befund des 1. Hungertages zu entsprechen. An diesem Tage sank das Harnphenol in der That bis auf eine unwägbare Menge, betrug am 2.: 6, am 3.: 3, am 4.: 13 und am 5.: 11 mg. Dass unter diesen Umständen überhaupt noch Phenol gebildet wird, und zwar, da ein Theil des gebildeten Phenols im Körper stets durch Oxydation zerstört wird, in viel grösseren Mengen, als die Ausscheidung durch den Harn beträgt, kann nur in zwei Momenten begründet sein. Einmal können noch Residuen des zuvor genossenen Nahrungseiweiss, soweit sie nicht resorbirt sind, der Fäulniss im Darm unterliegen, sodann, was von grösserer Bedeutung ist, die Eiweissstoffe der in den Darm ergossenen Secrete: Bauchspeichel und Darmsaft, endlich die abgestossenen eiweishaltigen Darmepithelien. Da dies fäulnissfähige Material beim Hunger im Darm längere Zeit verweilt als sonst, indem der Hungerkoth (s. S. 106), der aus den Residuen der in den Darm ergossenen Verdauungssäfte incl. der Galle und aus dem abgestossenen Darmepithel besteht, nur in längeren Intervallen zur Ausstossung gelangt, so wird es nicht Wunder nehmen, wenn unter diesen die Intensität der Fäulniss begünstigenden Momenten die Phenolbildung um so reichlicher wird, je länger jene Residuen in der Darmhöhle zurückgehalten werden, je längere Zeit also zwischen den einzelnen Entleerungen gelegen ist. Dem entspricht es auch, dass, je länger die Zeit ist, welche bis zur Ausstossung des ersten Hungerkothes ver-

¹⁾ Arch. f. Physiol. 1880. Suppl. S. 23.

fliest, eine mit der Zahl der Tage wachsende Phenolbildung und Phenolausscheidung statthaben muss. Bei Cetti wurde der erste, noch Antheile der letzten Nahrung enthaltende Stuhl erst gegen Ende des 8. Tages entleert; 8 Tage lang war also von der zuletzt genossenen Nahrung ein Theil im Verein mit den stetig ergrossenen Darmsecreten zurückgehalten worden. Daher sehen wir die Werthe für das Harnphenol von 11 mg am 5. Hungertage ansteigen auf 34, 76, 138 mg, also auf Werthe, die bis zum $2\frac{1}{2}$ fachen der maximalen Ausscheidung bei Nahrungsaufnahme hinaufgehen. An dem auf die Stuhlentleerung folgenden 9. Hungertage findet sich sogar noch der höchste beobachtete Werth von 155 mg, was höchst wahrscheinlich dahin zu deuten ist, dass das bereits am 8. Tage vor der Entleerung überaus reichlich gebildete Phenol erst am folgenden Tage zur Ausscheidung gelangte. Sicher war auch noch ein grosser Theil des Hungerkothes trotz der Defäcation im Darm zurückgeblieben, wenigstens enthielten die Entleerungen zumeist Residuen der letzten Nahrung.

Solche Phenolmengen werden sonst nur gefunden, wofern die Fortbewegung der Darmcontenta stagnirt, wie beim Ileus und bei der Peritonitis. Mit dieser in Folge der Obstipation in grösserem Umfange erfolgenden Darmfäulniss hängen z. Th. wohl die kolikartigen Beschwerden zusammen, über die Cetti vom 6. Tage ab klagte und die ihm grosses Unbehagen erzeugten, bis dann nach eingetretener Defäcation die Beschwerden sofort schwanden und einem relativen Wohlbehagen Platz machten. Danach sank auch wieder die Phenolausscheidung und betrug am 10. Hungertage nur noch 54 mg, an den folgenden 2 Esstagen, obwohl nun Nahrungseiweiss reichlich zugeführt wurde, nur 46 bzw. 34 mg.

Aehnlich verhielt es sich bei Breithaupt, nur ist das Ansteigen der Phenolausscheidung kein so übermässiges als bei Cetti, stellte sich ja auch bei ihm bereits am Schluss des 3. Hungertages Stuhlentleerung ein. Während am letzten Esstage 10 mg Phenol entleert wurden, sank die Ausscheidung am 1. Hungertage bis auf 6 mg, stieg dann wieder auf 19, 20, 41 mg, um am Tage nach der ersten Defäcation, die nach Fr. Müller's Untersuchung (S. 64) zum grössten Theil Milch- und Brodkoth und nur zum kleinsten Theil Hungerkoth enthielt, den höchsten Werth zu erreichen, analog wie bei Cetti. Dann sank dieselbe,

auf 14 und 11 mg; am 1. Esstage, wo wieder eine Defäcation erfolgte, wurde die Ausscheidung minimal und betrug am 2. Ess-
tage nur 7 mg.

Aus beiden einander deckenden Beobachtungen¹⁾ geht mit Sicherheit so viel hervor, dass auch beim Hunger Phenol gebil-
det wird, dessen Entstehung auf Fäulniss z. Th. der noch im Darm vorhandenen Residuen der letzten Nahrung, z. Th. der auch beim Hunger in den Darm ergossenen eiweisshaltigen Secrete zu beziehen ist, und dass diese Eiweissfäulniss sich desto in- und extensiver entwickelt, je länger der letzte Nahrungskoth und der Hungerkoth im Darm zurückgehalten wird. Schon bei 3 tägiger Retention erreicht die Phenolbildung, obwohl sonst kein Nahrungs-
eiweiss in den Darm gelangt, einen Werth, der sich der Maximalausscheidung bei gemischter, reichlich Eiweiss bietender Kost nähert (Breithaupt), und wofern die Obstipation noch längere Zeit dauert, werden Werthe erreicht, welche bis $2\frac{1}{2}$ mal grösser sind, als die Maximalausscheidung bei Ernährung, und welche nach Salkowski's Fund sonst nur bei mehr oder weniger vollständigem Darmverschluss (Ileus) oder bei durch Peritonitis bedingter Aufhebung der Darmperistaltik oder nach Briege bei den von ihm als Fäulnisskrankheiten benannten Zuständen: Diphtherie, Scharlach, Erysipel, oder endlich bei ausserhalb des Darmes vor sich gehender Eiweissfäulniss, wie bei Lungengangrän, putrider Bronchitis, jauchiger Pleuritis zur Beobachtung kommen.

Diese Erfahrungen sind um so bemerkenswerther, als sonst bei einfacher Obstipation, gleichviel wie die Kost beschaffen ist, eine nennenswerthe Steigerung des Harnphenols nicht gefunden worden ist, obwohl doch auch hier die den Umfang der Fäulniss beherrschende Stagnation des Darminhaltes gegeben ist. Für den Hungerzustand kommt eben ein Moment hinzu, welches die Eiweissfäulniss im Darm in- und extensiver werden lässt. Hirsch-
ller²⁾ hat dargethan, dass die mit der Nahrung eingeführten Kohlehydrate (Rohrzucker, Stärke, Dextrin) und deren Derivate (Milchsäure), sowie Glycerin die Eiweissfäulniss, gemessen an

¹⁾ Auch Senator fand in seinem Falle von Schlafsucht mit Inanition (Neue Charité-Annal. Bd. 12) einmal eine Tagesausscheidung von 0,176 g Phenol.

²⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 10. S. 306.

der Menge des gebildeten Indol, Phenol und der Oxysäuren, mehr oder weniger hintanhalten; nach v. Nencki in Folge Bildung von Essigsäure und Milchsäure aus den Kohlehydraten. Beim Hungern, wo Kohlehydrate nicht in den Darm gelangen, bleibt dieser fäulnishemmende Einfluss aus, daher es zu einer reichlicheren Bildung jener aromatischen Produkte der Eiweissfäulniss kommt.

Mit unseren Beobachtungen ist ein neues Moment für die Steigerung der Phenolausscheidung gefunden: mehrtägige Retention des Darminhaltes im Hungerzustande.

Dass übrigens auch die Fäulniss im Darm und damit die Bildung und Ausscheidung des Phenols individuell schwankt, lehren unsere Befunde. Cetti lieferte auch bei Ernährung (letzter Esstag, 1. und 2. Nachtag) durchweg höhere Werthe für das Harnphenol, 17—46 mg, als Breithaupt, bei dem am letzten Ess- tag, vielleicht Hand in Hand mit dem sehr reichlichen Genuss von Kohlehydraten (s. später), das Phenol unwägbar war und an 2 anderen Tagen nur 7 bzw. 10mg betrug. Um so beweisender sind die hohen Ausscheidungswertes im Hungerzustande, wo das Maximum bei Cetti 9 mal, bei Breithaupt 4 mal den Werth des letzten Esstages überstieg.

g. Indigobildende Substanz (Müller).

Die indigobildende Substanz des Harns sinkt in beiden Fällen sofort mit dem Beginn des Fastens auf 0 herab und bleibt während der ganzen Dauer des Hungerns verschwunden. Bei Cetti stellt sich schon am ersten Nahrungstag ein ganz ansehnlicher Gehalt an Indican wieder ein, der, spektrophotometrisch bestimmt, 2,75 mg Indigo pro die entsprach. Bei Breithaupt fanden sich vor und nach der Fastenperiode nur Spuren.

Dieses Verschwinden der indigobildenden Substanz aus dem Harn des hungernden gesunden Menschen, das übrigens auch von Tuczek und Senator während der Inanition bei Geisteskranken beobachtet worden ist, erscheint deshalb auffällig, weil man gewöhnt ist, Phenol und Indol in einem Atem als Produkte der Darmfäulniss zu nennen, und weil nach den schon erwähnten Untersuchungen von Salkowski, Weiss und Müller beim hungernden Hund und der hungernden Katze grosse Men-

gen von indigobildender Substanz im Harn erscheinen. Müller¹⁾ konnte bei einem mittelgrossen Hunde während 12 tägigen Hungers im Mittel 6,69 mg Indigo und bei einer grossen Katze während 10 tägigen Hungers im Mittel 1,36 mg Indigo im Tage im Harn nachweisen. Es stellt sich also die eigenthümliche That-sache heraus, dass beim hungernden gesunden Menschen das Phenol in grosser Menge im Harn erscheint und die indigo-bildende Substanz verschwindet, während beim hungernden Hund nach I. Munk's²⁾ Untersuchungen das Phenol verschwindet, da-gegen reichlich indigobildende Substanz auftritt.

Doch verschwindet beim hungernden Menschen nur dann das Indican aus dem Harn, wenn keine Erkrankung im Bereich des Intestinaltractus besteht. Bei der oben (S. 107) erwähnten Kranken, die in Folge von narbigem Oesophagusverschluss nichts essen konnte, war während der gauzen Hungerperiode ein starker Gehalt des Harns an indigobildender Substanz nachweisbar. Die Laugenvergiftung hatte nicht nur den Oesophagus, sondern auch den Magen der Patientin geschädigt.

Dem oben beschriebenen Befund im Harne von Cetti und Breithaupt entsprechend, fand sich im Koth zwar Phenol, nicht aber Indol vor.

h. Aceton (Müller).

Durch die Untersuchungen von v. Jaksch³⁾ ist gezeigt wor-den, dass bei Hunger eine vermehrte Acetonausscheidung Statt hat; die Eisenchloridreaction des Harns auf Acetessigsäure wurde bei hungernden Geisteskranken von Siemens⁴⁾, Tuczek⁵⁾, Senator⁶⁾ und Külz⁷⁾ gefunden.

Auch bei Cetti und Breithaupt liess sich starke Eisenchlorid-reaction im Harn sowie auch im Aetherextract des angesäuerten

¹⁾ Mittheilungen der med. Klinik zu Würzburg. II. 1886.

²⁾ I. Munk, Zur vergleichenden Chemie des Säugetierharns. Arch. f. Anat. u. Physiol., physiol. Abth. Suppl. 1880. S. 29.

³⁾ Ueber Acetonurie und Diaceturie. Berlin 1885. S. 43 ff.

⁴⁾ Archiv f. Psych. Bd. 14. S. 593.

⁵⁾ Ebenda. Bd. 15. S. 784.

⁶⁾ a. a. O.

⁷⁾ Zeitschr. f. Biol. Bd. 23. S. 338.

Harns nachweisen, und dementsprechend fand sich auch im Destillat des angesäuerten Harns eine bedeutende Menge von Aceton. Bei Cetti zeigte sich die Eisenchloridreaction schon im Harn des ersten Hungertages deutlich und war am 2. Hungertag bereits stark ausgeprägt, von da ab war die Intensität der Biergärtnerfärbung durch Eisenchlorid während der ganzen Hungerperiode eine so intensive, wie man sie sonst nur in Fällen von schwerem Diabetes findet. Nach Beendigung des Fastens ging die Eisenchloridreaction eben so rasch, als sie aufgetreten war, wieder zurück, am ersten Nahrungstag war sie nur mehr schwach vorhanden, am 2. verschwunden. — Bei Breithaupt, bei welchem alle „Hungererscheinungen“ sich langsamer entwickelten und schwächer ausgeprägt schienen, war am ersten Hungertag noch keine Spur von Eisenchloridreaction im Harn nachweisbar, am zweiten Hungertag erst war sie angedeutet, am dritten Hungertag deutlich ausgesprochen und erst am fünften und sechsten Hungertag konnte man sie als „stark“ bezeichnen. Auch bei Breithaupt verschwand die Eisenchloridreaction, so rasch als bei Cetti, mit dem Wiederbeginn der Ernährung.

Die Menge des im Harndestillat durch Wägung (als Jodoform) bestimmten Acetons hält mit der Eisenchloridreaction ungefähr gleichen Schritt; offenbar stammt der weitaus grösste Theil des überdestillirten Acetons aus der Acetessigsäure des Harns; doch war auch vor dem Auftreten der Eisenchloridreaction und nach ihrem Verschwinden noch Aceton im Harndestillat nachweisbar. Leitete man ferner durch Harn, in welchem Eisenchloridreaction nachweisbar war, einen Luftstrom, so erzeugte die austretende Luft in alkalischer Jodjodkaliumlösung einen dichten Niederschlag von Jodoform (S. 68). Will man nun nicht annehmen, dass die Acetessigsäure schon durch den Luftstrom zerstetzt worden sei, so kann man hieraus folgern, dass der Hungerharn neben Acetessigsäure auch noch Aceton enthielt.

Berechnet man¹⁾), dass ein Gramm Jodoform 0,147 g Aceton entspricht, so ergibt sich, dass die Menge des im Tag gelieferten Acetons von ungefähr normaler Höhe (nach v. Jaksch

¹⁾ Neubauer und Vogel, Harnanalyse. 9. Aufl. 1890, I. Theil, bearbeitet von Huppert. S. 471.

ist 0,01 g noch normal) am letzten Nahrungstag bis zum ersten Hungertag um etwa das 30fache, bis zum zweiten Hungertage um das 47fache angestiegen ist. Das Maximum wurde am 4. Hungertage mit 0,784 g Aceton im Tag erreicht, von da ab machte sich wieder ein leichtes Absinken geltend, das vielleicht mit dem geringeren Eiweissumsatz in den späteren Hungertagen zusammenhang. Die Acetonmengen wurden nach der Nahrungs-zufuhr rasch wieder kleiner, doch betrug dieselbe am 2. Wieder-ernährungstag noch das Doppelte der von v. Jaksch als normal angegebenen Menge. Bei Breithaupt war während der ersten beiden Ernährungstage die Acetonmenge so gering, dass sie quantitativ nicht bestimmbar war; sie stieg sofort mit dem Beginn des Hungerns an, jedoch viel langsamer als bei Cetti; das Maximum wurde am 5. Hungertage erreicht, und zwar mit 0,575 g, zeigte also nicht ganz dieselbe Höhe als bei Cetti. Auch bei Breithaupt erfolgte das Absinken sehr rasch.

In den 4 Hungerversuchen von Fr. Müller, die schon angeführt worden sind (S. 107), war Eisenchloridreaction nachweisbar und das Harndestillat sehr reich an Aceton. Quantitative Untersuchungen sind nur in dem Falle von Oesophagusstenose angestellt worden. Entsprechend dem sehr viel geringeren Eiweissumsatz war hier trotz starker Eisenchloridreaction die Acetonmenge im Tage eine geringere als bei Cetti und Breithaupt. Sie betrug am Ende der Hungerperiode 0,154 g Aceton. Da bei dieser Kranken wegen der Oesophagusstenose anfangs nur sehr wenig Nahrung zugeführt werden konnte, so nahm die Eisenchloridreaction und die Acetonmenge viel langsamer ab als bei Cetti und Breithaupt. Die Eisenchlorid-reaction war erst am 5. Wiederernährungstag verschwunden; das Aceton betrug

am 1. Wiederernährungstag	0,127	g
- 2.	-	- 0,087 -
- 3.	-	- 0,096 -
- 4.	-	- 0,049 -
- 5.	-	- 0,047 -
- 6.	-	- 0,024 -
- 7.	-	- Spur
- 8.	-	- nicht mehr nachweisbar.

Es ist bekannt, dass eine starke Eisenchloridreaction des Harns und ein damit im Zusammenhang stehender Acetongehalt des Destillats sich hauptsächlich findet bei schweren Erkrankungen des Stoffwechsels, so bei schweren Fällen von Diabetes, seltener auch bei Carcinomen. Ja man nimmt sogar an, dass das Auftreten der Reaction ein schlimmes prognostisches Zeichen ist und dass bei solchen Kranken der Ausgang in Coma zu befürchten ist. Nach unserem Befund muss man annehmen, dass das Auftreten der Eisenchloridreaction und des Acetons ein regelmässiges Zeichen der Inanition ist, ein Zeichen dafür, dass der Organismus von seinem eigenen Eiweiss zehrt, d. h. auf Kosten seiner eigenen Organe lebt. Auch in den seltenen Fällen von Carcinom, in welchen Eisenchloridreaction beobachtet wird, scheint es, dass nicht der Krebs, sondern die dadurch bedingte Inanition als Ursache anzusprechen ist; wenigstens handelte es sich in den von mir beobachteten Fällen stets um vorgesetzte Krebse der Verdauungsorgane.

Nach den Beobachtungen von Külz¹⁾ war es sehr wahrscheinlich, dass der Harn unserer Hungerer, zu der Zeit, wo er starke Eisenchloridreaction zeigte, auch β -Oxybuttersäure enthielt; dass es in dem Falle Breithaupt nicht gelang, dieselbe nachzuweisen, lag vielleicht daran, dass nur eine zu kleine Quantität Harn zur Untersuchung genommen werden konnte.

i. Reducirende Substanzen (Munk).

Ausser den schon lange bekannten, an der Reductionswirkung jedes normalen Menschenharns betheiligten Substanzen, der Harnsäure und dem Kreatinin, hat man neuerdings noch einen anderen, nach Art von Traubenzucker, Kupferoxyd-reducirenden Stoff erkannt, welcher z. B. nach Einführung von Campher, Chloral, Butylchloral, Nitrotoluol, Naphtol, Phenol u. A. direct dargestellt werden konnte, die Glykuronsäure $C_6H_{10}O_7$, welche chemisch in naher Beziehung zum Zucker steht (Traubenzucker $C_6H_{12}O_6$) und von der es wahrscheinlich ist, dass sie sich in jedem normalen Harn findet und den überwiegend grössten Antheil an der Reductionswirkung des Harns nimmt.

¹⁾ Zeitschr. f. Biol. Bd. 23.

Salkowski¹⁾ erschliesst aus seinen Untersuchungen, dass der Gehalt an reducirenden Substanzen im Menschenharn zwischen 0,25 und 0,6 pCt. schwankt und dass davon nur $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{3}$ auf Harnsäure + Kreatinin, $\frac{4}{5}$ — $\frac{5}{6}$ höchst wahrscheinlich auf Glykuron-säureverbindungen zu beziehen sind. Ueber die absolute Grösse der Tagesausscheidung an reducirenden Substanzen durch den Harn und deren Schwankungen bei wechselnder Ernährung und im Hungerzustande liegen bisher, für den Menschen wenigstens, keine Erfahrungen vor²⁾.

Es erschien von Interesse, auch die Ausfuhrverhältnisse der reducirenden Substanzen beim Hunger und bei bestimmter Ernährung festzustellen. Die hierbei befolgte Methode ist diejenige, welche Munk³⁾ früher für den Harn als geeignet erprobt, deren Brauchbarkeit Hagemann⁴⁾ bestätigt und durch eine noch etwas schärfere Endreaction gehoben hat.

Bei Breithaupt, bei dem diese Bestimmungen ausgeführt worden sind, betrug die tägliche Ausscheidung an reducirenden Substanzen (vergl. Tab. 7, S. 68) an den beiden letzten Esstagen 7,7 und 5,3 g, sank am 1. Hungertag auf 4,5 g, stieg dann auf 7,3 und 7,8 g an, also auf Werthe, wie sie auch am vorletzten Esstage erhoben worden sind, sank vom 4. Hungertage langsam ab auf 6,7, 3,9 und 3,8 g, so dass an den beiden letzten Hungertagen sich die niedrigsten Werthe fanden. Im Mittel der 6 Hungertage betrug die tägliche Ausfuhr 5,7 g, war also etwas niedriger als an den beiden letzten Esstagen (Mittel 6,5 g). An den nachfolgenden Esstagen steigerte sich ihre Menge auf 4,7 g, war also nicht nur erheblich geringer als an den Vortagen, sondern selbst noch niedriger als im Durchschnitt der Hungertage.

An den erhobenen Werthen erscheint bemerkenswerth, einmal, dass in den letzten Esstagen, obwohl die N-Ausfuhr nur wenig abwich, 13,93 bezw. 13,02 g, der Gehalt an reducirenden Substanzen innerhalb weiterer Grenzen, um 30 pCt., schwankte, sodann, dass an den Hungertagen absolut und relativ hohe Werthe

¹⁾ Centralbl. f. d. med. Wiss. 1886. No. 10.

²⁾ Für den Hund hat I. Munk solche Bestimmungen ausgeführt. (Dieses Archiv. Bd. 105. S. 79.)

³⁾ Dieses Archiv. Bd. 105. S. 73.

⁴⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 43. S. 501.

für die Ausscheidung der reducirenden Substanzen bestanden, deren Maxima am 2. und 3. Tage den höchsten Werth der Vortage erreichten und deren Mittel nur um 13 pCt. hinter den Vortagen zurücksteht. Diese Beobachtungen stehen im Einklang zu den am Hunde gemachten Erfahrungen¹⁾. Obwohl hier bei gleichmässiger Fütterung (Fleischkost) die Tagesmenge und das spec. Gewicht des Harns sich nur innerhalb enger Grenzen bewegten und die Harnstoffausscheidung annähernd constant war, schwankte der Gehalt an reducirenden Substanzen absolut bis um das 3fache; bei reichlicher Zufuhr von Kohlehydraten war die Ausfuhr an reducirenden Substanzen eher noch geringer als bei reiner Fleischnahrung; endlich wurde an den Hungertagen, wo doch vorwiegend Fleisch und Fett vom Körper in Zerfall gerath, ziemlich eben so viel an reducirenden Substanzen ausgeschieden, als bei kohlehydratereichem Futter. Daraus war zu schliessen, dass in den Kohlehydraten der Nahrung nicht die Quelle für die reducirenden Substanzen des Harns, insbesondere nicht für die den Kohlehydraten nahestehenden Glykuronsäureverbindungen gelegen sein kann, dass vielmehr, wie insbesondere aus den Verhältnissen bei Hunger und bei reiner Fleischkost hervorgeht, als Quelle für die reducirenden Substanzen, für welche eine Beziehung zum Fett kaum bestehen dürfte, das zerstörte Eiweiss (des Körpers bzw. der Nahrung) anzusprechen sei. Allerdings besteht, wie schon für den Hund hervorgehoben wurde und nunmehr auch für den Menschen bestätigt werden kann, keine directe Proportionalität zwischen der Grösse des Eiweisszerfalles und der Menge der durch den Harn ausgeführten reducirenden Substanzen, insfern, wie aus den Bestimmungen bei Breithaupt hervorgeht, einmal bei Nahrungszufuhr die Ausscheidung an reducirenden Substanzen um 30 pCt. schwanken kann, während die Grösse des Eiweisszerfalles nur um 7 pCt. abweicht, andererseits im Hunger bei annähernd gleicher N-Ausscheidung (2. Tag 9,92 g, 6. Tag 9,88 g) die Menge der reducirenden Substanzen das eine Mal fast doppelt so gross ist als das andere Mal.

Immerhin fallen auch beim Hunger die absolut grössten Werthe für die reducirenden Substanzen mit der höchsten N-Aus-

¹⁾ I. Munk, dieses Archiv. Bd. 105. S. 80.

scheidung zusammen, so am 3. und 4. Hungertag; umgekehrt hat der letzte Hungertag bei niedrigster N-Ausfuhr auch den niedrigsten Werth für die reducirenden Substanzen (3,8 g). Nach allem bleibt nur die Möglichkeit, dass, von der Harnsäure (und dem Kreatinin) abgesehen, deren Abstammung aus dem Eiweiss zweifellos ist, auch die Glykuronsäureverbindungen in einer, der Grösse des Eiweisszerfalles proportionalen Menge gebildet, aber bald in grösserem, bald in geringerem Umfange weiter zersetzt werden, so dass je nachdem grössere oder kleinere Anteile der gebildeten Verbindungen für die Ausscheidung durch die Nieren verfügbar sind. Immerhin stellt sich die mittlere Tagesausfuhr sowohl an den Ess- wie an den Hungertagen annähernd proportional der N-Ausscheidung heraus; an den Hungertagen wurde im Mittel 17 pCt. weniger N und 13 pCt. weniger an reducirenden Substanzen ausgeschieden als an den Esstagen.

Dass aus dem Eiweiss bei dessen Zerfall bis zum Harnstoff C, H, O-haltige Atomcomplexe sich abspalten, aus denen unter gewissen Umständen auf synthetischem Wege Kohlehydrate (oder die demselben nahestehenden Glykuronsäuren) entstehen können, dafür sprechen verschiedene Erfahrungen: die Bildung von Glykogen in der Leber und von Milchzucker in der Milchdrüse auch bei reiner Eiweisskost, Ausscheidung von Glykuronsäure durch den Harn auch beim Hungerthier¹⁾), die Zuckerausscheidung mancher Diabetiker auch bei ausschliesslicher Eiweisskost und endlich die von v. Mering nachgewiesene Zuckerausscheidung sowohl beim hungernden als beim ausschliesslich mit Eiweiss gefütterten Thier nach Einverleibung von Phloridzin.

Es scheint nun, als ob die Bildung von reducirenden Substanzen aus zerfallendem Eiweiss und deren Ausscheidung durch den Harn an den dem Hunger nachfolgenden Esstagen, gleichwie der N-Umsatz selbst, herabgesetzt ist, dass also der Organismus unmittelbar nach der Hungerperiode die reducirenden Substanzen, ebenso wie Wasser, anorganische Salze, Eiweiss und Fett, zur Deckung der während des Hungers entstandenen Verluste zurückzuhalten bestrebt ist, wenigstens ist die Ausschei-

¹⁾ Direct als solche darstellbar nach Eingabe von Chloral (H. Thierfelder, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 10. S. 134).

dung derselben nunmehr noch niedriger als im Mittel der Hungertage.

Fr. Hofmeister¹⁾ hat neuerdings gefunden, dass nach 3—20 tägiger Nahrungsentziehung bei Hunden auf nunmehrige Zufuhr von Stärke ein Theil derselben in Form von Zucker durch den Harn ausgeschieden wird. Danach spricht Hofmeister von „Hungerdiabetes“, obwohl es nicht gelungen ist, die Zuckerausscheidung zu einer dauernden zu machen; durch weitere Versuche und Erwägungen kommt er zum Schluss, dass der Hungerzustand die Grösse der Ausnutzung oder die Assimilationsgrenze für Kohlehydrate mehr oder weniger stark herabsetzt. Beim Menschen stellte sich von diesem Hungerdiabetes des Hundes kein Anzeichen ein. Denn obwohl Breithaupt 6 Tage hungrte, war seine Ausscheidungsgrösse an kupferoxyd-reduzierenden Substanzen, zu denen der Harnzucker in erster Reihe gehört, an den beiden nachfolgenden Esstagen sogar noch geringer als im Durchschnitt der Hungertage, obwohl er an dem, dem Hunger nachfolgenden 1. Ess-tage mit der Nahrung 275 g Stärkemehl und 68 g Zucker, am 2. Esstage 257 g Stärke und 53 g Zucker aufnahm.

k. Fermente, Eiweiss.

Was die Fermente des Harns betraf, deren Untersuchung von H. Leo und Senator ausgeführt wurde, so liess bei Cetti sich tryptisches Ferment überhaupt nicht nachweisen, dagegen zeigte sich, dass der Harn auch während der Hungerperiode peptisches Ferment, d. h. solches, welches in saurer Lösung Fibrin verdaute, enthielt; während der Hungerperiode waren nur Spuren von diesem Ferment aufzufinden, am 2. Wiederernährungs-tage dagegen erhebliche Mengen desselben.

Den Schweiß zu untersuchen, war bei der Geringfügigkeit desselben in beiden Fällen nicht möglich. Nur ein einziges Mal konnte bei Cetti festgestellt werden, dass er frisch, d. h. sofort nach dem Hervortreten der Tröpfchen sauer reagirte.

Der Speichel von Cetti enthielt nach der mehrmals von H. Leo vorgenommenen Untersuchung auch während des Hun-gerns diastatisches Ferment.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass der Harn bei Cetti und Breithaupt während der Hungerperiode meist Eiweiss, allerdings nur in sehr kleiner Menge enthielt; dass er dagegen bei täg-licher sorgsamster Untersuchung stets zuckerfrei gefunden wurde.

¹⁾ Zeitschr. f. exper. Path. Bd. 26. S. 355.

Auch Luciani erwähnt, dass der Urin von Succi niemals Zuckerreaction gab, selbst dann nicht, als per Clysma eine nicht unbeträchtliche Menge von Traubenzucker eingeführt wurde.

I. Die Kohlenstoffausscheidung (Munk).

Die Kenntniss der C-Ausfuhr durch den Harn ist, wie bekannt, neben der des in Form von CO_2 exhalirten C erforderlich, um eine Vorstellung von der Gesammtmenge des verbrauchten Kohlenstoffs zu gewinnen. Da sowohl die N-haltigen Bestandtheile des Körpers (Eiweiss, Leim) wie die N-freien (Fette, Kohlehydrate) Kohlenstoff enthalten, ist ein Schluss, in wie weit der ausgeschiedene C dem Fett und in wie weit dem Eiweiss angehört, nur möglich, wenn gleichzeitig die Gesammt-N-Ausscheidung (durch Harn und Koth) bestimmt wird.

Geht man der Einfachheit halber vom Hungerzustand aus, so wird, da sich im Eiweiss auf 53 pCt. C rund 16 pCt. N finden, wofern nur Eiweiss (Körperfleisch) zerstört ist, sich die C- zur N-Ausscheidung annähernd wie 53 : 16 oder wie 3,3 : 1 verhalten müssen. Was über diesen, dem zerfallenen Eiweiss entsprechenden Betrag an C sich im Harn, im Koth und in der Ausathmung findet, ist aus anderem, C-haltigen, aber N-freien Material hergegeben worden. Nun trifft man aber im Körper ausser Fett kaum wesentliche Mengen anderer, N-freier organischer Stoffe an; folglich kann man den Ueberschuss der C-Ausscheidung über den C des zersetzen Eiweiss auf vom Körper abgegebenes Fett beziehen. Da die thierischen Fette im Mittel 76,5 pCt. C einschliessen, so erhält man durch Multiplication des C-Ueberschusses mit $\frac{100}{76,5} = 1,3$ die Menge des vom Körper abgegebenen Fettes¹⁾.

Für gewöhnlich erscheint zwar der gesammte N des zerstörten Eiweiss im Harn wieder, nicht aber der C, von dem viel-

¹⁾ Nehmen wir z. B. an, ein hungernder Mensch habe durch den Harn 12 g N und 10 g C, ferner durch die Athmung 180 g C abgegeben, so würden, da zu den 12 g N, welche in zerfallenen 75 g Körpereiweiss (353 g Fleisch) stecken, rund 40 g C gehören, $190 - 30 = 160$ g C dem Fett des Körpers entstammen. Diese C-Menge entspricht $160 \times 1,3 = 208$ g Fett.

mehr nach den Bestimmungen von Bidder und Schmidt, sowie von Pettenkofer und Voit höchstens $\frac{1}{4}$ durch den Harn in Form von Harnstoff, Harnsäure, Kreatinin, Hypoxanthin, aromatischen Stoffen u. A. austritt, während gut $\frac{3}{4}$ durch die Athmung in Form von CO_2 den Körper verlassen. Wenn daher der C-Gehalt des Harns auch nur gering ist, im Mittel beträgt er nur 5 pCt. der gesammten C-Ausscheidung, so ist er doch andererseits für die Aufstellung der C-Bilanz nicht zu vernachlässigen.

Zur Bestimmung der C-Ausscheidung im Harn wurde so verfahren, dass von einer grösseren, mit verdünnter Salzsäure schwach angesäuerten Harnmenge je 5 oder 10 ccm mit feinstem Kupferoxydpulver, das Hofmeister'sche Glasschälchen zu $\frac{2}{3}$ füllte, auf dem Wasserbade eingetrocknet wurden; dann wurde Schälchen nebst Inhalt im Porzellanmörser zu feinem Pulver zerdrückt, in ein am einen Ende geschlossenes und mit grobkörnigem Kupferoxyd zu $\frac{1}{3}$ der Länge beschicktes Verbrennungsrohr eingefüllt, Kupferoxyd nachgefüllt; den Schluss des Rohres bildete eine reducirete Kupferspirale. Zum Auffangen des bei der Verbrennung entweichenden Wasserdampfes diente ein U-förmiges Chlorcalciumrohr, während CO_2 durch einen, mit starker Kalilauge gefüllten Geissler'schen Kugelapparat fixirt wurde. Um den bei zu starker Durchströmung aus der Lauge etwa fortgerissenen Wasserdampf zu fixiren, war an den Kugelapparat ein zweites Chlorcalciumrohr angefügt und dieses wiederum gegen das Eindringen von Feuchtigkeit und CO_2 aus der Luft durch ein Natronkalkrohr geschützt.

Bei Cetti konnten diese Bestimmungen nur an 2 Tagen ausgeführt werden; für den 1. Hungertag fanden sich 12,36 g C auf 13,55 g N, somit traf 1 Th. N auf 0,9 Th. C; am 5. Hungertage fanden sich 14,85 g C auf nur 10,69 g N, also traf hier schon 1 Th. N auf 1,39 Th. C. Es war nicht wenig auffallend, dass der C-Gehalt des Hungerharns so hoch sein sollte, dass er den N-Gehalt schliesslich sogar übertraf. Leider wurde die Berechnung erst gemacht, als kein weiteres Material mehr zur Verfügung stand, an dem das Resultat noch einmal hätte controlirt werden können. Es erhob sich nehmlich der Verdacht, dass, da der nur auf dem Wasserbade getrocknete Harn selbst noch Wasser enthielt, ferner beim Verbrennen der H-haltigen organischen Substanzen noch weiter Wasser gebildet wurde, diese nicht unbeträchtliche Wassermenge, zumal wenn die Gasentwickelung lebhaft von Statten geht, nicht durch ein einziges Chlorcalciumrohr mit Sicherheit gebunden werden möchte.

Bei Breithaupt, wo diese Bestimmungen an allen Hungertagen und an 3 Esstagen geschahen, wurde zur Vorsicht zwischen das erste Chlorcalciumrohr und den Kugelapparat noch ein zweites Chlorcalciumrohr eingeschoben und jede Bestimmung zweimal ausgeführt. Nunmehr wurden minder auffällige Resultate erzielt.

Bei Breithaupt wurde gefunden:

	N	C	N : C
Letzter Esstag	13,02	10,83 ¹⁾	1 : 0,83
1. Hungertag	10,01	8,78 ²⁾	1 : 0,88
2. -	9,92	9,38 ³⁾	1 : 0,95
3. -	13,29	11,09 ⁴⁾	1 : 0,83
4. -	12,78	8,74 ⁵⁾	1 : 0,68
5. -	10,95	8,63 ⁶⁾	1 : 0,79
6. -	9,88	8,77 ⁷⁾	1 : 0,89
1. Esstag	11,88	10,02 ⁸⁾	1 : 0,84
2. -	8,26	6,26 ⁹⁾	1 : 0,76

Es bestehen also keine erheblichen Unterschiede im Verhältniss der N- : C-Ausscheidung durch den Harn zwischen Ess- und Hungertagen. An den 6 Hungertagen wurden auf 67,83 g N im Ganzen 55,39 g C entleert, also verhält sich Harn-N : Harn-C = 1 : 0,82. An den 3 Esstagen trafen 33,16 g N auf 27,11 g C, also verhielt sich Harn-N : Harn-C = 1 : 0,8. In den 424 g Eiweiss, welche nach Maassgabe der ausgeschiedenen 67,83 g Harn-N an den Hungertagen zerstört worden sind, steckten $67,83 \times 3,3 = 223,84$ g C. Durch den Harn sind thatsächlich 55,39 g C ausgeschieden, also bleiben noch 168,45 g bei der Eiweisszerstörung frei gewordener C für die Athmung verfügbar; daraus können sich 618 g CO₂ bilden. Eine ebenso grosse CO₂-Menge entsteht bei der Zerstörung von 219 g Fett, d. h. von der aus der ausgehauchten CO₂-Menge zu berechenden Grösse der Fettzerstörung sind an den 6 Hungertagen 219 g Fett oder im Durchschnitt für den Hungertag 36,5 g Fett in Abzug zu bringen. Da sich dadurch die Grösse des thatsächlich verbrauchten Fettes gegenüber dem aus der ausgehauchten CO₂-Menge direct berechneten um ein volles Fünftel ermässigt, wird zugleich der zahlenmässige Beweis dafür erbracht, dass für die Berechnung des Fettverbrauches die

¹⁾ 4,85 g Harn gaben 0,2189 g CO₂.

²⁾ 4,904 - - - 0,1127 - -

³⁾ 4,9 - - - 0,1366 - -

⁴⁾ 4,915 - - - 0,1171 - -

⁵⁾ 4,85 - - - 0,1195 - -

⁶⁾ 4,85 - - - 0,1534 - -

⁷⁾ 4,75 - - - 0,1528 - -

⁸⁾ 4,85 - - - 0,1782 - -

⁹⁾ 5 - - - 0,1146 - -

Feststellung der C-Ausscheidung durch den Harn absolut nothwendig ist.

Bestimmungen über die C-Ausscheidung durch den Harn beim Hunger liegen für den 1. Hungertag von Pettenkofer und Voit¹⁾ vor; danach traf in 3 verschiedenen Hungerreihen auf

12,51 N	8,25 C
12,27 -	8,05 -
12,26 -	9,3 -

also im Mittel auf 1 Th. N nur 0,7 Th. C oder noch etwas weniger als bei unserem Hungerer.

m. Aschebestandtheile (Munk).

1. Chloride.

Von allen Aschebestandtheilen des Harns ist über die Chloride bisher noch relativ das Meiste bekannt.

Da das Chlor im Harn den Alkalichloriden der Nahrung, hauptsächlich dem Chlornatrium, in viel geringerem Maasse dem Chlorkalium entstammt, so begreift es sich, dass im Hungerzustande, also bei Aufhebung der Cl-Zufuhr mit der Nahrung, die Cl-Ausscheidung auch sofort sinken wird. Und zwar ist in den ersten Tagen, wo von der vorher genossenen Nahrung noch ein mehr oder minder grosser Rückstand im Blut und in den Geweben vorhanden ist, zunächst dieser abgegeben, daher die Cl-Ausfuhr am ersten bzw. den ersten beiden Hungertagen noch beträchtlich ist. Da aber bis zum Hungertode stetig kleine Mengen von Cl mit dem Harn austreten, muss offenbar der Körper selbst von seinem Cl-Bestande im Blut und in den Geweben zuschiesessen, allein da dieser Cl-Antheil fester gebunden ist, so geht immer nur ein kleiner Bruchtheil davon zu Verlust, daher der stetig tiefer absinkende Werth für die Cl-Ausfuhr. Höchst wahrscheinlich beruht dies darauf, dass der bei weitem grösste Theil des NaCl im Blute nicht einfach gelöst, sondern wie Hoppe-Seyler meint, an die Eiweissstoffe des Blutplasma fester gebunden ist.

Beides tritt in unseren Hungerreihen deutlich hervor. Bei Cetti sank die Cl-Ausscheidung von 5,43 g am letzten Esstage

¹⁾ Zeitschr. f. Biol. Bd. 2. S. 479.

am 1. Hungertage sofort auf 1,6 g, betrug am 2. Tage 2,3 g, am 3. 1,7 g, am 4. 1,55 g, am 5. 1,4 g, am 6. 1,09 g. Offenbar war der durch die voraufgegangene Nahrung bei Cetti gesetzte Cl-Vorrath im Körper nicht unbeträchtlich, sonst hätte die Cl-Ausfuhr vom 3. Hungertage ab niedriger sein müssen. Weiterhin sank die Cl-Ausscheidung allmählich und betrug am 10. Tage nur 0,62 g. Im Ganzen wurden in den 10 Hungertagen 13,13 g Cl durch den Harn entleert. Nun wurden in den Hungertagen rund 3300 g Fleisch zersetzt, die nach Bunge¹⁾ nur 1,32 g Cl enthalten, also mussten 11,8 g Cl dem von der früheren Nahrung gesetzten Cl-Ueberschuss sowie dem Cl-Gehalt des Blutes und der Gewebe entstammen. Ein kleiner Theil könnte auch vom Trinkwasser geliefert sein, das indess nur 0,252 g Cl²⁾ liefern konnte, endlich war noch daran zu denken, dass aus den Cigaretten Kochsalz in den Körper gelangt war, von denen jede einzelne etwa 5 mg Cl³⁾ enthielt. Aber auch bei Berücksichtigung dieser Factoren bleiben noch rund 11 g, die, von dem ursprünglich vorhandenen Cl-Ueberschuss im Blute, sowie von den Geweben geliefert sein mussten.

Dass in der That durch die Hungerperiode der Körper chlorärmer geworden ist, geht schlagend aus der Thatsache hervor, dass am nachfolgenden 1. Esstage, wo Cetti rund 5 g NaCl = 3,04 g Cl mit der Nahrung aufnahm, volle 2 Drittel davon im Körper zurückbehalten worden sind, offenbar um den während des Hungerns zu Stande gekommenen Cl-Verlust möglichst zu ersetzen. Auch am 2. Esstage, an dem Cetti sehr reichlich Nahrung mit wohl mindestens 10 g NaCl = 6,6 g Cl zu sich genommen hat, ist die Cl-Ausscheidung noch abnorm niedrig, 2,4 g.

Noch typischer verlief die Curve der Cl-Ausscheidung bei Breithaupt. An den beiden letzten Esstagen betrug die Cl-Aus-

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 9. S. 60. — Fleisch enthält 0,04 pCt. Cl.

²⁾ 250 ccm Leitungswasser, eingedampft; der Rückstand in etwa 25 ccm Aq. dest. aufgenommen, erforderte bei der Titrirung nach Mohr 8,45 ccm Zehntelsilberlösung = 0,0085 g NaCl. Also enthält das Leitungswasser in 100 ccm 3,4 mg NaCl = 2,1 mg Cl.

³⁾ 3,049 g Cigaretten (4 Stück), vorsichtig von Herrn Dr. Hagemann verkokt, die Kohle mit heissem Wasser ausgelaugt, Filtrat mit Silberlösung titriert, erforderte 17,5 ccm Fünftelsilberlösung = 21 mg Cl.

fuhr 6,5 und 5,6 g Cl, am 1. Hungertage noch 3,9 g, damit war der Cl-Rückstand im Blut und in den Säften erschöpft, denn schon am 2. Hungertage sank das Harn-Cl auf 1,1 g und weiterhin von Tag zu Tag tiefer, am 6. Tage bis auf 0,35 g Cl. Während der Carenz wurden insgesammt 7,4 g Cl entleert, denen in der Einfuhr (9240 ccm Trinkwasser) nur 0,2 g Cl gegenüberstehen. Setzen wir selbst 3 g Cl von den 3,9 g Cl am 1. Hungertage auf Rechnung des im Blute und den Säften vorhandenen Cl-Ueberschusses, so bleiben immer noch 4,2 g Cl, welche vom Körper selbst hergegeben sein müssen; 0,8 g davon sind bei der Zerstörung von 2000 g Fleisch, die an den 6 Hungertagen verbraucht worden sind, frei geworden. Allein höchst wahrscheinlich ist schon der grösste Theil der Cl-Abgabe am 1. Hungertage gleichfalls vom Cl-Gehalt der Gewebe selbst zugeschossen worden. Denn am 1. Esstage, wo mit der Nahrung 8,9 g Cl¹⁾ zugeführt worden sind, gelangten nur 0,28 g Cl, also kaum 4 pCt. der Einfuhr, zur Ausscheidung durch den Harn, rund 8,6 g Cl wurden im Körper zurück behalten. Diese Cl-Retention am 1. Esstage ist so stark, dass die Cl-Ausscheidung sogar noch um $\frac{1}{5}$ niedriger war als selbst am letzten Hungertag. Am 2. Esstage betrug die Cl-Ausfuhr 4,05 g gegenüber einer Einfuhr von 9,6 g, also wurden auch hier rund 5,5 g Cl im Körper zurück behalten.

Beim hungernden Succi betrug nach Luciani²⁾ die Cl-Ausscheidung an den ersten 10 Hungertagen: 1,35, 0,54, (1,16), 0,85, 0,82, (0,84), (0,8), 0,74, 0,55, 0,51 g; die Cl-Curve verläuft also gewissermaassen in der Mitte zwischen der von Cetti und der von Breithaupt. Offenbar hatte sich Succi keinen grossen Cl-Vorrath durch die vorauf gegangenen Esstage, an denen im Mittel 6,3 g Cl mit dem Harn austraten, angelegt, daher die relativ und absolut niedrige Cl-Ausfuhr des 1. und der jähre Abfall schon am 2. Hungertage.

Die eingeklammerten Werthe für den 3., 6. und 7. Hungertag Succi's fallen aus der Reihe heraus. Es erklärt sich dies einfach so, dass an diesen Tagen 150—200 ccm Salzwasser von Riolo mit fast 2 pCt. Cl getrunken wurden, daher die Cl-Ausfuhr grösser ist, als sie ceteris paribus gewesen

¹⁾ 2,2 g Cl in den Nahrungsmitteln (Milch, Fleisch, Brod, Reiss), 6,7 g Cl in 10 g zugefügtem Kochsalz.

²⁾ a. a. O. S. 172.

wäre. Luciani meint zwar, dass die hohe Cl-Ausscheidung dieser 3 Tage vielmehr von der reichlichen Wassereinfuhr (1300, 650, 800 ccm) abhänge; allein dem kann man nicht beistimmen, sehen wir doch bei Breithaupt ungeachtet des Genusses grösserer Wassermengen und selbst ungeachtet der viel grösseren Harnmenge die Cl-Ausfuhr im Ganzen und für jeden einzelnen Hungertag (den 1. ausgenommen) wesentlich niedriger ausfallen als bei Cetti. Zudem sind die Harnvolumina, durch welche reichlichere Cl-Autheile aus dem Körper hätten ausgespült werden können, an den qu. Tagen nicht wesentlich grösser, 600 bzw. 550, bzw. 550 ccm, als an den übrigen Tagen, beziffert sich doch, wenn diese 3 Tage ausser Rechnung bleiben, das tägliche Harnvolumen der übrigen 7 Tage der 1. Hungerdekade zu 550 ccm, ist also kaum kleiner als an jenen qu. 3 Tagen.

Dauert die Carenz noch länger als 10 Tage, so werden noch kleinere Werthe für die Cl-Ausscheidung erreicht, so bei Succi am 26. Tage nur 0,12 g Cl, bei einer abstinirenden Irren Tuczek's vom 15.—21. Hungertage nur 0,26 g Cl.

Die an hungernden Hunden gemachten Erfahrungen lehren zwar auch, dass die Curve der Cl-Ausscheidung einen ähnlichen, absinkenden Verlauf nimmt, allein der Abfall ist viel jäher, derart, dass etwa schon am 3. oder 4. Tage nur noch wenige Centigramm ausgeschieden werden. F. A. Falck's¹⁾ Hungerhund hat am 1. Hungertage 0,22, am 10. nur 0,15, am 23. nur 0,02 g, in einem anderen Versuch am 1. Tage sogar nur 0,17, am 10. 0,01, am 59. 0,02 g Cl. abgegeben; I. Munk's²⁾ Hungerhund am 1. Tage 0,16, am 2. 0,1, am 4. 0,06, am 8. 0,05, am 10. 0,03 g, also nur $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{10}$ so viel Cl als unsere Hungerer. Der Grund dafür ist in Folgendem zu finden. Der Hund, überhaupt die Fleischfresser, bedürfen keiner grossen Cl-Einfuhr; ein grosser Hund von 30 kg kommt nach Voit³⁾ mit 500 g Fleisch und 100—200 g Fett auf die Dauer aus, obwohl das Futter nur 0,2 g Cl⁴⁾ pro Tag bietet; er scheidet dabei nicht mehr als 0,2 g Cl aus, befindet sich also im Cl-Gleichgewicht. Der Mensch dagegen, der von Jugend auf gewöhnt ist, Tag für Tag eine grosse Menge von Chloriden, zumeist als Genuss- und

¹⁾ Beiträge zur Physiologie u. s. w. 1875. S. 91.

²⁾ noch nicht publicirt.

³⁾ in L. Hermann's Handb. d. Physiol. VI. 1. Th. S. 364.

⁴⁾ Voit giebt 0,37 g an, indem er den Cl-Gehalt des Fleisches zu 0,06 pCt. ansetzt; nach Bunge's Bestimmungen beträgt er indess nur 0,04 pCt. Cl.

Würzstoff aufzunehmen, hat einen gewissermaassen durch Züchtung und Gewöhnung herangebildeten grösseren Cl-Umsatz, daher er selbst bei einer 4 mal so grossen Cl-Zufuhr, als beim Hund zur Deckung des Bedarfs genügt, nicht ausreicht, sondern, wie in den Selbstversuchen von Wundt¹⁾ sowie von Klein und Verson²⁾ mit chlorarmer Nahrung, erhebliche Cl-Mengen vom eigenen Körper hergiebt; in Folge des gewohnheitsmässigen reichlichen Cl-Genusses führt er grössere Cl-Rückstände oder Ueberschüsse in seinen Säften; sodann ist es wahrscheinlich, dass, entsprechend dem schnelleren Umsatz des Cl, ein absolut wie relativ grösserer Anteil als beim Hunde sich in den Säften gelöst, nicht fest gebunden findet.

2. Natron und Kali.

Die Ausscheidung der fixen Alkalien durch den Harn hängt, da der Organismus seinen Alkalibestand mit grosser Zähigkeit festhält, andererseits in den Körper eingeführter Alkalien sich mehr oder weniger schnell durch den Harn entledigt, im Wesentlichen nur von dem Verhältniss ab, in dem die beiden Alkalien in den Körper eingeführt werden. Nun überwiegen zwar sowohl in manchen animalischen (Fleisch, Milch) als in den meisten pflanzlichen Nahrungsmitteln (Cerealien, Hülsenfrüchte, Kartoffeln, Gemüse) die Kalisalze über die Natronsalze, allein da wir den Speisen bei der küchengemässen Zubereitung Kochsalz, je nach der Geschmacksrichtung in mehr oder minder reichlicher Menge, zumeist als Würzstoff, hinzusetzen, resultirt im Grossen und Ganzen ein Ueberschuss in der Einfuhr von Natronsalzen über die Kalisalze. Daher scheidet auch der Mensch bei gewöhnlicher Ernährung durch den Harn reichlicher Natron als Kali aus. Von der Gesammtmenge der Alkalien im Harn treffen bei gemischter Kost rund 64 pCt. auf Natron und 36 pCt. auf Kali. Salkowski³⁾ fand an sich selbst bei gemischter Kost im Mittel aus 3 Bestimmungen auf 63 Th. Natron nur 37 Th. Kali im Tagesharn, Stadelmann⁴⁾ im Mittel von 5 Bestimmungen sogar auf

¹⁾ Journ. f. prakt. Chem. Bd. 59. S. 354.

²⁾ Wien. akad. Sitz.-Ber. Math.-phys. Klasse. 1867. II. S. 627.

³⁾ Dieses Archiv. Bd. 53. S. 215.

⁴⁾ Arch. f. exper. Pathol. Bd. 17. S. 433.

70 Th. Natron nur 30 Th. Kali, Beckmann¹⁾) bei gemischter Kost und im N-Gleichgewicht auf 64 Th. Natron nur 36 Th. Kali, endlich Bunge²⁾) im normalen Harn des Menschen als Mittel zweier Bestimmungen 40 Th. Kali auf 60 Th. Natron.

Aehnlich verhält es sich auch bei Cetti am letzten Esstage; es entfielen von den Harnalkalien 59 pCt. auf Natron und 41 pCt. auf Kali. Grösser, in Folge reichlicherer Aufnahme von Kochsalz, war die Natronausscheidung des letzten Esstages bei Breithaupt, bei dem sogar nur 24 Th. Kali auf 76 Th. Natron kamen. Dieses relative Verhältniss des Natron zum Kali muss sich ändern, wenn die Cl-Zufuhr aufhört oder auch nur auf geringe Werthe sinkt. Im letzteren Falle, beim einseitigen NaCl-Hunger, treten, da die Nahrungsmittel an sich Kalisalze reichlicher als Natronsalze enthalten und der Körper seinen eigenen Alkalibestand zu wahren sucht, durch den Harn, entsprechend der Einfuhr, mehr Kalisalze aus als Natronsalze. Hungert der Mensch, so zerfällt, ausser Fett, das Körpereiweiss, vornehmlich das in den Muskeln und Drüsen angehäufte, und nur ganz unwesentlich das Eiweiss der Körperflüssigkeiten, Blut und Lymphe. Mit dem Zerfall des Körpereiweiss, mit dem Abschmelzen der Muskeln und Drüsen beim Hunger werden die in diesen Organen mit dem Eiweiss verbundenen Alkalien frei, gelangen in den Säftestrom, genau so als wären sie bei Nahrungszufuhr vom Darm aus in die Säfte resorbirt, und werden, insoweit sie für die Bedürfnisse des Körpers überflüssig sind, durch den Harn aus dem Körper entfernt. Nun enthalten aber, wie Liebig zuerst betont hat, die Gewebe viel reichlicher K- als Na-Salze; nach neueren Bestimmungen von Bunge³⁾ enthält (fettarmes) Rindfleisch 0,5 pCt. Kali neben nur 0,08 pCt. Natron, also $\text{Na}_2\text{O} : \text{K}_2\text{O} = 1 : 6$. Die Leber enthält nach Oidtmann⁴⁾ Kalisalze immer noch dreimal so reichlich als Natriumsalze und nur die Milz scheint eine Ausnahmestellung einzunehmen, insofern hier nach Oidtmann auf 1 Th. Kali so-

¹⁾ Dissert. Dorpat. 1889.

²⁾ Zeitschr. f. Biol. Bd. 9. S. 121. Nur bei fast ausschliesslicher Fleischkost fand Bunge (Lehrb. d. physiol. Chem. 2. Aufl. 1889. S. 314) in seinem Harn schon 45 Th. Kali auf 55 Th. Natron.

³⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 9. S. 60.

⁴⁾ Die anorganischen Bestandtheile der Leber und Milz. 1858.

gar 2 Th. Natron treffen. Wenn auch das Blutserum Natron 16—20mal so reichlich enthält als Kali, so resultirt doch, da die Blutkörperchen, welche beim Menschen nach Arronet¹⁾ fast die Hälfte des Blutgewichtes ausmachen, als zellige Elemente umgekehrt fast ausschliesslich Ka- und nur Spuren von Na-Salzen enthalten, für das Gesammtblut ein Ueberwiegen der K-Salze. Nach Meissner und Henneberg²⁾ trifft im Gesammtblut des Menschen auf 1 Th. Natron noch 1,8 Th. Kali. Immerhin würde selbst angenommen, in der Milz restire reichlich Blut, zu schliessen sein, dass die Milz einzig und allein von allen bekannten Geweben ärmer an Kali als an Natron ist. Wenn nun, wie wir aus Erfahrungen an verhungerten Thieren wissen, ausser dem Fett vorwiegend die Drüsen (Milz, Leber) und die Muskeln schwinden und in erheblich geringerem Umfange das Blut, so ist es begreiflich, dass beim Zerfall der resp. Gewebe auch die in ihnen vorfindlichen Alkalosalze entsprechend frei werden, in den Säfestrom gelangen und als überschüssig durch die Nieren ausgeschieden werden. Da nun in diesen Organen: Leber und Muskeln, von der ihrem absoluten Gewicht nach wenig erheblichen Milz abgesehen, die Kalisalze 3—6 mal so reichlich ange troffen werden als die Natronsalze, so muss sich beim Hungern das relative Verhältniss der Na- zur K-Ausscheidung ändern, und zwar in dem Sinne, dass nun im Harn K reichlicher erscheint als Na.

$$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 100 \text{ gesetzt.}$$

Cetti	Letzter		Hungertag		Esstag	
	Esstag	4.	7.	10.	2.	
Na ₂ O	59	31	27	35	65	pCt.
K ₂ O	41	69	73	65	35	-

Breithaupt	Letzter		Hungertag		Esstag				
	Esstag	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.
Na ₂ O	76	55	35	29	30	21	22	26	74 pCt.
K ₂ O	24	45	65	71	70	79	78	74	26 -

An dem 1. Hungertage, an dem noch die der voraufgegangenen Nahrung entstammenden Na-Ueberschüsse aus dem Säfestrom zur Ausscheidung gelangen, braucht dieser Umschlag noch nicht zum vollen Ausdruck zu kommen, weiterhin aber, je länger

¹⁾ Dissert. Dorpat 1887.

²⁾ Zeitschr. f. ration. Med. Bd. 31.

das Hungern dauert, um so ausgesprochener. Dem entsprechen die bei Breithaupt gewonnenen Resultate mit einer Schärfe, die nichts zu wünschen lässt; deutlich genug sind sie auch bei Cetti.

Während bei Breithaupt von der Gesammtsumme der fixen Alkalien $\frac{3}{4}$ auf Natron und nur $\frac{1}{4}$ auf Kali treffen¹⁾, steigt gleich am 1. Hungertage die K₂O-Menge auf 45, am 2. auf 65, am 3. auf 71, am 6. Hungertage bis auf 78 pCt. an, während umgekehrt die relative Grösse der Natron-Ausscheidung auf 55, 35, 29, 30, 21 pCt. absank. Das relative Uebergewicht der Kali über die Natronmenge im Harn nahm mit der Dauer des Hungerns stetig zu, bis schliesslich 3—4 mal so viel Kali als Natron ausgeschieden wurde.

Auch bei Cetti trifft für die Tage, an denen die Alkalien bestimmt worden sind, das Gleiche zu; während am letzten Ess-tage von der Gesammtmenge der Alkalien schon 41 pCt. auf Kali trafen, stieg das relative Verhältniss von Kali zum Natron bis auf 73 pCt. an, so dass am 7. Hungertage der Harn reichlich 3 mal so viel Kali enthielt als Natron.

Die eben erörterten Verhältnisse liefern den scharfen Beweis dafür, dass beim Hunger vorwiegend ein Zerfall der kalireichen, natronarmen Gewebe erfolgt, sowie dass in der That keine NaCl-Zufuhr und damit wohl auch kein Speisegenuss an den Hungertagen stattgefunden haben kann, abgesehen von der geringen Menge Alkali, die im Trinkwasser enthalten ist (0,002 pCt. Na₂O), mit dem bei Cetti 24, bei Breithaupt im täglichen Mittel 31 mg Na₂O in den Körper gelangt sind.

Luciani meint, dass die eben geschilderte und als für den Hunger charakteristisch abgeleitete Umkehr des normalen Verhältnisses zwischen dem Natron und dem Kali im Harn eine Speiseaufnahme nicht absolut auszuschliessen brauche. Es könnte sich Cetti zwar gesalzener Speisen enthalten, aber doch andere genossen haben, welche kein (soll heissen: wenig) Natron enthalten, z. B. Vegetabilien, oder weniger davon als an Kali enthalten, z. B. Eier, Milch. Wir halten dies für ganz selbstverständlich, haben auch schon vorher (S. 150) angedeutet, dass in den meisten Nahrungsmitteln Kali über Natron überwiegt und dass nur durch das als Würzstoff bei der Speisebereitung gewohnheitsgemäss zugesetzte Kochsalz das Verhältniss in's Gegen-

¹⁾ Breithaupt nahm in den beiden letzten Esstagen NaCl als Genuss- und Würzmittel reichlicher auf, als Cetti; ausser dem in den Nahrungsmitteln enthaltenen NaCl noch mindestens 10 g reines NaCl.

theil, zu Gunsten eines Natronüberschusses in der Nahrung und daher auch im Harn, umschlägt. Allein selbst angenommen, es wäre auf uncontrolirbarem Wege das eine oder andere kalireiche Nahrungsmittel ohne Kochsalzzusatz genossen worden, so hätte sich dies, abgesehen von den Alkalien, auch durch eine entsprechende Zunahme der N-, S-, P_2O_5 -Ausscheidung durch den Harn event. durch Residuen dieser Mittel im Hungerkoth zu erkennen geben müssen. Nichts derart konnte trotz genauester Prüfung gefunden werden.

Wir kennen bisher keinen anderen Vorgang, der im Stande wäre, das relative Verhältniss von Kali zum Natron im Harn so gänzlich umzukehren, wie es beim Hunger der Fall ist.

Nur bei hohem Fieber, wo einerseits Steigerung des Eiweisszerfalles besteht, andererseits die Speiseaufnahme mehr oder weniger daniederliegt, sieht man nach E. Salkowski¹⁾ ein ähnliches Verhalten, d. h. ein relatives Ueberwiegen des Kali über das Natron im Harn, das noch stärker sein kann, als wir es selbst für den 10. Hungertag ermittelt haben. In einem Falle von acutem Fieber sah Salkowski auf der Höhe des Prozesses die Kaliausscheidung bis zu 97 pCt. der Gesammtalkalien ansteigen; da einerseits in keinem der zerfallenden thierischen Gewebe das Kali so ungeheuer stark das Natron überwiegt, andererseits nach erfolgter Krise auch bei fortbestehender Abstinenz die Natronausscheidung reichlicher ist, als beim Hunger, so muss man die Alkaliausscheidung im Fieber so auffassen, dass die Nahrungs- und damit auch die Kochsalzaufnahme daniederliegt und vornehmlich die Gewebe zerfallen, ausserdem aber noch auf der Höhe des Fiebers eine Retention von Natron seitens des Körpers (daher die nur minimale Ausscheidung) stattfindet, welches Natron erst nach der Krise zur Ausscheidung gelangt und so die epikritische Natronausfuhr absolut und relativ bedeutend ansteigen lässt, dass, wie in Salkowski's Beobachtung, von den gesammten Alkalien 85 pCt. auf das Natron entfielen. So mit legt der einfache Hungerzustand in weniger complicirter Form, als der fieberhafte Prozess, und durchaus eindeutig das gegenüber der Norm umgekehrte Verhältniss der Ausscheidung an Kali und Natron dar.

Sobald das Hungern beendet ist und Nahrung zugeführt wird, geht das relative Verhältniss des Kali zum

¹⁾ Dieses Archiv. Bd. 53. S. 209.

Natron im Harn wieder auf dasjenige der Norm oder der letzten Esstage zurück, so dass bei Cetti (s. Tabelle S. 152) wieder 65 pCt., bei Breithaupt sogar 74 pCt. von der Summe des Natron + Kali auf das Natron entfallen. Freilich ist dies bemerkenswerther Weise erst am 2., dem Hunger nachfolgenden Esstage der Fall. Am 1. Esstage, von dem leider bei Cetti die Bestimmung fehlt, besteht ungeachtet der ziemlich reichlichen Natron-Einfuhr mit den Nahrungsmitteln und des Zusatzes von 10 g Chlornatrium bei der Speisebereitung noch absolut eine ebenso niedrige Natronausscheidung und ein fast ebenso starkes relatives Ueberwiegen des Kali über das Natron im Harn, wie am letzten Hungertage; analog verhielt sich die Cl-Ausfuhr am 1. Esstage (S. 147).

Angenommen, die Natronausscheidung des 1. Hungertages sei zum grössten Theil auf die durch die voraufgegangene Nahrung gesetzten Natronrückstände in den Säften zu beziehen, so hätte Breithaupt vom 2.—6. Hungertage (s. Tabelle 6, S. 64) 2,38 g Natron von seinem Körperbestande eingebüßt. Als ihm nun mit der Nahrung und dem zugesetzten Kochsalz mindestens 7,3 g Natron zugeführt wurden, hielt er davon soviel zurück, dass nur 0,24 g = 3 pCt. der Einfuhr durch den Harn austraten, also rund 7 g Natron = 97 pCt. der Einfuhr im Körper zurück behalten worden sind. Daraus erhellt, dass der Natronverlust vom Körper noch grösser gewesen sein muss, als die Natronausfuhr vom 2.—6. Hungertag beträgt, dass also ein beträchtlicher Theil der Natronausfuhr des 1. Hungertages bereits als vom Körperbestande selbst hergegeben zu betrachten ist. Dass übrigens, obwohl das relative Verhältniss des Kali zum Natron am 2. Esstage bereits vollständig zur Norm zurückgekehrt ist, auch noch an diesem Tage eine Retention von Natron im Körper in einer gewissen, wenn auch erheblich geringeren Grösse fortbesteht, geht daraus hervor, dass durch den Harn nur 3 g Natron austraten, während das zur Nahrung zugesetzte Kochsalz allein schon 5,3 g Natron bot und auch am letzten Esstage bei ziemlich gleich grosser Natrongabe 4,7 g Natron austraten.

Dasselbe ist auch bei Cetti noch am 2., dem Hunger nachfolgenden Esstage der Fall; wenn auch das relative Verhältniss des Kali zum Natron sich der Norm nähert, so betrug doch die

absolute Ausscheidung nur 0,94 g, war also nur $\frac{1}{4}$ so gross als bei annähernd gleicher Nahrungszufuhr am letzten Esstage; offenbar hatte der während der 10 Hungertage erfolgte reichlichere Verlust bei Cetti zur Folge, dass nunmehr selbst am 2. Esstage ein viel bedeutender Anteil von Natron aus der Nahrung zurückbehalten wurde, als bei dem nur 6 Tage hungernden Breithaupt.

Aber nicht allein den Natronverlust sucht der Körper an den nachfolgenden Esstagen durch Retention eines Theiles von dem in der Nahrung gebotenen Natron wieder zu ersetzen, daselbe, wenn auch in minder starkem Grade, trifft auch für das Kali zu. Zur Deckung des erlittenen Kaliverlustes einerseits und für die Möglichkeit der Neubildung kalireichen Körpergewebes hält der Organismus von dem mit der Nahrung zugeführten Kali so viel zurück, dass, während vor dem Hungern bei ungefähr gleicher Ernährung 1,5 g Kali durch den Harn austreten, am 1. Esstag nur 0,7 g und am 2. nur 1,03 g im Harn wiedererschienen sind, mithin gegenüber den Vortagen mindestens 0,8 resp. 0,5, im Ganzen 1,3 g Kali am Körper angesetzt wurden. Wahrscheinlich würde bei längerer Fortsetzung des Versuches auch noch am 3. Tage ein Zurückbehalten von Kali zu beobachten gewesen sein, betrug doch die Kaliabgabe an den 6 Hungertagen insgesamt 7,6 g, die allerdings ziemlich vollständig schon durch die beim Zerfall von 2000 g Körperfleisch frei gewordene Kalimenge gedeckt werden, sodass weder die einzelnen Gewebe und Organe noch das Blut eine wesentliche Einbusse ihres Kalibestandes erlitten zu haben brauchen.

Von Interesse ist endlich noch der Rückblick auf die Gesamtmenge der ausgeschiedenen Alkalien.

Summe von Natron + Kali im Harn.

Letzter Esstag	Hungertag							Esstag			
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	10.	1.	2.	
Cetti	6,29	—	—	—	4,12	—	—	2,72	0,77	—	1,46
Breithaupt	6,22	3,98	2,41	2,03	1,61	1,16	0,98	—	—	0,92	3,0

Der Gesamtverlust an Alkalien nahm im Verlauf des Hungern stetig ab, zum Zeichen, wie zäh der Organismus bestrebt ist, seinen Alkalibestand zu wahren. Der Abfall ist viel stärker und steiler bei Breithaupt erfolgt als bei Cetti; während

am 4. Tage Cetti noch reichlich 4 g ausschied, war die Alkali-ausfuhr bei Breithaupt schon auf 1,6 g gesunken und betrug am 6. Tage kaum noch 1 g, während Cetti noch am 7. Tage 2,7 g entleerte und erst am 10. Tage nur noch knapp 0,8 g. Der absolute Alkaliverlust bei Cetti war einmal in Folge der grösseren Ausscheidungswerte an den einzelnen Tagen, sodann in Folge der längeren Dauer des Hungerns erheblich grösser als bei Breithaupt, daher im Körper des Ersteren von den später zugeführten Alkalien bedeutend mehr zurückgehalten wird, so dass sogar am 2. Esstage Cetti kaum halb so viel Alkalien ausschied als Breithaupt.

Bekanntlich ist schon in der Norm, d. h. bei ausreichender Ernährung die Menge des Chlors im Harn grösser, als dass sie vollständig durch das Natron des Harns gedeckt werden könnte, oder mit anderen Worten, als dass sich das gesamte Cl im Harn nur in Form von NaCl finden könnte, daher ein kleiner Theil des Cl an Kali (event. Ammoniak) in Form von KCl (und NH_4Cl) gebunden sein muss. Berechnet man nun die aus dem gefundenen Cl zur Bildung von NaCl erforderliche Natronmenge¹⁾ und vergleicht dieselbe mit dem im qu. Harn that-sächlich ermittelten Natrongehalt, so gewinnt man eine Vorstellung von der Grösse des an Natron gebundenen Cl-Antheiles. In dieser Beziehung lassen sich die Ermittelungen bei Breithaupt gut verwerthen, weil bei ihm an den Ess- wie an allen Hungertagen der Cl- wie Na_2O -Gehalt bestimmt worden sind. Wie sich das Verhältniss des im Harn vorhandenen Natron zu dem für Cl erforderlichen Natron stellt, ergiebt sich aus folgender Zusammenstellung:

Breithaupt	Cl im Harn	Für Cl erforderlich an Na_2O	Na_2O im Harn	Harn- Na_2O in pCt. des Erforderlichen
Letzter Esstag	5,55	4,85	4,71	97
1. Hungertag	3,92	3,42	2,17	63
2. -	1,1	0,96	0,84	88
3. -	0,85	0,74	0,59	80
4. -	0,75	0,64	0,49	77
5. -	0,44	0,38	0,25	66
6. -	0,35	0,31	0,22	70
1. Esstag	0,28	0,25	0,24	96
2. -	4,05	3,54	2,97	84

¹⁾ nach der Gleichung $\text{Cl}_2 : \text{Na}_2\text{O} = 71 : 62$ oder $= 1 : 0,873$.

Für die Esstage beträgt also das Natron im Harn im Mittel 92 pCt. des für Cl Erforderlichen, oder mit anderen Worten: an den Esstagen ist mehr als $\frac{1}{10}$ vom Harn-Cl an Natrium in Form von NaCl gebunden und nur knapp $\frac{1}{10}$ kommt auf die anderen Alkalien (K_2O , NH_3). An den Hungertagen dagegen enthält der Harn nur so wenig Natron, dass im Mittel nur 74 pCt. vom Harn-Cl an Natron gebunden sind, 26 pCt. oder mehr als $\frac{1}{4}$ vom Harn-Cl sind an K_2O und NH_3 gebunden. Man kann auch sagen: beim Hungern sinkt sowohl die Cl- als die Na_2O -Ausscheidung durch den Harn auf niedrige Werthe herab, aber die des Natron in noch stärkerem Maasse als die des Cl, so dass der mit anderen Alkalien verbundene Cl-Antheil relativ grösser, etwa dreimal so gross wird als bei normaler Ernährung, d. h. der Organismus sucht im Hungerzustand mit Zähigkeit sowohl seinen Chlor- als seinen Natronbestand zu erhalten, aber letzteren in noch stärkerem Grade als ersteren.

3. Phosphate.

Die Phosphorsäure, welche durch den Harn ausgeschieden wird, ist theils an Alkali (Kali) theils an Erden (Kalk, Magensia) gebunden, und zwar findet sich in der Norm Alkaliphosphat durchschnittlich doppelt so reichlich als Erdphosphat.

Da sowohl die Nahrungsmittel als die Körpergewebe bald mehr bald weniger Phosphate enthalten¹⁾, welche bei deren Zersetzung frei werdend in's Blut überreten und durch die Nieren in den Harn ausgeschieden werden, so können bei sich ernährenden Individuen die Phosphate des Harns sowohl den genossenen Nahrungsmitteln als zerstörtem Körpergewebe entstammen. Unter normalen Verhältnissen und bei Körpereichgewicht, d. h. in demjenigen Zustande, wo der Bestand an Körpergewebe weder einen Zuwachs noch eine Abnahme erfährt, muss sämmtliche aufgenommene Phosphorsäure auch zur Ausscheidung gelangen, nur dass, im Gegensatz zu den Chloriden und Sulfaten, ein beträchtlicher Theil derselben, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ der mit der Nahrung aufgenommenen Phosphorsäure, mit dem Koth ausgestossen wird, daher die alleinige Berücksichtigung der P_2O_5 -Ausfuhr durch den

¹⁾ Von 100 Gew.-Th. Trockensubstanz enthält Fleisch 1,8, Ei 0,8, Milch 1,4—1,9, Brod 0,8, Erbsen 1, Kartoffel 0,6 g P_2O_5 .

Harn bei Nahrungsaufnahme nicht so eindeutige Schlüsse erlaubt¹⁾), als dies bei den Chloriden und Sulfaten der Fall ist; vielmehr bedarf es einmal der Kenntniss von dem P_2O_5 -Gehalt der Nahrung, sodann des auf letztere treffenden Kothes, endlich noch der Kenntniss, ob Körpergewebe (Fleisch) zum Ansatz oder zum Verlust gekommen ist, was sich aus der N-Bilanz ergiebt.

Aus der N-Ausscheidung lässt sich ableiten, wie viel Körperfleisch (Muskeln und Drüsen) zerstört worden ist. Nun enthält Körperfleisch, als dessen Prototyp das Muskelgewebe anzusehen ist, in 100 Th. rund 3,4 Th. N und 0,5 Th. P_2O_5 , also trifft im Fleisch auf 6,8 Th. N nur 1 Th. P_2O_5 . Die Leber enthält im Mittel der vorliegenden Analysen 20 pCt. Eiweißsubstanz = 3,2 pCt. N und daneben 0,5 pCt. P_2O_5 , also trifft hier 1 Th. P_2O_5 auf 6,4 Th. N. Wenn also beim Hungern, ausser Körperfett, nur Fleisch zerstört würde, so müsste man erwarten, dass das Verhältniss der P_2O_5 : N im Harn und Koth ungefähr dasselbe sein wird, wie im abschmelzenden Fleisch, dass also auch in der Ausfuhr auf etwa 6,8—6,4, im Mittel 6,6 Th. N nur 1 Th. P_2O_5 kommen wird.

Nun haben aber die Bestimmungen der P_2O_5 im Harn für alle Hungertage relativ hohe Werthe ergeben (vergl. Tabelle 3, S. 23; Tabelle 6, S. 64). Cetti schied an den 10 Hungertagen an P_2O_5 im Ganzen 24,72 g, durch den Koth²⁾ 1,487 g³⁾, insgesamt 26,21 g aus; da die N-Ausfuhr durch den Harn im gleichen Zeitraum 112,54 g, die durch den Koth 3,164 g, im Ganzen 115,7 g betrug, so verhält sich die Ausfuhr von P_2O_5 : N = 1 : 4,4, es bestand also eine absolute und relative Zunahme der P_2O_5 - gegenüber der N-Ausscheidung. Die entsprechend 115,7 g N zu Verlust gegangenen 3400 g Körperfleisch enthalten rund 17,53 g P_2O_5 , also hat ausser dem beim Abschmelzen von Körperfleisch frei gewordenen Anteil noch ein Verlust von 8,68 g P_2O_5 seitens des übrigen Körpers stattgefunden. Cetti wog vor dem Hungern 57 kg, hatte also eine Blut-

¹⁾ Vergl. Salkowski und Leube, Die Lehre vom Harn. 1882. S. 185.

²⁾ In dem vorläufigen Berichte war der P_2O_5 -Gehalt des Kothes nicht berücksichtigt.

³⁾ Müller fand (S. 18) 2,052 g H_3PO_4 = 1,487 g P_2O_5 .

menge von $\frac{47}{3} = 4,38$ kg. Da das Blut nur 0,13 pCt. P_2O_5 ent-hält, schloss Cetti's Körperblut nur 5,69 g P_2O_5 ein, d. h. sehr viel weniger, als, ausser dem Fleisch, an P_2O_5 abgegeben worden ist. Ferner hat Forster¹⁾, allerdings nur für den Hund, ermittelt, dass das Blut sich bei Salzhunger höchstens mit 2 pCt. am gesammten P_2O_5 -Verlust betheiligt; danach könnte das Blut, selbst bis zum Hungertode, nur höchstens 0,5 g P_2O_5 eingebüsst haben, so dass immer noch 8,2 g P_2O_5 bleiben, deren Abgabe seitens anderer Körpergewebe, als Fleisch und Blut, erfolgt sein muss.

Die absolute und relative Mehrausscheidung von P_2O_5 , die unzweifelhaft festgestellt ist, kann offenbar nur so gedeutet werden, dass, ausser Körperfleisch und dem kaum in Betracht kommenden Blut, ein oder mehrere Gewebe in den Zerfall gerathen sind, in welchen P_2O_5 sich sehr reichlich und N nur spärlich findet; denn nur so kann das Verhältniss von P_2O_5 : N so hinaufgetrieben werden, wie im vorliegenden Falle. Unter allen Geweben, die hier in Betracht kommen können, war in erster Linie an das Knochengewebe zu denken. Nach den vorliegenden Analysen²⁾ bestehen die Skeletknochen ausgewachsener Thiere aus rund 27 pCt. Wasser, 20 pCt. leimgebendem Gewebe mit 3,13 pCt. N, 19 pCt. Fett und 34 pCt. Asche; von letzterer bestehen 28,6 pCt. aus phosphorsaurem Kalk $Ca_3(PO_4)_2$ und 0,35 pCt. aus phosphorsaurer Magnesia $Mg_3(PO_4)_2$. Daraus berechnet sich der Gehalt des (feuchten) Knochens zu 3,13 pCt. N und zu 13,27 pCt. P_2O_5 ³⁾, oder mit anderen Worten: im Knochen treffen auf 1 Th. N mehr als 4 Th. P_2O_5 , mithin ist der Knochen rund 30mal so reich an P_2O_5 als das Fleisch. Wenn daher ausser dem Körperfleisch auch noch von dem zumeist als stabiler betrachteten Knochengewebe ein Abschmelzen erfolgte, so dass dessen Bestandtheile in Lösung gingen und die Knochen-

¹⁾ Zeitschr. f. Biol. Bd. 9. S. 207.

²⁾ v. Bibra, Chem. Untersuch. über Knochen und Zähne. 1844. — E. Bischoff, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 20. S. 75. — E. Voit, Zeitschr. f. Biol. Bd. 16. S. 62. — Zalesky, Med.-chem. Untersuch., herausgegeben von Hoppe-Seyler. 1. Heft. 1866. S. 19.

³⁾ 28,56 pCt. $Ca_3(PO_4)_2$ entsprechen 13,08 pCt. P_2O_5 ; 0,35 pCt. $Mg_3(PO_4)_2$ entsprechen 0,19 pCt. P_2O_5 .

salze als solche, die zerstörte leimgebende Substanz als Harnstoff in den Harn übertraten, so musste die absolute Ausscheidung an Phosphorsäure mehr oder weniger erheblich, die des Harnstickstoffs nur wenig zunehmen, und damit das Verhältniss der Harn- P_2O_5 zum Harn-N kleiner als 1:6,6 werden, wie im vorliegenden Falle.

Aehnlich verhält es sich mit der P_2O_5 -Ausfuhr bei Breithaupt, nur sind die absoluten P_2O_5 -Werthe nicht ganz so hoch als bei Cetti. Ersterer schied an 6 Hungertagen 67,83 g N durch den Harn, 0,68 g N durch den Koth, insgesammt 68,51 g N, ferner 12,82 g P_2O_5 durch den Harn, 0,609 g durch den Koth¹⁾), im Ganzen 13,43 g P_2O_5 aus, so dass das mittlere Verhältniss von P_2O_5 : N = 1:5,1 war, während es bei Zerfall von Fleisch = 1:6,6 sein müsste. Die in 6 Hungertagen zerstörten 2015 g Fleisch hätten allerhöchstens 10,4 g P_2O_5 liefern können, so dass mindestens 3,03 g P_2O_5 von anderen Quellen geliefert sein mussten. Auch hier lässt sich keine andere Deutung geben, als dass, neben dem Fleisch, noch ein anderes N-armes, P_2O_5 -reicheres Gewebe zum Abschmelzen kam, höchst wahrscheinlich Knochengewebe, nur dass der Umfang, in welchem das letztere P_2O_5 -reichere Gewebe zum Abschmelzen kam, geringer war. Dass dieses P_2O_5 -reichere Gewebe erst mit der Dauer des Hungerns allmählich stärker in den Zerfall gezogen wird, erhellt daraus, dass, während das Verhältniss P_2O_5 : N am 1. Hungertage noch 1:6,4 betrug, es in den folgenden, 2.—4. Tag langsam auf 1:5,2 sank, am 5. nur noch 1:5 und am 6. Tage sogar nur 1:4,3 betrug. Zweifellos würde es bei weiterer Fortsetzung des Hungerns noch mehr heruntergegangen sein. Offenbar erfolgt das Abschmelzen dieses P_2O_5 -reichen, relativ N-armen Gewebes um so umfangreicher, je länger der Hungerzustand währt.

Dass übrigens die absolut und relativ gesteigerte P_2O_5 -Ausscheidung in der That dem Zerfall von Knochengewebe entstammt, dafür geben die alsbald zu erörternden Verhältnisse der Ausfuhr der Erdsalze durch den Harn den unwiderlegbaren Beweis (S. 164).

Auch hier lässt sich der Nachweis führen, dass der Körper durch die P_2O_5 -Ausscheidung an P_2O_5 verarmt ist. Denn als

¹⁾ 0,841 g H_3PO_4 (vergl. S. 67) = 0,609 g P_2O_5 .

mit der Nahrung wieder reichlich P_2O_5 zugeführt wurde, schied Cetti nur 1,29 und 0,42 g P_2O_5 , also an 2 Esstagen zusammen erheblich weniger als im Durchschnitt eines Hungertages aus. Offenbar war durch den beträchtlich grösseren P_2O_5 -Verlust während des Hungerns der Körper von Cetti weit ärmer an P_2O_5 geworden, als der des weniger P_2O_5 -ausscheidenden Breithaupt; daher dieser nicht so viel P_2O_5 aus der Nahrung zurückbehält, sondern mehr davon durch den Harn entleerte. Immerhin sind die Ausfuhrwerthe auch bei Breithaupt an den beiden Nachtagen trotz der reichlichen P_2O_5 -Aufnahme mit der Nahrung so niedrig, dass der des 1. Esstages, 1,58 g, eben nur den niedrigsten Hungerwerth erreicht, der des 2. Esstages mit 1,21 g sogar hinter dem niedrigsten Werthe der Hungertage, 1,56 g, weit zurückbleibt, im Einklang damit, dass auch der Harn-N an diesem Tage niedriger war als derjenige des letzten Hungertages.

Auch beim hungernden Succi sank das Verhältniss von $P_2O_5 : N$ im Harn von 1 : 7,1 am 1. Hungertage, schon am 6. Tage auf 1 : 4,7 und am 15.—17. auf 1 : 4,5. Im Anschluss an die von I. Munk¹⁾ schon 2 Jahr zuvor bei Cetti gegebene Deutung folgert auch Luciani, dass diese einseitige Steigerung der P_2O_5 -Ausfuhr durch das Abschmelzen von Knochengewebe bedingt ist, obwohl eine weitere Stütze durch die Bestimmung der ausgeschiedenen Erdsalze nicht geliefert wird.

Endlich ist noch anzuführen, dass der bei Fütterung mit möglichst salzärmer Nahrung (einseitiger Aschehunger) nach 26 Tagen verendete Versuchshund Forster's²⁾ 30 g P_2O_5 durch Harn und Koth abgegeben hatte, von denen laut Analysen $\frac{1}{3}$ auf die Muskeln, $\frac{1}{8}$ auf die übrigen Weichtheile und nur $\frac{1}{50}$ auf das Blut entfiel; der Rest von vollen $\frac{2}{3}$ (= 20 g) muss nach Forster's Ableitung auf die Knochen treffen, wenn dies auch analytisch nicht wohl nachzuweisen war.

Gelegentlich der Discussion über die in der Berliner Medicinischen Gesellschaft vorgetragenen Ergebnisse des Cetti'schen Hungerversuches¹⁾ hat Zülzer seine bereits an vielen Stellen³⁾ nachdrücklichst vertretene Anschauung über die Deutung des Verhältnisses von $P_2O_5 : N$ im Harn von

¹⁾ Berl. klin. Wochenschr. 1887. S. 432.

²⁾ Zeitschr. f. Biol. Bd. 9. S. 297.

³⁾ am ausführlichsten in diesem Archiv. Bd. 66. S. 203.

Neuem producirt; da dieselbe sich zu den vorstehend gegebenen Ableitungen in Widerspruch setzt, so können wir es nicht umgehen, darauf zurückzukommen und hier ausführlicher darzulegen, was in unserer damaligen Zurückweisung jener Auffassung nur in grossen Zügen angedeutet werden konnte.

Da im Gehirn und Rückenmark schon 1 Th. P_2O_5 auf nur 2,1 Th. N trifft, so soll nach Zülzer jede relative Vermehrung der Harn- P_2O_5 im Verhältniss zum N darauf deuten, dass neben Fleisch das Nervensystem einem erhöhten Zerfall unterliegt; je höher der relative Werth der P_2O_5 im Harn, desto grösser der Umfang des Zerfalles von Nervengewebe gegenüber der Zerstörung von Fleisch. Allerdings muss man neben den Phosphaten der Nahrung und Gewebe noch eine andere Quelle für die Harn- P_2O_5 zugeben, nehmlich phosphorhaltige organische Körper, wie die Nucleine und Lecithine, von denen erstere als Hauptbestandtheile der Zellkerne im Körper zweifelos weit verbreitet sind, letztere in pflanzlichen und thierischen Geweben spärlich, im Gehirn, Rückenmark und im Eidotter reichlicher vorkommen. Wenn auch Nuclein als solches mit dem Koth ausgestossen wird¹⁾, so kann doch wohl kein Zweifel darüber sein, dass ein Theil der Nucleine im Körper zerstört wird und dabei Phosphorsäure frei werden lässt. Die Lecithine werden vom Bauchspeichel wie durch die Fäulniss in Neurin, Glycerinphosphorsäure und Stearinäure zerlegt, so dass durch ibren Zerfall ebenfalls Phosphorsäure frei wird, die zum Theil in den Harn übertritt, daher, wie Bokay²⁾ nachgewiesen, nach Fütterung eines Hundes mit Eidotter der P_2O_5 -Gehalt des Harns ansteigt. Endlich hat Sotnischewsky³⁾ Spuren von Glycerinphosphorsäure im Harn direct festgestellt. Allein, wie schon Salkowski⁴⁾ mit Recht hervorhebt, kann, unter normalen Verhältnissen, wo der Organismus an seinem stofflichen Bestande keine Einbusse erleidet, also ziemlich ebenso viel Nucleine und Lecithine, als zerstört, auch wieder neugebildet werden, der Nervenstoffwechsel, die P_2O_5 -Ausscheidung überhaupt nicht oder jedenfalls nicht in einem zu berücksichtigenden, weil nicht nachweisbaren Grade beeinflussen. Abgesehen davon, dass es einseitig ist, nur dem Gehirn einen Stoffwechsel zuzuschreiben, nicht aber den anderen, P_2O_5 -reichen Geweben, wie den Knochen, deren makroskopische Beständigkeit, wie die histologischen Erfahrungen lehren, nur eine scheinbare ist, insofern im Knochengewebe ebenfalls zerstörende und neubildende Prozesse stets neben einander her laufen, haben (Voit und Politis⁵⁾ direct durch den Versuch am Hunde erwiesen, dass bei Ersatz

¹⁾ Im Hungerkoth bildet Nuclein den überwiegenden N-haltigen Bestandtheil (S. 108) und auch in den Fäces nach Nahrungsaufnahme einen recht erheblichen Bruchtheil, worauf wohl zuerst Hoppe-Seyler (Physiol. Chem. 1877. II. S. 339) die Aufmerksamkeit gelenkt hat.

²⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 1. S. 157.

³⁾ Ebenda. Bd. 4. S. 215.

⁴⁾ Salkowski und Leube, Lehre vom Harn. S. 185.

⁵⁾ Zeitschr. f. Biol. Bd. 20. S. 193.

eines Theils vom Fleisch im Futter durch Gehirnsubstanz von dem Gewichte eines halben Hundehirns das Verhältniss von P_2O_5 : N im Harn gegenüber reiner Fleischfütterung kaum geändert wird. Und eine stärkere Zerstörung von Hirnsubstanz in der Norm wird man selbst bei der Annahme eines umfangreichen Nervenstoffwechsels nicht verlangen können.

Will man schon im Sinne Zülzer's die P_2O_5 -Ausscheidung verwerthen, so bedarf es dazu, nicht nur, wie Zülzer es thut, der Feststellung der P_2O_5 -Ausfuhr durch den Harn, sondern auch derjenigen durch den Koth, durch welchen ein wechselnder, $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ der Gesamtausfuhr betragender Anteil von P_2O_5 den Körper verlässt, ein Bruchtheil, der schon wegen seiner absoluten Grösse durchaus nicht ausser Betracht bleiben darf, wie es in Zülzer's Deductionen zu Unrecht geschieht.

Nur wenn relativ N-arme und phosphorreiche Nährstoffe, wie Brod¹⁾, ausschliesslich gereicht werden, sieht man, wie E. Bischoff²⁾ für den Hund bei Brodfütterung ermittelt hat, wegen der N-Armuth des Brodes bezw. wegen des durch die darin enthaltenen reichlichen Kohlehydrate beschränkten Eiweissumsatzes und der entsprechend niedrigen N-Ausscheidung durch den Harn einerseits, der Resorption und Ausscheidung erheblicher P_2O_5 -Mengen andererseits, das relative Verhältniss von P_2O_5 : N im Harn günstigen Falls bis auf 1 : 3,3 ansteigen, so dass hier eine relative Zunahme der P_2O_5 auf das Doppelte gegenüber der Norm besteht.

Endlich lassen sich noch Thatsachen anführen, welche gegen eine wesentliche stoffliche Beteiligung des Centralnervensystems beim Hungern sprechen. Schon Chossat³⁾ hat angegeben, dass bei verhungerten Tauben das Nervensystem einen Verlust von nur $\frac{1}{10}$, die Knochen dagegen von $\frac{1}{2}$ ihres Anfangsgewichtes erleiden. Dann hat Voit⁴⁾ bei der verhungerten Katze eine Gewichtsabnahme des Hirns und Rückenmarks von nur $\frac{1}{3}$ gefunden und dieselbe fast nur auf Wasserverlust beziehen müssen, weil die Trockensubstanz des Nervensystems so gut wie keine Abnahme zeigte. Dagegen hatten die Knochen erheblich, etwa $\frac{1}{2}$ an Masse eingebüsst; wir kommen darauf im nächsten Capitel noch zurück. So viel geht jedenfalls aus allen bisherigen Ermittelungen hervor, dass, wie schon das Centralnervensystem seiner Masse nach gegen das Skelet zurücktritt, insofern dieses mindestens 16, jenes nur 2 pCt. der Körpermasse ausmacht, auch der nachweisbare Stoffumsatz des Nervensystems seinem Umfange nach hinter dem der Knochen zurückbleibt.

4. Kalk und Magnesia.

Die Erdsalze, Kalk und Magnesia treten durch den Harn ausschliesslich in Form von Phosphaten, sog. Erdphosphaten heraus,

¹⁾ Brod enthält 0,3—0,4 pCt. P_2O_5 bei nur 1 pCt. N.

²⁾ Zeitschr. f. Biol. Bd. 3. S. 309.

³⁾ Mémoires présentés à l'institut de France. 1843. VIII. p. 438.

⁴⁾ Zeitschr. f. Biologie. Bd. 2. S. 351.

die, an sich in Wasser unlöslich, vermöge der sauren Reaction des Harns, also durch das saure Alkaliphosphat in Lösung gehalten werden. Wie die Phosphorsäure, können auch die Erdsalze sowohl den genossenen Nahrungsmitteln, wie den Ge weben entstammen¹⁾. Bei gemischter Kost und ausreichender Ernährung, bei welcher der Körper seinen Stoffbestand wahrt, scheidet der Mensch im Tagesmittel nach Neubauer 0,12—0,25 g CaO und 0,18—0,28 g MgO aus; Beckmann²⁾ entleerte bei gemischter Kost (Milch, Brod, Fleisch, Butter, Käse, Eier) 0,49 g CaO und 0,29 g MgO aus, Bunge³⁾ bei Fleischnahrung 0,33 g CaO und 0,29 g MgO, bei Pflanzennahrung 0,34 g CaO und 0,14 g MgO.

Wenn nach Neubauer, wie nach unseren eigenen Bestimmungen an den Esstagen bei gemischter Kost die MgO-Ausfuhr etwas grösser ist, als die Kalkausfuhr durch den Harn, so röhrt dies erstens daher, dass die pflanzlichen Nahrungsmittel ohne Ausnahme und von den animalischen das Fleisch reicher an MgO sind als an CaO, dass ferner die Bedingungen für die CaO-Resorption im Darm zwar nicht wesentlich ungünstiger sind als die der Magnesia, dagegen die Verhältnisse der CaO-Ausscheidung durch die Nieren ungünstiger sind als für MgO, worauf wir noch einzugehen haben.

Bei Cetti fanden sich am letzten Esstage (vgl. Tabelle 3, S. 23) 0,34 g CaO; am 3. und 4. Hungertage zusammen 0,89 g, also für jeden dieser Tage im Mittel 0,45 g, am 5. Hungertage 0,47 g, am 9. 0,32 g und am 10. 0,28 g CaO. Wir stossen schon hier auf die, wie uns scheinen will, bemerkenswerthe Erfahrung, dass die CaO-Ausfuhr am 3., 4. und 5. Hungertage fast um $\frac{1}{3}$ grösser ist als am letzten Esstage, dem selbst der 9. Hungertag noch fast gleichkommt. Erst am 10. Hungertag wird etwas weniger CaO als am letzten Esstage entleert, obwohl doch an diesem mit der Nahrung (Fleisch, Bier) beträchtliche Mengen von Kalk in den Körper gelangt sind.

¹⁾ Auf 100 Gewichtstheile Trockensubstanz kommen im

Fleisch	Drüsen	Knochen	Hirn	Ei	Milch	Brod	Erbsen	Kartoffeln
CaO	0,03	0,15	40,3	0,01	0,21	1,5	0,28	0,14
MgO	0,15	0,01	0,31	0,02	0,11	0,2	0,31	0,22

0,1 g
0,19 g.

²⁾ Dissert. Dorpat 1889.

³⁾ Lehrb. der physiol. Chem. 2. Aufl. 1889. S. 314.

Wäre beim Hunger nur Fleisch (und Fett) zerstört und der im Fleisch vorhandene Kalk frei geworden, in die Säfte übergetreten und ausgeschieden worden, so hätte, da im (feuchten) Fleisch auf 3,4 pCt. N knapp 0,008 pCt. CaO trifft, die Kalkausscheidung, selbst unter der denkbar günstigsten Annahme, dass der gesammte Kalk des zerstörten Fleisches durch den Harn austritt, sehr viel niedriger sein, nur $\frac{1}{4} - \frac{1}{5}$ von dem thatssächlich gefundenen Werthe betragen können.

Allein dabei ist nicht ausser Acht zu lassen, dass die Mehrausscheidung von Kalk auch durch die relativ grossen Mengen kalkhaltigen Trinkwassers bedingt sein kann. Deshalb ist auch der Kalk- (und Magnesia-) Gehalt des Trinkwassers bestimmt worden. Das als Trinkwasser benutzte Leitungswasser enthielt 0,0664 g CaO (und 0,011 g MgO) per Mille¹⁾, sodass mit den während des 10 tägigen Hungers getrunkenen 12 Litern Wasser 0,797 g CaO (und 0,127 g MgO) in den Körper eingeführt worden sind.

Bevor wir weiter in der Betrachtung fortfahren, ist es geboten, die Resorption der Kalksalze und deren Ausscheidung zu erörtern. Da die Kalksalze sowohl in den Nahrungsmitteln als in den Geweben sich überwiegend als Phosphate finden und Kalkphosphat, in Wasser so gut wie unlöslich, nur bei Gegenwart von Säuren oder sauren Salzen in Lösung geht, so können die Kalksalze der Nahrung nur im Magen und im Dünndarm, soweit hier die Reaction noch sauer ist, gelöst werden. Obwohl nun die Ingesta in der Norm genügend lange im Magen und im oberen Dünndarmabschnitt verweilen, hat sich auffälliger Weise die Resorptionsgrösse, soweit man sie in der sonst üblichen Weise aus der Differenz des Kalkgehaltes in der Nahrung und in dem auf letztere treffenden Koth bestimmt bezw. die Grösse der Kalkausscheidung im Harn für die Schätzung des resorbirten

¹⁾ 1000 ccm Leitungswasser, auf etwa 100 ccm eingedampft, mit Essigsäure und Ammonoxalat ausgefällt, Niederschlag abfiltrirt, ausgewaschen und scharf über dem Gebläse gegläüt, giebt 0,0664 g CaO. Filtrat und Waschwässer von der Kalkfällung auf etwa 100 ccm eingeengt, mit Ammoniak alkalisirt und mit Natronphosphat versetzt, Niederschlag nach 24 Stunden abfiltrirt und gegläüt, wiegt 0,0292 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,0106 g MgO.

Antheils verwerthet hat, als nur geringfügig ergeben. Bei einem Hunde, der sich bei Fütterung mit Fleisch und Fett im N-Gleichgewicht befand und eine gleichmässige Ausscheidung von Kalk (durch Harn und Koth) hatte, sah Perl¹⁾ auf Beigabe von Chlorcalcium in sehr verdünnter Lösung zum Futter die Kalkausscheidung durch den Harn nur um 3—5 pCt. zunehmen, während der überwiegende Theil, 95—97 pCt. des mehr zugeführten Kalks, mit dem Koth ausgestossen wurde. Danach hielt man die Resorption von Kalksalzen für eine nur sehr geringfügige. Die Frage der Kalkresorption hat sich nun durch weitere Untersuchungen dahin aufgeklärt, dass nur ein kleiner Theil des resorbirten Kalks durch den Harn austritt, der bei Weitem grössere nach seinem Uebertritt in's Blut weiterhin von der Darmschleimhaut in die Darmhöhle ausgeschieden wird und zusammen mit dem unresorbirten Antheil durch den Koth ausgestossen wird, so dass der Kalk im Koth durchaus nicht allein auf den der Resorption entgangenen Antheil zurückzuführen ist, vielmehr einen mehr oder weniger grossen Bruchtheil von Kalk enthält, der ursprünglich im Magen und im oberen Abschnitt des Dünndarms zur Resorption gelangt war und aus dem Blute wieder durch die Schleimhaut der unteren Darmpartien abgegeben worden ist. Die Beweise dafür sind folgende. Führt man nach Tereg und Arnold²⁾ lösliche Kalksalze beim Hunde subcutan ein, so wird nur ein Theil davon durch den Harn, ein anderer durch den Koth ausgeschieden, obwohl doch hier die Kalksalze zweifellos direct in's Blut gelangt sind. Durch eine grössere Versuchsreihe hat Forster³⁾ im Verein mit Bijl die theilweise Wiederausscheidung des resorbirten Kalks seitens der Darmschleimhaut darthun können; von eingeführten Kalksalzen verschwinden aus dem Magen und Dünndarm 34—59 pCt.; je leichter löslich das betreffende Kalksalz ist und je länger die daneben verabreichten Speisen im Magen und Dünndarm verweilen, desto mehr wird resorbirt. Daraus ergiebt sich, dass man zur Beurtheilung der Ausscheidungsverhältnisse des Kalks sich nicht mit der Kalk-

¹⁾ Dieses Archiv. Bd. 74. S. 54.

²⁾ Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 32. S. 122.

³⁾ Arch. f. Hygiene. Bd. 2. S. 385.

ausfuhr durch den Harn begnügen darf, sondern auch den mit dem Koth ausgestossenen Kalk berücksichtigen muss.

Nach alledem ist die Berechnung folgendermaassen anzustellen. Veranschlagen wir die CaO-Ausscheidung durch den Harn an den beiden ersten Hungertagen gleich der des letzten Esstages zu je 0,34 g, am 3. und 4. Tage laut Bestimmung zu je 0,45 g, am 5. Tage laut Bestimmung zu 0,47 g und in gleicher Höhe für den 6. und 7. Tag, dagegen für den 8. Tag zu der gefundenen Höhe des 9. Tages 0,32 g, für den 10. Tag laut Bestimmung zu 0,28 g, so wäre die Gesammtausscheidung durch den Harn an 10 Hungertagen 3,91 g CaO. Dazu die CaO-Ausscheidung durch den Koth mit 0,97¹⁾ g, ergiebt zusammen 4,88 g CaO, durch Harn und Koth abgegeben. Davon die in 12 Liter Trinkwasser steckenden 0,8 g CaO (S. 166) abgezogen, bleiben 4,08 g CaO, die den in Hungertagen vom Körper zum Verlust gegangen sind. Nun sind aber mit den während des Hungers zu Grunde gegangenen 115,7 g N (S. 159) im Fleisch nur 0,272 g CaO verbunden, also müssen 3,81 g CaO oder pro Hungertag 0,38 g CaO von anderen Geweben als vom zerstörten Körperfleisch geliefert sein.

Aehnlich liegen die Verhältnisse der Kalkausfuhr bei Breithaupt, nur dass hier, wie schon gelegentlich der Phosphorsäure erörtert, die absoluten Werthe nicht so hoch sind als bei Cetti. An den 6 Hungertagen sind durch den Harn ausgeschieden 0,91 g, durch den Koth 0,265 g²⁾, zusammen 1,175 g CaO. Davon ab den CaO-Gehalt der getrunkenen 9242 g Wasser mit 0,614 g CaO, bleiben 0,561 g CaO, die in den Hungertagen zu Verlust gegangen sind. Nun sind mit den während des Hungers zu Grunde gegangenen 68,51 N (S. 161) im Fleisch nur 0,161 g CaO verbunden, also müssen 0,4 g CaO von anderen CaO-reichen Geweben hergegeben sein.

Hand in Hand mit einer vermehrten P_2O_5 - und CaO-Ausscheidung könnte, wofern beide auf ein beim Hunger stattfindendes Abschmelzen von Knochengewebe zu beziehen waren, auch die Menge der Magnesia im Harn und Koth vermehrt sein, frei-

¹⁾ Müller berechnet für 10 Hungertage bei Cetti 0,69 g Ca (S. 18)
= 0,97 g CaO.

²⁾ Müller fand für die 6 Hungertage (S. 67) 0,189 g Ca = 0,265 g CaO.

lich nicht in dem Maasse als der Kalk, findet sich doch auch in den Knochen rund 100 mal so viel Kalk als Magnesia; immerhin war eine gewisse Zunahme zu erwarten. Die MgO-Menge, die durch Harn und Koth ausgeführt worden ist (Tab. 3, S. 23), war bei Cetti grösser, als sie hätte sein können, wenn nur Fleisch zerfallen wäre, und auch dann, wenn der geringe MgO-Gehalt des Trinkwassers¹⁾ berücksichtigt wird. So gab Cetti am 4. Hungertage 0,297 g, am 9. 0,162 g, am 10. 0,179 g MgO durch den Harn ab. Verrechnen wir die Ausscheidung des 4. Tages auch für die vorangegangenen 3 und den folgenden 5. Hungertag, für den 6., 7. und 8. nur die Ausscheidung des 9. Tages mit 0,162 g, so würden im Ganzen durch den Harn 2,312 g MgO ausgetreten sein, dazu 0,095 g durch den Koth²⁾, macht zusammen 2,407 g. Davon ab die MgO-Einfuhr mit 12 Liter Trinkwasser³⁾ = 0,132 MgO, bleiben 2,275 g MgO. Nun stecken aber in 100 g Fleisch auf 3,4 N je 0,039 MgO, folglich entspricht dem zerstörten Fleisch mit 115,7 g N rund 1,33 g MgO. Es bleiben also noch (2,28 – 1,33 =) 0,95 g MgO, welche anderen Quellen als dem zerstörten Fleisch entstammen müssen.

Für Breithaupt lässt sich dasselbe nicht so nachweisen. Er verlor an den Hungertagen 2000 g Fleisch, in denen rund 0,8 g MgO stecken, und trank 9240 ccm Wasser mit 0,102 g MgO. Dem steht gegenüber die Ausscheidung durch den Harn mit 0,794 g MgO⁴⁾ und durch den Koth⁵⁾ mit 0,103 g MgO, so dass hier die abgegebene MgO-Menge durch die mit dem Trinkwasser eingeführte und die bei der Zerstörung des Fleisches frei gewordene MgO eben gedeckt wird.

Dass dieser Verlust von Kalk und Phosphorsäure und in geringem Grade von Magnesia in der That auf die Knochen zurückzuführen ist, die zum Theil beim Hunger abschmelzend einen entsprechenden Antheil ihrer Erdsalze frei werden und in Circulation gelangen lassen, dafür spricht endlich noch das rela-

¹⁾ Vergl. Fussnote, S. 166.

²⁾ Müller hat im Gesammtkoth 0,057 Mg = 0,095 g MgO gefunden (S. 18).

³⁾ Das Trinkwasser enthält im Liter 0,011 MgO (siehe Fussnote, S. 166).

⁴⁾ Vergl. Tabelle 8, S. 70.

⁵⁾ Müller hat im Hungerkoth 0,062 Mg = 0,103 g MgO gefunden (S. 67).

tive Verhältniss des Kalks zur Magnesia im Harn. Beim sich ausreichend ernährenden Menschen ist, wie die Bestimmungen von Neubauer und unsere eigenen an den Esstagen bei beiden Hungerern lehren, die absolute Grösse der MgO-Ausscheidung zumeist höher als die der CaO-Ausscheidung durch den Harn, so dass mehr MgO durch den Harn entleert wird als CaO; das hängt hauptsächlich damit zusammen, dass die meisten Nahrungsmittel¹⁾ reichlicher MgO als CaO enthalten, zum Theil auch damit, dass die Verhältnisse der Kalkresorption und Kalkausscheidung durch den Harn minder günstig sind als der MgO. Wenn man aber den Betrag der Erdsalze des abschmelzenden Knochengewebes hinzurechnet, stand zu erwarten, dass, indem im Knochen MgO sich nur spärlich, Kalk aber mindestens 100 mal reichlicher, findet, nunmehr das Verhältniss sich umkehren dürfte derart, dass relativ weniger MgO zur Ausfuhr gelangt als CaO. Auch das hat sich vollauf bestätigt. Während bei Cetti am letzten Esstage reichlicher MgO als CaO entleert worden ist, derart, dass die CaO-Menge = 100 gesetzt, die MgO-Menge sogar 112 betrug, änderte sich beim Hungern das Verhältniss derart, dass, der Kalk wiederum = 100 gesetzt, die MgO am 4. Hungertage nur 63, am 10. nur 60 und am 9. sogar nur 51 betrug, d. h. ein starkes relatives Absinken der MgO-Ausfuhr gegenüber der CaO-Ausscheidung.

Auch bei Breithaupt lässt sich das relative Absinken der MgO-Ausfuhr deutlich nachweisen. Während dieser am letzten Esstage durch den Harn 0,202 g CaO und 0,217 g MgO und sogar am 1. Hungertage 0,073 g CaO und 0,116 MgO entleerte, sank dies Verhältniss beim Hungern derart ab, dass, die CaO-Menge = 100 gesetzt, die MgO-Ausfuhr am 2.—5. Hungertage nur zwischen 90 und 70 betrug.

Dass endlich in Folge des Hungerns der Körper thatsächlich an Erdsalzen verarmt ist, ergiebt sich schlagend daraus, dass an den folgenden Esstagen von dem mit der Nahrung reichlich eingeführten CaO und MgO ein beträchtlicher Anteil zurückbehalten wurde. Cetti schied am 2. Esstage (vom 1. fehlen leider die Bestimmungen) nur je 0,14 g CaO und MgO aus, also nur $\frac{2}{5}$ so

¹⁾ Vergl. Fussnote 1, S. 165.

viel an Erden, als an dem, dem Hungern voraufgegangenen letzten Esstage und fast nur $\frac{1}{3}$ so viel als am 4., und an CaO nur halb so viel als am 10. Hungertage. Bei Breithaupt, der während des Hungerns weniger Erdsalze einbüsst als Cetti, betrug die CaO-Ausscheidung am 1. Esstage nur 0,186 g, also fast nur eben so viel als am 3. Hungertage und erheblich weniger als am letzten Esstage, am 2. Esstage war sie, ungeachtet reichlicher CaO-Aufnahme mit der Nahrung (Kuhmilch, Brod, Trinkwasser), die CaO-Ausfuhr sogar nur 0,1 g, d. h. nur halb so gross als am letzten Esstage und erheblich niedriger als selbst am letzten Hungertage.

Hiermit darf der Ring unserer Beweisführung als allseitig geschlossen erachtet werden. Thatsächlich hat ausser dem bisher angenommenen Zerfall von Eiweiss (Muskeln, Drüsen) und Fett auch noch ein Abschmelzen von Knochengewebe bei unseren Hungerern stattgefunden, und zwar in besonders starkem Maasse bei Cetti, das sich manifestirt: durch vermehrte Ausscheidung von Phosphorsäure, von Kalk (und Magnesia) durch den Harn, sowie endlich dadurch, dass, im Gegensatz zu den entsprechenden Verhältnissen bei ausreichender Ernährung, die Kalkmenge, die durch den Harn zur Ausfuhr gelangt ist, die der Magnesia überwiegt.

Es erübrigt noch zu erörtern, inwieweit unser Befund vom Abschmelzen des Knochengewebes beim Hunger neu ist. Chossat, dem wir die grundlegenden Untersuchungen über die Inanition und die Beteiligung der einzelnen Organe am Schwund der Körpermasse verdanken, hat nur die Angabe gemacht, dass verhungerte Tauben einen Gewichtsverlust zeigen, der sich für die feuchten Knochen zu 17 pCt. berechnet, während C. Voit bei seiner verhungerten Katze für die feuchten Knochen einen Gewichtsverlust von 14 pCt. berechnet, ohne den Gewichtsverlust des trockenen Knochens zu kennen. Zwar sagt Voit¹⁾ später: „ein Theil des beim Hunger abgeschiedenen Kalkes röhrt von den Knochen her, deren organische Grundlage dabei angegriffen wird, wie das übrige Gewebe, wodurch der darin abgejagerte Kalk frei wird“, allein thatsächliche Grundlagen für die Berechtigung dieser Anschaugung werden vermisst. Voit hat nur festgestellt, dass 100 g feuchte Knochen bis zum Eintritt des Hungertodes 13,9 g einbüssen. Dieser Verlust könnte den Wassergehalt treffen, wie dies Bidder und Schmidt nachdrücklichst behaupten, und was sich nur widerlegen liesse, entweder

¹⁾ Handb. der Physiol. (berausgegeben von L. Hermann). VI. 1. Th. 1881. S. 380. — Vergl. auch Zeitschr. f. Biol. Bd. 2. S. 353.

durch den Nachweis, dass ausser dem Wasser auch die Trockensubstanz des Skelets einen Verlust erlitten hat, oder durch den Nachweis, dass, indem die organische Grundlage des Knochens zum Theil angegriffen und zerstört und der darin abgelagerte Kalk frei wird, nun auch die Kalk- und Magnesia-ausscheidung aus dem Körper eine höhere wird, als sie hätte sein dürfen, wenn nur Fleisch (und Fett) beim Hunger zum Zerfall gelangte. Da Voit keinen dieser beiden Beweise geführt hat, kann seiner darauf bezüglichen Angabe nur der Werth einer glücklichen und sinnreichen Hypothese zuerkannt werden. Andererseits ist der Schluss von Bidder und Schmidt¹⁾, dass das Knochengewebe selbst beim Hunger nicht angegriffen wird und nur einen Wasserverlust erleidet, durchaus nicht beweiskräftig, wie dies Voit²⁾ schon richtig hervorhebt. Da jene Autoren aus Mangel eines Controlthieres von demselben Alter und Gewicht die Organgewichte ihrer verhungerten ausgewachsenen Katze von 2,57 kg vor dem Beginn des Hungerns nicht berechnen konnten, haben sie an einem jungen, noch nicht ausgewachsenen Kater von nur 1,5 kg, den sie töteten, die entsprechenden Organgewichte erhoben. Zwar machen sie sich selbst den Einwand, dass die directe Uebertragung der an einem jungen, nur halb so schweren und viel jüngeren Thiere gemachten Ermittelungen auf die entsprechenden Organgewichte eines alten ausgewachsenen Thieres nicht angängig sei. Da sie aber das Verhältniss der leimgebenden Knochengrundlage zu den Kalksalzen beim verhungerten wie beim frisch getöteten Thiere gleich fanden, so nahmen sie an, dass die trockene Knochengrundlage beim Hungern nicht angegriffen wird, und nahmen, unter der Voraussetzung, dass das Gesammtgewicht der Knochen zu dem des Körpers in einem constanten Verhältniss steht, die Uebertragung der Organgewichte des frisch getöteten Thieres auf die des anderen, wie sie vor dem Hungern voraussichtlich gewesen, vor. Auch dieser Schluss ist offenbar unzulässig; einmal wissen wir bestimmt, dass junge Thiere wasserreicher sind, als ältere, wie dies schon aus den Untersuchungen von v. Bezold³⁾ klar hervorgeht und auch beim Vergleich des jungen Katers von Bidder und Schmidt mit der alten Katze Voit's sich ergiebt; jener enthielt 68 pCt., diese nur 58 pCt. Wasser. Ebenso fand E. Bischoff⁴⁾ den Wassergehalt beim Neugeborenen zu 66 pCt., beim erwachsenen Menschen nur zu 59 pCt. der Körpermasse. Ferner hat Wildt⁵⁾ nachgewiesen, dass speciell die Knochen junger Thiere wasserreicher (und fettärmer) sind als die älterer, ausgewachsener. Endlich lässt sich aus dem Constantbleiben des Verhältnisses zwischen Collagen und den Kalksalzen im Knochen beim gut

¹⁾ Verdauungssäfte und Stoffwechsel. 1852. S. 313 und 331.

²⁾ a. a. O.

³⁾ Zeitschr. f. wissensch. Zoolog. Bd. 8. S. 487. — v. Bezold fand an Mäusen beim Embryo 87, bei der neugeborenen 83, bei der 8 Tage alten 77 und bei der ausgewachsenen Maus 71 pCt. Wasser.

⁴⁾ Zeitschr. f. ration. Med. Bd. 20. S. 75.

⁵⁾ Landwirthsch. Versuchsstationen. Bd. 15. S. 404.

gefütterten und beim verhungerten Thier durchaus nicht darauf schliessen, dass beim Hungern die trockene Knochensubstanz nicht angegriffen wird; denn selbst wenn die organische leimgebende Grundlage aufgelöst wird und in den Säftestrom gerath, müssen auch die damit verbunden gewesenen Kalksalze frei werden und in die Circulation gelangen, so dass, wie klein oder wie gross auch immer der Betrag des Abschmelzens beim Knochen sein mag, an dem Verhältniss zwischen organischer Grundlage und den Erdsalzen des restirenden Knochengewebes nichts geändert zu sein braucht. Demnach kann aus den Ableitungen von Bidder und Schmidt, weil die rechnerischen Grundlagen auf unsicheren Voraussetzungen fussen, ein Einwand gegen die aus directen Bestimmungen gezogenen Resultate nicht erhoben werden. Uebrigens hat für junge, noch wachsende Kaninchen Weiske¹⁾ es sehr wahrscheinlich gemacht, dass dieselben beim Hunger 3—12 pCt. ihrer Knochensubstanz einbüssen; da dieselben jedoch nicht nur hungerten, sondern auch kalkfreies Wasser bekamen, kann der Erfolg zum Theil auch auf den Kalkmangel zu beziehen sein.

Endlich beweist den Angriff des Knochengewebes selbst beim Hungern auch eine Versuchsreihe²⁾, die I. Munk am hungernden Hund durchgeführt hat und in der ebenfalls die Ausscheidung der Erdsalze und der Phosphorsäure durch den Harn beträchtlich höher gefunden worden ist, als dieselbe hätte sein können, wofern beim Hungern nur Fleisch (und Fett) zerstört würde. Auch daraus geht hervor, dass ausser der organischen auch die anorganische Grundlage des Knochens dem Abschmelzen anheimfällt, in die Circulation gerath und durch Harn und Koth zur Ausscheidung gelangt.

§ 6. Der respiratorische Stoffwechsel (Lehmann und Zuntz).

1) in der Ruhe.

Das auffallendste an Cetti gewonnene Ergebniss, welches die Betrachtung der Tab. 5 (S. 50) ohne Weiteres erkennen lässt, ist die grosse Constanze des Sauerstoffverbrauchs während der ganzen Hungerperiode. Man muss, um diese Constanze richtig würdigen zu können, bedenken, dass die Athmung am 11. März unter dem Einfluss des 1 Stunde vorher verzehrten Frühstücks stand, dass am 12. März der Sauerstoffverbrauch durch die in den Versuchsprotocolen notirten Bewegungen erhöht war, und dass dasselbe am 18. und 19. März in Folge der ihrer Bedeutung nach sogleich noch ausführlicher zu besprechenden Kolikschmerzen der Fall war. Wenn man dies berücksichtigt, sieht man sofort, dass der

¹⁾ Zeitschr. f. Biol. Bd. 10. S. 410.

²⁾ noch nicht veröffentlicht.