(Aus dem tierphysiol. Institut der kgl. landwirtsch. Hochschule zu Berlin
[Vorsteher: Geheimrat Professor Dr. Zuntz].)

Beiträge zur Beurteilung der Frage nach dem Nährwert der Spaltungsprodukte des Eiweisses.

I.

Vergleich der Verdauungsarbeit von Fleisch und Somatose¹⁾.

Von

Dr. **W. Cronheim.**

(Mit 2 Textfiguren.)

Die Anschauungen über den Wert der durch eine künstliche Verdauung erzielten Eiweisspräparate haben bekanntlich sehr gewechselt. Während man im Anfang die weitgehendsten Erwartungen hegte, ist man in der Wertschätzung allmählich sehr zurückgegangen, derart, dass man ihnen kaum mehr als eine gelegentliche Verwendung am Krankenbett zugestehen will. Dass Peptone und ähnliche Spaltungsprodukte das Eiweiss in der Ernährung gleichwertig ersetzen können, ist als sicher anzusehen, aber infolge ihrer unangenehmen Nebeneigenschaften kann man sie nur als Beikost ausnützen, und dabei sind die Vorzüge nicht derart, um sich über die vorhandenen Nachteile ruhig hinwegzusetzen.

Was man zu Gunsten dieser Stoffe anführen könnte, ist, dass sie weniger Tätigkeit der Verdauungsdrüsen und damit verringerte Verdauungsarbeit in Anspruch nehmen. Aber auch gegen diese Annahme lassen sich Bedenken erheben auf Grund der Tatsachen, dass diese Stoffe eine ausgesprochen abführende Wirkung besitzen.

1) Durch äussere Umstände wurde die Veröffentlichung dieser schon seit mehreren Jahren abgeschlossenen Arbeit verhindert. Die Hauptergebnisse wurden von Herrn Prof. Zuntz in der Sitzung der deutschen pharmaz. Gesellsch. vom 6. Nov. 1902 mitgeteilt. Berichte d. deutsch. pharmaz. Gesellsch. 1902.

Zuntz¹⁾ und v. Mering hatten bei Tieren für Stoffe, die die Peristaltik und Sekretion anregen, Loewy²⁾ speziell für salinische Abführmittel am Menschen eine ganz erhebliche Steigerung des Sauerstoffverbrauches infolge der durch diese Mittel hervorgerufenen Darmarbeit nachgewiesen. Es war deshalb a priori durchaus nicht unwahrscheinlich, dass solche künstlich verdauten Eiweissstoffe die Ersparnis an chemischer Arbeit durch gesteigerte Peristaltik kompensieren, selbst in Mengen, die noch keine Verdauungsstörung hervorrufen, und damit den Nähreffekt wesentlich verkleinern. Gerade für die richtige Bewertung von Nährpräparaten kommt in erster Linie in Betracht, festzustellen, ein wie grosser Anteil für die Verdauungsarbeit in Anspruch genommen wird. Denn diese Energiemenge geht anderen Arbeitsleistungen beziehungsweise für den Ansatz im Körper verloren. Scharf haben bereits Zuntz und Magnus-Levy³⁾ mit folgenden Worten darauf hingedeutet: „Man glaubt meist, den Nährwert einer Substanz genügend bestimmt zu haben, wenn man nachweist, wieviel davon im Kothe wiedererscheint. Der Rest wird als resorbiert betrachtet und seinem Energiewerte resp. seiner Verbrennungswärme entsprechend in Rechnung gestellt. Diese Berechnung abstrahiert davon, dass der Organismus an dem zu resorbierenden mehr oder weniger Arbeit leisten muss, um es zu assimilieren. Diese Arbeit ist vom kalorischen Wert des Resorbierten zu subtrahieren, will man wissen, was es im Organismus wirklich leistet.“

Braucht man auch nicht gleich an einen so excessiven Fall zu denken, wie ihn Zuntz⁴⁾ für das Stroh bei Pferden nachgewiesen hat, wo das Energiequantum, das zur Verdauungsarbeit erforderlich, grösser ist als die gesamte Energiemenge, die mit den Nährstoffen überhaupt resorbiert wird, so ist doch auch bei dem voraussichtlich geringeren Ausschlag, den man durch jene Mittel erzielt, eine Feststellung gerechtfertigt. Handelt es sich doch speziell bei der Verwendung am Krankenbett darum, unter möglichster Einschränkung von Assimilationsarbeit einem geschwächten Organismus in einem kleinen Quantum eine möglichste Menge von Energie zuzuführen.

1) Pflüger's Archiv Bd. 15 S. 632.

2) Pflüger's Archiv Bd. 43. 1888.

3) Pflüger's Archiv Bd. 48. 1891.

4) Zuntz und Hagemann, Über den Stoffwechsel des Pferdes bei Ruhe und Arbeit. Thiel's landw. Jahrbücher Bd. 27, Ergänzungsbd. 3. S. 280. 1898.

Ich folgte deshalb gern einer Anregung des Herrn Professor Zuntz, für eine Albumose die Verdauungsarbeit festzustellen, und benutzte hierzu die bekannte Somatose der Elberfelder Farbenfabriken vorm. F. Bayer & Co.¹⁾. Untersuchungen über Somatose liegen in grosser Zahl vor. Ich nenne nur die von Hildebrandt²⁾, Kuhn und Völker³⁾, Neumeister⁴⁾, Auerbach⁵⁾, Neumann⁶⁾, Bornstein⁷⁾, Ellinger⁸⁾, Drews⁹⁾, Joachim¹⁰⁾, Oberländer¹¹⁾, Sonntag¹²⁾ u. a.

Aus allen diesen Untersuchungen ergibt sich, dass die resorbierte Somatose wohl dem Eiweiss gleichwertig ist, dass aber die Resorption sehr viel schlechter als die des genuinen Eiweisses ist und hierdurch der Nutzen erheblich herabgedrückt wird. Denn von allen Autoren wurde gleichmässig eine schlechte Resorption konstatiert; allerdings riefen die verabreichten Dosen stets Durchfall hervor. Dagegen scheint bei Darreichung kleiner Gaben fast regelmässig eine günstige Beeinflussung des Appetites und der Fähigkeit zu essen konstatiert zu sein¹³⁾.

Zur quantitativen Bestimmung der Verdauungsarbeit diente die mehrfach beschriebene gasanalytische Methodik¹⁴⁾. Die Versuche selbst wurden teils mit einem Menschen, einem 31 Jahre alten Schuhmacher, teils mit einer Hündin angestellt. Der Mann hatte schon früher zu ähnlichen Zwecken gedient, war mit der Technik des Atmens vertraut und als zuverlässig bekannt; die Hündin, die

1) Das nötige Material wurde mir von der Direktion in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

2) Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 18 S. 180. Verhandl. d. Kongr. f. innere Medizin 1893 S. 395/400.

3) Deutsche mediz. Wochenschr. 1894 Nr. 4.

4) Deutsche mediz. Wochenschr. 1893 Nr. 36 und 46.

5) Deutsche Mediz.-Zeitung 1894 Nr. 83, 1895 Nr. 3.

6) Berl. klin. Wochenschr. 1897 S. 162.

7) Münchener mediz. Wochenschr. 1898 S. 72.

8) Zeitschr. f. Biol. Bd. 33 S. 190.

9) Centralbl. f. innere Medizin 1898 Nr. 3. — Wiener mediz. Presse 1897 S. 76.

10) Centralbl. f. innere Medizin 1898 Nr. 10.

11) Maly's Jahresber. 1900 S. 619.

12) Sonntag, Wiener mediz. Blätter 1900 Nr. 44.

13) Vgl. Voit, Über den Wert der Albumosen und Peptone für die Ernährung. Münchener med. Wochenschr. 1899 Nr. 6 und 7.

14) Verfahren zur Bestimmung des respiratorischen Gaswechsels nach Zuntz und Geppert. Vgl. Magnus-Levy, Pflüger's Archiv Bd. 55.

mir von Herrn Professor Loewy zur Verfügung gestellt wurde, hatte ihm bei seinen Versuchen über den Einfluss der Ovarien auf den Stoffwechsel gedient und atmete absolut ruhig. Bei einer Reihe von Versuchen, die ausserdem zur Entscheidung einer anderen Frage dienen sollten, atmete ich selber. Am Beginn des Versuches wurde jedes Mal erst der Nüchternwert festgestellt zum Vergleich mit der durch die Darmarbeit verursachten Steigerung. Zugleich diente er auch für die Versuchsperson als erwünschte Kontrolle, ob sie die Vorschrift, nach der Abendmahlzeit des vorhergehenden Tages mindestens zwölf Stunden nüchtern zu bleiben, befolgt hatte. Die Hündin, die sich im Stickstoffgleichgewicht befand, erhielt während der Dauer der Versuche, auch an den Tagen, an denen mit ihr nicht gearbeitet wurde, eine gleichmässige Nahrung, bestehend aus Fleisch und Schweinefett. Der Zwischenraum zwischen zwei Mahlzeiten betrug immer mindestens 24 Stunden. Neuere Erfahrungen im hiesigen Institute bestätigten die Tatsache, dass diese Zeit beim Hunde, um der vollständigen Verdauung der Tagesmahlzeit sicher zu sein, notwendig ist. Ich selbst fand, dass nach einer nur mässigen Mahlzeit bei der Hündin 16—18 Stunden notwendig waren, um wieder zum Ausgangswert des Sauerstoffverbrauchs zurückzukommen. Das Fleisch wurde stets in Form von Schabefleisch gegeben, da man so am ehesten annehmen konnte, ein von Sehnen und anderen Stoffen, die das Bild der Verdauungsarbeit des reinen Fleisches trüben konnten, freies Produkt zu erhalten. Salz wurde stets in denselben abgewogenen Mengen gereicht.

Der Gang der Versuche war der folgende. Es wurde erst bei dem Versuchsmenschen festgestellt, welche Maximaldosis von Somatose auf einmal gegeben werden konnte, ohne Durchfall oder Beschwerden zu verursachen, da es ja darauf ankam, nur die durch die Somatose hervorgerufene Verdauungsarbeit, keine Verdauungsstörungen, zu beobachten. Bei 40 g klagte der Mann schon während des Versuches über Blähungen und hatte später einen reichlichen, dünnen Stuhl, bei 35 g war letzterer auch schon von weicher Konsistenz. Als Normalmengen wurden für den Menschen dann 30 g gegeben — eine Dosis, die er anstandslos vertrug, ebenso wie bei späteren Versuchen dieselbe Menge weder Professor Zuntz, noch Professor Loewy oder mir nennenswerte Beschwerden verursachte. Die Hündin setzte bei einer Gabe von 25 g einen ganz flüssigen, tinten-

schwarzen Koth ab, bei 20 g zeigte der Koth wohl noch die eigentümliche Farbe des Albumosenkoths, war aber fest.

Die benutzte Somatose hatte eine Zusammensetzung von 7,15 % H_2O , 5,60 % Asche und 12,96 % Stickstoff = 81,2 % Eiweiss (Faktor 6,25). Frühere¹⁾ Analysen hatten für Somatose einen Stickstoffgehalt entsprechend 78—86 % Eiweiss gegeben, ich selbst fand ihn in einer anderen Portion auch etwas geringer, wohl hauptsächlich durch den Wassergehalt bedingt. Von der ersten Portion Somatose gab ich 30 g, von der anderen soviel, dass der zugeführte Stickstoff der in 30 g der ersten enthaltenen Menge entsprach. Bei der Dosierung des als Vergleichsobjekt dienenden Fleisches wurde dann auch keine Rücksicht darauf genommen, dass ein Teil seines Stickstoffes in Form von Extraktivstoffen vorhanden ist, vielmehr stets nur die gleiche Menge N eingeführt.

Um immer über dasselbe Material zu verfügen, wurde in einer grösseren Portion frischen Fleisches der Stickstoff bestimmt, dann Quanta abgewogen, die ebensoviel Stickstoff enthielten wie 30 g jener ersten Somatose, und dann die einzelnen Portionen sterilisiert.

War der Nüchternwert bestimmt, so erhielt der Mensch die Somatose in etwas warmem Wasser gelöst resp. das Fleisch mit möglichst ebensoviel Wasser, die Hündin die Somatose mit 3 g Fett verrieben, dann etwas Wasser oder das Fleisch mit derselben Menge Wasser. Die Somatose wurde während der ganzen Dauer der Versuche anstandslos genommen, das Tier leckte sie immer anscheinend mit grosser Gier auf. Das Fett wurde verabreicht, weil das Tier in dieser Form die Somatose lieber nahm. Für die Verdaunungsarbeit kommen ja diese minimalen Mengen, wie Magnus-Levy gezeigt hat, gar nicht in Betracht. Einige Zeit, gewöhnlich 30—45' nach der Mahlzeit, begannen die Atmungsversuche, die möglichst jede Stunde angestellt wurden. Die Dauer des eigentlichen Versuches betrug im Durchschnitt 30 Minuten. Ihm ging eine Vorperiode von 10—15 Minuten voraus, wobei alles sich genau so abspielte wie bei dem eigentlichen Versuch mit der einzigen Ausnahme, dass die Expirationsluft wohl im Gasometer gemessen, aber noch keine Proben aufgefangen wurden. Im übrigen wurden die Versuche mit all den Kautelen ausgeführt, wie sie sich bei den langjährigen Arbeiten im

1) Goldmann, Über Somatose. Pharmac. Zeitung 1893 Nr. 83. — Süd-deutsche Apothekerzeitung 1893 Nr. 8.

hiesigen Laboratorium als notwendig herausgestellt hatten. Jede solche Versuchsreihe wurde über möglichst viel Stunden ausgedehnt. Leider erwies es sich als unmöglich, sie stets solange durchzuführen, dass man zum Nüchternwert zurückkam.

Die Resultate sind in Tabellenform aufgeführt. Die Tabellen I A und II A S. 33 ff. sind chronologisch geordnet und enthalten die Werte des verbrauchten Sauerstoffs und der ausgeatmeten Kohlensäure. In den Tabellen I B und II B ist die Anordnung so getroffen, dass die Tage mit gleicher Nahrung zusammengestellt sind. Die Zahlen für die Kohlensäure sind hier weggelassen, dagegen die Veränderungen der Sauerstoffwerte auch procentisch ausgedrückt. Ausserdem finden sich hier die respiratorischen Quotienten, mit deren Hilfe sich die Werte für die Energie berechnen lassen. Im Anschluss daran gebe ich folgende graphische Darstellung der Resultate, wobei die Abscisse die Zeit in Stunden, die Ordinate die dieser entsprechende procentische Veränderung des Sauerstoffes bringt. Aus der Zahl der Punkte ergibt sich jedesmal, aus wieviel Versuchen der entsprechende Kurvenpunkt ermittelt ist. (Somatose ausgezogene, Fleisch gestrichelte Linie.)

Für uns sind im vorliegenden Falle von besonderer Wichtigkeit die procentischen Änderungen der Sauerstoffwerte, um daraus einen Schluss auf die Grösse der Verdauungsarbeit ziehen und einen Anhaltspunkt für die Beantwortung der aufgeworfenen Frage gewinnen zu können. Überblickt man die Zahlen, so wird zuerst in die Augen fallen, dass wir es überhaupt nicht mit grossen Differenzen zu tun haben, ja dass die Änderungen zum Teil in die Grenzen der physiologischen Schwankungen fallen. Es liegt dies daran, dass, wie schon früher erwähnt, um Durchfall zu vermeiden, wodurch die Verhältnisse sich kompliziert haben würden, nur relativ kleine Gaben verabreicht wurden, die keine erhebliche Verdauungsarbeit erforderten. Um bei den geringen Ausschlägen Zufälligkeiten auszuschliessen, musste die Zahl der Versuche ersetzt, was dem einzelnen an Beweiskraft abging. Im ganzen wurden 28 Versuchsreihen mit durchschnittlich fünf Bestimmungen ausgeführt, davon 17 am Menschen und 11 am Hunde. Aus diesen Untersuchungen ergibt sich nun das Resultat, dass die Verdauungsarbeit bei Somatosegenuss nicht grösser, sondern geringer ist als bei den entsprechenden Fleischmengen. Während bei Somatose verschiedentlich nur ganz kleine Steigerungen, ja sogar negative Werte beobachtet wurden, ist dies bei Fleisch nur ein

Ausgezogene Kurve Somatose ●, Gestrichelte Kurve Fleisch ○. Abszisse: Zeit in Stunden. Ordinate: Prozentische Zunahme des O-Verbrauches.

Der für die 16. Stunde bei Fleisch eingetragene Wert ± 0.5 ist rechnerisch aus den Werten der beiden vorhergehenden und nachfolgenden Stunden ermittelt worden.

einziges Mal bei dem Versuch am Menschen vom 22. Juli zu konstatieren. Bei dem Menschen fand sich als Maximalsteigerung nach Somatose einmal 10 % (14. Juli fünfte Stunde), zweimal 9,5 % (26. Juli vierte Stunde, 31. Juli neunte Stunde), nach Fleisch 14,5 % (12. Juli zweite Stunde) und 12,5 % (15. Juli zweite Stunde). Bei dem Hunde nach Somatose 11,5 % (5. August zweite Stunde), dagegen 17 % (3. August sechste Stunde) bei der entsprechenden Fleischnahrung. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass in dem Versuch vom 5. August, in dem sich die höchste Steigerung des Sauerstoffverbrauches ergab, die grösste Menge Somatose 25 g gegeben wurde. Der Hund setzte infolgedessen flüssigen Kot ab; die Verhältnisse lagen sicher nicht normal. Bei anderen Versuchen, die aber auch einander entsprechen, waren die maximalen Werte 10 % (7. November zweite Stunde) und 17 % (3. August sechste Stunde). Vielleicht kann man auch die Versuche vom 10. und 12. August direkt mit einander vergleichen, wo einmal die gesamte Nahrung, mit der sich der Hund im Stickstoffgleichgewicht erhielt, in Fleisch gegeben wurde, ein anderes Mal dieselbe absolute Menge Stickstoffes in Form von soviel Somatose, wie sie, ohne Diarrhoe zu verursachen, vertragen wurde, und Fleisch. Bei reinem Fleisch betrug die Zunahme des Sauerstoffverbrauches 42 %, bei dem Fleisch-Somatosegemisch 28 %. Allerdings lag bei dem letzten Versuch der Nüchternwert 8 % höher als bei dem andern, aber trotzdem bleibt auch hier deutlich zu ersehen, dass Fleisch eine höhere Verdauungsarbeit beansprucht.

Die höchste Steigerung (11,5 % 5. August) zeigte Somatose, als ich dem Hunde soviel gab, dass flüssiger Kot abgesetzt wurde; bei dem Menschen ist der entsprechende Versuch (8. Juli) leider nur bis zur dritten Stunde (7 %) fortgesetzt. Bei anderen Versuchen mit geringerer Dosis wurde eine noch grössere Steigerung beobachtet.

Die absolute Zunahme ist bei dem Hunde, bei dem der vorerwähnte Versuch bis zur sechsten Stunde ausgedehnt wurde, übrigens so gering, 11,5 % gegen 10 % (7. Juni dritte Stunde) in einem anderen Versuche, wobei kein Durchfall auftrat, dass die durch die Diarrhoe hervorgerufene Darmarbeit nicht erheblich erscheint.

In einer besonderen Tabelle III sind die Zahlen angeführt, die sich bei den Untersuchungen ergaben, bei denen ich selbst als Versuchsobjekt diente. Sie wurden zugleich für einen anderen Zweck benutzt, auf den ich später noch zurückkommen werde. In Bezug

auf gleichmässige Ernährung, Nüchternzustand u. dergl. sind sie den vorhergehenden gleich zu stellen. Herr Privatdozent Dr. Caspari war so liebenswürdig, die nötigen Notizen zu machen und die Proben zu nehmen. Die Nüchternwerte wurden an drei anderen Tagen in je zwei aufeinander folgenden Bestimmungen festgestellt, das Mittel der sechs Versuche ergab den Wert 185,5 ccm resp. 3,06 ccm pro Kilogramm, der als Norm diente. Auch hier wieder fand sich, dass bei einem Versuch nach Somatose gar keine Verdauungsarbeit nachweisbar war, während bei Fleisch regelmässig eine solche eintrat. Auch die maximale Steigerung ist bei Fleisch wiederum stets grösser (12,9 % gegen 9,2 %). Zu berücksichtigen ist noch, dass der Versuch mit Somatose vom 17. März nicht ganz einwandfrei, da ich mich an diesem Tage nicht wohl fühlte und Leibschmerzen empfand. Gerade dieser Tag gibt in der Somatoseperiode die höchste Steigerung des Sauerstoffverbrauches:

Bei der wichtigen Rolle, die die Nüchternwerte spielen, ist es wohl angebracht, mit einigen Worten darauf einzugehen. Zur besseren Übersicht finden sie sich in Tabellen IV A und B auf 1 kg Körpergewicht bezogen zusammengestellt. Bei der Hündin war eine Beeinflussung durch Reste der vorhergehenden Mahlzeit ausgeschlossen, sie lag absolut ruhig und war so an die Versuche gewöhnt, dass sie gewöhnlich gleich einschlief; eine Einwirkung äusserer Umstände kann man also unbedingt verneinen. Nun beobachtet man in der zweiten Hälfte der Versuche, wobei das Körpergewicht innerhalb von 20 Tagen um weitere 2 % zunahm, nachdem bereits eine Vermehrung um 4 % innerhalb von 83 Tagen stattgefunden hatte, ein erheblich niedrigeres Niveau im Sauerstoffverbrauch, nämlich 4,797 ccm O pro Kilogramm, gegen 5,685 ccm, d. h. eine Abnahme von ca. 16 %. Dabei ist der respiratorische Quotient mit Ausnahme des Versuches vom 3. August, wo sehr wahrscheinlich ein Irrtum in der Kohlensäurebestimmung vorliegt, sich ziemlich gleich geblieben.

Der Grund für dies Herabgehen des Sauerstoffwertes hat man wohl im folgenden zu suchen. Die Hündin hatte Herrn Prof. Loewy zu seinen Versuchen über den Einfluss der Entfernung der Ovarien auf den Gesamtstoffwechsel¹⁾ gedient. Vor den Versuchen war sie mit Oophorin gefüttert worden, und dadurch hatte eine Steigerung des

1) A. Loewy und P. F. Richter, Sexualfunktion und Stoffwechsel. Archiv f. (Anat. u.) Physiol. 1899.

O-Verbrauchs stattgefunden. Im Laufe der Versuche erholte sie sich von den Wirkungen; dementsprechend sank der Nüchternwert.

Bei dem Versuchsmenschen ist hingegen ein Steigen des Sauerstoff-Nüchternwertes von im Mittel 3,425 ccm auf 3,646 ccm zu konstatieren, eine Zunahme von ungefähr 6 %. Dabei schwankt das Körpergewicht des stets in den gleichen Kleidern gewogenen Mannes ziemlich unregelmässig zwischen 62,2 und 63,3 kg. Welche Erklärung müssen wir diesem Ansteigen geben? Der zunächst liegende Gedanke, dass der Mann bei den in Betracht kommenden Versuchen nicht immer nüchtern war, kann man mit Sicherheit zurückweisen. Abgesehen davon, dass er als zuverlässig bekannt war, hat nur der Versuch vom 6. Juli mit 229,5 ccm resp. 4,045 ccm Sauerstoff einen aus der Reihe herausfallenden Wert gegeben. Es war ihm damals gestattet worden, ca. 2 $\frac{1}{2}$ Stunden vor Beginn eine Tasse dünnen Kaffees und eine Semmel zu sich zu nehmen, zumal diese Bestimmungen mehr zur Orientierung dienten, welche Mengen von Somatose anstandslos vertragen würden. Möglich, dass er an jenem Versuchstage das Zeitintervall nicht genügend innegehalten oder zu viel Nahrung zu sich genommen hat. Jedenfalls verzichtete er nach diesem Tage freiwillig auf das knappe Frühstück, und es lag kein Grund vor, an der Wahrheit seiner Behauptung, dass er die Vorschriften genau befolge, zu zweifeln. Dies um so weniger, da ja die Versuche sich gegenseitig kontrollierten und zu des Mannes Verwunderung auch ein unbeabsichtigtes Versehen seinerseits sofort zutage trat. Sehr instruktiv war nach dieser Richtung hin ein nicht in die Tabellen aufgenommener Versuch vom 28. Juli, der den ganz und gar nicht zu den anderen Zahlen passenden Nüchternwert von 224,2 ccm Sauerstoff ergab. Nach des Mannes bestimmter Behauptung lag keine Übertretung der Versuchsbedingungen vor und war er morgens nüchtern zur Arbeit gekommen. Die Erklärung ergab sich dann sehr einfach dahin: Am Tage vorher hatte die Arbeit sehr lange, von morgens 7 Uhr bis gegen 7 Uhr abends, gedauert. Zu Hause habe er sofort eine ordentliche Mahlzeit genommen und aus Angst, dass der Hunger ihm geschadet hätte, gegen 10 Uhr abends noch einmal gegessen. Der Erfolg zeigte sich darin, dass am anderen Morgen der „Nüchternwert“ noch nicht eingetreten war.

In dem Versuch vom 2. August, der speziell noch einmal daraufhin angestellt wurde, die Wahrheit seiner Behauptung zu prüfen, dass er vor Beginn der Versuche nichts zu sich nähme, wurde sein

Nüchtern-Gaswechsel mehrere Stunden hintereinander untersucht. Dabei lag der Ausgangspunkt in der Höhe der sonstigen und sank nun im Laufe von vier Stunden von 203,25 ccm auf 196,6 ccm, d. h. um den innerhalb der Fehlergrenzen liegenden Wert von 3,3 %. Wäre der Mann nicht nüchtern gewesen, so hätte man eine grössere Abnahme erwarten müssen. Auch bei den mit mir angestellten Versuchen ergaben zwei unmittelbar aufeinander folgende Bestimmungen des Nüchternwertes für die Kohlensäure 160,8 und 155,8 ccm, für den Sauerstoff 181,4 und 191,0 ccm. Überhaupt sind ja Differenzen von 5 % noch durchaus als innerhalb der physiologischen Breite liegend anzusehen.

Es bleibt wohl nichts anderes übrig als anzunehmen, dass der allmähliche Anstieg des Sauerstoffverbrauches bei dem Versuchsmenschen von einer Änderung seiner Körperkonstitution herrührt. Der Mann war infolge des grösseren und leichteren Verdienstes in der Versuchszeit imstande, sich besser und reichlicher zu ernähren als sonst. Speziell nahm er mehr eiweissreiche Kost zu sich; damit wuchs sein Eiweissbestand im Körper und damit auch sein Gesamtstoffwechsel.

Nicht minder wichtig als die Werte des Gesamtsauerstoffverbrauches sind die für die respiratorischen Quotienten, insofern als aus diesen bei bekannter N-Abscheidung auf die Art und Menge des im Körper zersetzten Materiales geschlossen werden kann. Besonders interessant gestalten sich die Betrachtungen bei respiratorischen Quotienten, die unter 0,707, dem Wert für reine Fettverbrennung, liegen, insofern als zur Erklärung dieser Werte die Hypothese einer Glykogenbildung aus Eiweiss am plausibelsten erscheint. Geht man von der mehrfach gemachten Annahme aus, dass aus dem N-freien Rest des Eiweisses Kohlehydrate zum Ansatz gelangen, so werden dadurch respiratorische Quotienten unter 0,707 erklärlich. Denn das im Körper sich anlagernde Produkt hat einen viel höheren Quotienten (1,00) als das Eiweiss, folglich muss der zerfallene Rest einen niedrigeren haben. Die nähere Rechnung¹⁾ ergibt,

1) Nach den von Frentzel und Schreuer ermittelten Werten (Archiv f. [Anat. u.] Physiol. 1902 S. 282, 1903 S. 460) stellt sich die Rechnung folgendermassen. Als mittlere Zusammensetzung des Muskelfleisches kann man annehmen:

52,26 % C, 7,37 % H, 23,19 % O, 16,22 % N.

Aus 100 g Fleisch entstehen 2,7 g organische Kotsubstanz und 38,2 g

dass, wenn der gesamte nicht in Harn und Kot erscheinende Kohlenstoff des Eiweisses in Glykogen übergeführt würde, dabei aus 100 g Eiweiss 93,65 Glykogen entstehen und noch eine positive Wärmetönung stattfinden könnte. Die vorliegenden Versuche über Kohlehydratbildung aus Eiweiss sprechen für die Möglichkeit eines derartigen

organische Harnbestandteile, wobei der N vollständig in Harn und Kot wieder erscheint. Diese Mengen Harn und Kot enthalten:

Harn	9,17 g C,	2,59 g H,	12,25 g O,	15,86 g N,
Kot	1,47 g C,	0,20 g H,	0,81 g O,	0,36 g N,
Summe	10,64 g C,	2,79 g H,	13,06 g O,	16,22 g N.

Nach deren Abzug bleiben für vollkommene Oxydation resp. Glykogenbildung zur Verfügung:

$$52,26 - 10,64 = 41,62 \text{ g C, } 7,37 - 2,79 = 4,58 \text{ g H, } 23,19 - 13,06 = 10,13 \text{ g O.}$$

Glykogen hat die Formel $C_6H_{10}O_5$ ($72 + 10 + 80 = 162$). Danach gehören zu 41,62 g C für die Glykogenbildung 5,78 g H und 46,25 g O.

Zur Disposition stehen:

$$41,62 \text{ g C, } 4,58 \text{ g H, } 10,13 \text{ g O.}$$

1,20 g H und 36,12 g O sind also aufzunehmen. Die Aufnahme des H kann man sich in Form der Elemente des Wassers vorstellen. 1,20 g H brauchen zur H_2O -Bildung 9,60 g O, also sind von dem erforderlichen O durch Atmung aufzunehmen: $36,12 - 9,60 = 26,52 \text{ g O} = 18,564 \text{ Liter.}$

Bei dem respiratorischen Quotienten macht sich dieser Vorgang durch ein Sinken bemerkbar, da für die 18,564 Liter verbrauchten Sauerstoffs keine CO_2 ausgeschieden wird. Dabei bilden sich aus 100 g Eiweiss:

$$41,62 + 5,78 + 46,25 = 93,65 \text{ g Glykogen.}$$

1,00 g Glykogen entwickelt 4,182 Kal. bei seiner Verbrennung

93,65	"	"	"	391,6	"	"	"	"
100,00	"	Eiweiss	"	412,8	"	"	"	"

Die Wärmetönung ist positiv, zeigt also, dass die obige Annahme, wonach der gesamte zur Verbrennung disponible C des Eiweisses zur Glykogenbildung dienen soll, theoretisch möglich ist. Andererseits geht aus der Rechnung hervor, dass bei Glykogenbildung aus Eiweiss der Sauerstoffverbrauch des ruhenden Individuums wachsen muss, da es doch höchst wahrscheinlich ist, dass der gesamte Energiebedarf des Körpers konstant bleibt, wenn er nicht gar durch die chemische Extraarbeit gesteigert ist. Bei der Glykogenbildung aus Eiweiss werden unter Verbrauch von 18,564 Liter O 22,7 Kal. frei. Also auf 1 Liter 1,22 Kal. gegen 4,686 Kal. bei der Verbrennung von Fett. Es ist also da, wo der resp. Quotient unter 0,7 gesunken ist, die Steigerung des Sauerstoffverbrauches nicht mehr als proportionales Mass der Verdauungsarbeit anzusehen. Letztere ist vielmehr geringer einzuschätzen. Da solche Fälle in den Versuchen mit Somatose sich noch häufiger finden als in denen mit Fleisch, bleibt die Schlussfolgerung, dass Somatose geringere Verdauungsarbeit mache als Fleisch, zu Recht bestehen.

Prozesses. Auf Grund eigener Versuche hat freilich Schöndorff¹⁾ energisch diese Hypothese bekämpft und auch die früheren Angaben nicht für stichhaltig erklärt. Er hat aber einige wichtige Untersuchungsreihen nicht genügend in Betracht gezogen, so die von Zuntz und Lehmann²⁾, Frentzel³⁾, F. Müller⁴⁾, Bendix⁵⁾, Lusk⁶⁾.

In jüngster Zeit hat Pflüger⁷⁾ nochmals erhebliche Bedenken gegen die Annahme einer Kohlehydratbildung aus Eiweiss ausgesprochen und es für wahrscheinlich erklärt, dass solche, wo sie neu gebildet werden, entsprechend dem von Seegen, Chauveau u. a. verfochtenen Standpunkt aus Fett gebildet werden. Wenn man sich dieser Lehre anschliesst, würde natürlich das Auftreten von resp. Quot. unter 0,7 ebenfalls erklärlich sein. Wenn man den Vorgang der Kohlehydratbildung aus Fett in ähnlicher Weise, wie es in der Fussnote zu Seite 27 für die Bildung aus Eiweiss geschehen ist, analysiert, kommt man zu dem Schluss, dass auch hier eine erhebliche Menge Sauerstoff aufgenommen wird, ohne dass entsprechend Kohlen- säure und Wärme gebildet wird. Ein Überschlag ergibt, dass hier auf ein Liter Sauerstoff etwa 3,1 Kal.⁸⁾ entfallen würden.

Der Versuch, absolute Werte für die Verdauungsarbeit zu be-

1) Pflüger's Archiv Bd. 82. 1900.

2) Virchow's Archiv Bd. 131. Supplement.

3) Pflüger's Archiv Bd. 68 S. 283.

4) Zeitschr. f. Biol. Bd. 42 S. 536.

5) Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 32. 1901.

6) Zeitschr. f. Biol. und Americ. Journ. of Physiol. Vgl. auch Cremer in Asher-Spiro, Ergebnisse der Physiologie Bd. 1. Biochemie 1902. Literatur bei Schöndorff und Cremer.

7) Pflüger's Archiv Bd. 103 H. 1 u. 2.

8) Tristearin = $C_{57}H_{110}O_6$ = $890 \text{ g} \cdot 9,5$ = 8455 Kal.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{abgespalten } 3 \text{ CO}_2 & = & \frac{C_3 \quad O_6}{C_{54}H_{110} \quad O_{55}} \\
 \text{eingerechnet } 55 \text{ O} & & \\
 \hline
 & & C_{54}H_{110}O_{55} \\
 \text{abgespalten H}_2\text{O} & = & \frac{H_2 \quad O}{C_{54}H_{108}O_{54}} \\
 & = & 9 (C_6 H_{12} O_6) = 1620 \text{ g} \cdot 3,74 = 6059 \text{ Kal.} \\
 \text{auf } 55 \times 16 & = & 880 \text{ g O} = 616 \text{ Liter O} = 2396 \text{ Kal.} \\
 & & \text{d. h. auf 1 Liter} = 3,1 \text{ „}
 \end{array}$$

stimmen, ähnlich wie solche Zuntz¹⁾ aus den Angaben von Magnus-Levy berechnet hat, erscheint in unserem Falle bedenklich, weil die Mengen der aufgenommenen Nahrung und entsprechend auch die Grössen der Steigerung des Gaswechsels sehr gering sind. Dennoch habe ich eine derartige Rechnung ausgeführt, indem ich für jeden einzelnen Respirationsversuch den Überschuss der Sauerstoffaufnahme pro Minute über den Nüchternwert mit 60 multipliziert als das Äquivalent der Verdauungsarbeit der betreffenden Stunde einsetzte. Diese Zahl entspricht bei dem Menschen der Verdauung von 130 g Fleisch resp. der Somatosenmenge, welche ebensoviel N wie 130 g Fleisch enthält. Aus allen, derselben Stunde angehörigen Werten wurde das Mittel genommen. So ergibt sich bei dem Menschen, wenn man die ersten sieben Stunden nach der Fleischaufnahme summiert, eine totale Mehraufnahme von 5790 ccm O auf 130 g Fleisch, das entspricht bei dem mittleren resp. Quot. dieser Versuche (0,79) einer Mehrproduktion von 5790 mal 4,789 = 27,73 Kal. Die 130 g Fleisch mit 3,89 g N führen dem Körper 132,77 Kal.²⁾ zu. Die Verdauungsarbeit beträgt 20,9 % dieses Wertes — eine Zahl, die nicht unbeträchtlich höher ist als die Ergebnisse von Magnus-Levy's Versuchen.

Die in der achten und neunten Stunde nach der Fleischaufnahme gefundene Steigerung habe ich, weil nur in einem einzigen Versuche beobachtet und wahrscheinlich durch nicht ganz ruhiges Verhalten des Individuums bedingt, ausser acht gelassen. Für die Somatosenversuche lauten die entsprechenden Zahlen: Mehrproduktion von O in sieben Stunden 2910 ccm, entsprechend 13,68 Kal. bei einem resp. Quot. von 0,78. Das entspricht 9,29 % bei Energie der Somatose³⁾.

Bei der Hündin müssen die Werte, weil die verfütterten Mengen schwanken, auf 100 g Fleisch umgerechnet werden. Wir finden hier bis zur 14. Stunde erhöhten Sauerstoffverbrauch; aber von der achten Stunde ab stützen sich die Werte auf nur je einen einzigen Versuch und sind deshalb unsicher. Ausserdem kommen hier resp. Quot. unter

1) Vgl. Pfeiffer und Proskauer's Enzyklopädie der Hygiene, Artikel Nährstoffbedarf.

2) 1 g N im entfetteten Fleisch nach Frentzel und Schreuer, l. c. im Mittel 34,13 Kal.

3) Die Verbrennungswärme der Somatose direkt bestimmt, beträgt bei einem Gehalt von 13,96 % N in der Trockensubstanz 5,284 Kal.

0,71 vor. Wir können daher die Sauerstoffwerte nicht ohne weiteres auf Kalorien berechnen. Würden wir es tun, so würden die bis zur 14. Stunde im ganzen pro 100 g Fleisch mehraufgenommenen 10830 ccm O bei dem resp. Quot. von 0,72 entsprechen 50,93 Kal. Das sind ca. 50 % der Energie des aufgenommenen Fleisches. Auch wenn wir die Steigerung der 13. und 14. Stunde ausser acht lassen und die Verdauungsarbeit als mit der elften Stunde beendet ansehen, würde sich die Verdauungsarbeit auf ca 41 %, also abnorm hoch berechnen. Wir wollen uns angesichts dieser Zahlen nicht verhehlen, dass ihre Unsicherheit wegen der abnormen Quotienten und wegen der Kleinheit des Ausschlages recht erheblich ist.

Die Somatoseversuche am Hunde entsprechend berechnet liefern folgende Werte: Mehrproduktion an O (auf 25 g Somatose bezogen) in sieben Stunden 1734 ccm O = 8,154 Kal. bei einem mittleren R.-Q. von 0,72 (geschätzt). Diese 8,154 Kal. entsprechen 7,20 % der Gesamtenergie der eingeführten Somatose. Auch bei dieser Rechnung tritt die geringere Verdauungsarbeit der Somatose deutlich zu Tage.

Im Anschluss hieran möchte ich noch eine Reihe von Versuchen anführen, die ich angestellt habe, um mir über den zeitlichen Verlauf der Eiweisszersetzung ein Bild zu verschaffen. Während ich nämlich übereinstimmend mit den Versuchen von Magnus-Levy im allgemeinen bei dem Menschen wie bei dem Hunde die Hauptvermehrung der Darmarbeit nach Fleischgenuss in den ersten (zweite bis vierte) Stunden beobachtete, scheint bei der Somatose die Steigerung der Darmarbeit erst später einzutreten. Diese verspätete Darmarbeit führt naturgemäss zu der Frage, ob auch die Resorption eine verspätete sei — eine Frage, deren Entscheidung ich durch die folgende Versuchsanordnung versuchte. Ich bestimmte die N-Ausscheidung im Urin derart, dass nach einer möglichst N-armen Abendmahlzeit früh um sechs Uhr die Blase entleert wurde, dann die Menge des N in dem von sechs bis acht Uhr secernierten Urin als Normalwert diente, und weiter nach der um acht Uhr stattfindenden Probemahlzeit in der alle zwei Stunden entleerten Urinmenge der N bestimmt wurde. Durch übereinstimmende, reichliche Wassergaben wurde auf eine möglichste Gleichmässigkeit auch der Nierentätigkeit hingearbeitet. Um ganz sicher zu gehen, unterzog ich mich selber einem achttägigen Versuch, in dessen Verlauf ich immer die qualitativ gleiche Menge Nahrung zusammengestellt nach

dem aus dem Körpergewicht berechneten Kalorienbedarf zu mir nahm und morgens nur zwischen Fleisch und Somatose, die eine analytisch bestimmte, gleiche Menge von N enthielten, wechselte. Bei dieser Gelegenheit wurden auch die früher erwähnten Atmungsversuche ausgeführt. Da die Resultate der N-Ausscheidung widersprechend ausfielen, waren die Herren Professor Zuntz und Loewy so freundlich, für je eine resp. zwei Versuchsreihen als Versuchsobjekte zu dienen. Die Resultate folgen in den nachstehenden Tabellen VA und B. Die Ergebnisse sind schwankend und scheinen individuell verschieden zu sein. Nur scheint im allgemeinen die N-Ausscheidung nach Somatose ebenso wie der durch Darmarbeit verursachte grössere Energiebedarf zeitlich später aufzutreten. Für die Frage, wieviel von dem resorbierten N zur Assimilation gelange, erscheinen mir die Versuche nicht entscheidend zu sein. Allerdings deuten die Zahlen darauf hin, dass, obwohl die Resorption der Somatose eine soviel schlechtere als die des Fleisches ist, was aus anderen Arbeiten genügend bekannt ist, also die absolute Menge des aufgenommenen N eine kleinere ist, doch dann die Assimilation bei der Somatose günstiger ist. Eine eingehende Erörterung dieses Punktes soll im Zusammenhang mit dem Bericht über die Stoffwechselversuche mit Somatose in einer späteren Abhandlung erfolgen.

Es bliebe demnach als sicheres Ergebnis dieser Arbeit, dass

1. Somatose in grösseren Mengen bis zu 30 g gegeben werden kann, ohne bei gesunden Menschen eine Darmreizung hervorzurufen.

2. diese Mengen eine geringere Verdauungsarbeit benötigen als die N-äquivalenten Mengen Fleisches.

Sache weiterer Untersuchungen wird es sein, verschiedene im Laufe dieser Untersuchung aufgetretene Fragen zu beantworten, insbesondere die, ob auch solche Mengen, die keine Darmreizung verursachen, so schlecht ausgenutzt werden, wie dies frühere Versuche für grössere Mengen ergeben hatten.

Ebenso dürfte es auch lohnen, den zeitlichen Verlauf der N-Ausscheidung nach Darreichung von Somatose noch einmal zu studieren.

Herrn Professor Zuntz sage ich für die Anregung zu dieser Arbeit wie für seine stete freundliche Unterstützung auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank.

Mensch. Sch.

IA.

Nahrung . . .	15 g Som., 2 g NaCl, 200 ccm H ₂ O		25 g Som., 2 g NaCl, 250 ccm H ₂ O		30 g Som., 2 g NaCl, 300 ccm H ₂ O		40 g Som., 2 g NaCl, 300 ccm H ₂ O		30 g Som., 2 g NaCl, 300 ccm H ₂ O		130 g Fleisch, 2 g NaCl, 200 ccm H ₂ O		130 g Fleisch, 2 g NaCl, 200 ccm H ₂ O		30 g Som., 2 g NaCl, 300 ccm H ₂ O	
	5. Juli	CO ₂	6. Juli	CO ₂	7. Juli	CO ₂	8. Juli	CO ₂	10. Juli	CO ₂	12. Juli	CO ₂	13. Juli	CO ₂	14. Juli	CO ₂
Datum																
Nüchternwert .	155,0	196,5	175,4	229,8	156,8	193,0	150,0	189,5	155,2	194,3	152,2	187,3	141,2	189,8	145,0	187,2
1. Stunde . .	152,9	202,9	173,0	217,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. "	—	—	—	—	148,0	189,3	158,8	191,1	—	—	180,3	214,3	175,5	213,5	154,4	201,4
3. "	159,5	201,4	163,1	198,1	162,7	200,1	—	—	150,1	190,7	165,9	209,7	—	—	154,5	192,8
4. "	—	—	—	—	—	—	163,2	202,4	—	—	—	—	168,6	209,4	—	—
5. "	—	—	—	—	—	—	—	—	157,7	194,8	164,2	200,4	—	—	161,1	205,4
6. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bemerkungen .	1 Tasse Kaffee, 1 Semmel, 3 Stunden vor Beginn		1 Tasse Kaffee, 1 Semmel, 3 Stunden vor Beginn		Stuhl im Laufe des Tages etwas weicher		Blähungen während des Versuches, später reich- licher weicher Stuhl		Fleisch sterili- siert		Fleisch sterili- siert		Fleisch sterili- siert			

Mensch, Sch.

IB.

Nahrung: Datum:	15 g Som. 5. Juli	25 g Som. 6. Juli	30 g Som. 7. Juli	40 g Som. 8. Juli	30 g Som. 10. Juli	30 g Som. 14. Juli	30 g Som. 17. Juli	30 g Som. 19. Juli	32 g Som. 20. Juli
	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$
Nüchternwert	O	O	O	O	O	O	O	O	O
1. Stunde	196,5 202,9	229,8 217,8	193,0 —	189,5 —	194,3 —	187,2 —	189,1 —	190,9 —	193,1 —
2. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Nahrung: Datum:	32 g Som. 21. Juli	2 g Som. 22. Juli	32 g Som. 31. Juli	130 g Fleisch 12. Juli	130 g Fleisch 13. Juli	130 g Fleisch 22. Juli	130 g Fleisch 27. Juli	Nüchternwerte 2. August
	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$	$\frac{\% \text{ige}}{\text{Ver-}} \frac{\text{RQ.}}{\text{ande-}} \frac{\text{rung}^1}{\text{rung}^1}$
Nüchternwert	O	O	O	O	O	O	O	O
1. Stunde	200,7	203,4	212,8	187,3	189,8	208,7	204,9	203,3
2. "	195,2	218,6	209,8	214,3	213,5	212,5	225,0	204,0
3. "	198,0	209,8	209,7	209,7	209,4	204,6	216,3	202,3
4. "	202,9	223,0	215,7	—	209,4	216,2	224,5	196,6
5. "	—	—	—	—	185,6	215,8	217,3	—
6. "	—	—	—	—	—	209,1	228,6	—
7. "	—	—	—	—	—	—	220,3	—
8. "	—	—	—	—	—	—	220,6	—
9. "	—	—	—	—	—	—	213,6	—
10. "	—	—	—	—	—	—	—	—

1) Unter „procent. Veränderung des O“ ist die Veränderung des O-Verbrauchs gegenüber dem Nüchternwert zu verstehen. 2) CO₂ verunreinigt.

H u n d.

IIB.

Nahrung:	3 g Fett 25 g Som.			29 g Fett 20 g Som.			29 g Fett 20 g Som.			29 g Fett 20 g Som.			100 g Fett 15 g Som. 240 g Fleisch		
	O	%ige Ver- ände- rung ¹⁾	RQ.	O	%ige Ver- ände- rung ¹⁾	RQ.	O	%ige Ver- ände- rung ¹⁾	RQ.	O	%ige Ver- ände- rung ¹⁾	RQ.	O	%ige Ver- ände- rung ¹⁾	RQ.
Datum:	5. August			25. Oktober			7. November			13. November			12. August		
Nüchternwert:	117,4	—	0,70	117,3	—	0,71	103,3	—	0,67	96,40	—	0,71	116,0	—	0,73
2. Stunde	131,0	11,5	0,69	—	—	—	113,6	10	0,65	102,5	6	0,73	140,3	20	0,67
3. "	123,9	6	0,68	117,5	0	0,67	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. "	—	—	—	—	—	—	103,3	0	0,65	95,9	-0,5	0,72	—	—	—
5. "	115,3	-2	0,67	118,3	1	0,66	—	—	—	—	—	—	140,6	21	0,74
6. "	119,2	1,5	0,73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	140,7	21	0,68
7. "	119,1	1,5	0,70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	148,4	28	0,70
8. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	133,6	15	0,66
9. "	—	—	—	110,1	-6	0,72	—	—	—	—	—	—	134,4	16	0,71
10. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	133,1	15	0,72
12. "	—	—	—	109,2	-7	0,71	—	—	—	—	—	—	117,6	1,5	0,73
13. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1) Siehe Tabelle I B. Anmerkung 1.

H u n d.

IIB (Fortsetzung).

Nahrung:	97 g Fett 300 g Fleisch 10. August			100 g Fleisch 3. August			26 g Fett 80 g Fleisch 23. Oktober			26 g Fett 80 g Fleisch 30. Oktober			26 g Fett 80 g Fleisch 1. November			26 g Fett 80 g Fleisch 9. November		
	O	% ige Ver- ände- rung ¹⁾	RQ.	O	% ige Ver- ände- rung ¹⁾	RQ.	O	% ige Ver- ände- rung ¹⁾	RQ.	O	% ige Ver- ände- rung ¹⁾	RQ.	O	% ige Ver- ände- rung ¹⁾	RQ.	O	% ige Ver- ände- rung ¹⁾	RQ.
Nüchternwert: . .	107,4	—	0,71	111,7	—	0,89	112,8	—	0,73	96,1	—	0,69	101,7	—	0,72	91,9	—	0,71
2. Stunde	133,7	25	0,67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,4	8	0,71
3. "	140,2	31	0,70	126,0	13	0,75	129,5	15	0,70	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. "	149,7	40	0,71	122,8	10	0,73	125,9	11,5	0,71	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. "	—	—	—	126,0	13	0,72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	106,2	15	0,71
6. "	—	—	—	130,8	17	0,76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7. "	144,2	34	0,67	—	—	—	125,4	11	0,73	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8. "	152,7	42	0,72	—	—	—	123,0	9	0,72	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10. "	137,6	28	0,71	—	—	—	125,6	11	0,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11. "	136,8	27	0,71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. "	—	—	—	—	—	—	121,9	8	0,74	—	—	—	—	—	—	99,3	8	0,70
13. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98,3	-3,5	0,69	—	—	—
16. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88,8	-3	0,73
17. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	102,9	7	0,72	91,5	-10	0,70	—	—	—

1) Siehe Tabelle I.B. Anmerkung 1.

III.

Mensch. C.

Datum	Nahrung	Nüchternwerte			1. Stunde			2. Stunde			3. Stunde			4. Stunde		
		O	CO ₂	RQ.	O	CO ₂	RQ.	Zu- resp. Abnahme v. 0 i. o/o	O	CO ₂	RQ.	Zu- resp. Abnahme v. 0 i. o/o	O	CO ₂	RQ.	Zu- resp. Abnahme v. 0 i. o/o
27. März	—	189,7	151,1	0,796	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28. "	—	190,2	154,5	0,812	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28. "	—	178,8	150,0	0,839	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29. "	—	182,1	131,9 ¹⁾	0,724	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29. "	—	181,4	160,8	0,886	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29. "	—	191,0	155,8	0,815	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		als Mittelwert														
17. "	Som.	185,5	150,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20. "	Som.	—	—	—	—	—	—	195,1 + 5,2	—	152,6	0,78	202,7 + 9,3	—	156,1	0,77	—
22. "	Som.	—	—	—	—	—	—	190,8 + 2,9	—	148,6	0,778	191,6 + 3,3	—	143,1	0,747	—
19. "	Fleisch	—	—	—	—	—	—	185,7 ± 0	—	141,3	0,781	202,5 + 9,2	—	158,2	0,761	—
21. "	Fleisch	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200,2 + 7,9	—	167,1	0,835	209,5 + 12,9
23. "	Fleisch	—	—	—	—	—	—	201,1 + 8,4	—	156,8	0,780	203,8 + 9,9	—	144,3	0,708	—
		—	—	—	—	—	—	200,0 + 7,8	—	153,9	0,770	202,4 + 9,1	—	161,7	0,801	—

Datum	Nahrung	5. Stunde			6. Stunde			7. Stunde			8. Stunde		
		O	Zu- resp. Abnahme v. 0 i. o/o	CO ₂	RQ.	O	Zu- resp. Abnahme v. 0 i. o/o	CO ₂	RQ.	O	Zu- resp. Abnahme v. 0 i. o/o	CO ₂	RQ.
27. März	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29. "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17. "	Som.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20. "	Som.	187,5	+ 1,1	148,0	0,789	—	—	—	—	—	—	—	—
22. "	Som.	189,0	+ 1,9	139,5	0,788	—	—	—	—	—	—	—	—
19. "	Fleisch	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21. "	Fleisch	185,0	- 0,3	134,5	0,727	188,9	+ 1,8	136,3	0,723	—	—	—	—
23. "	Fleisch	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1) Eine Erklärung des niedrigen CO₂-Wertes vermag ich nicht zu geben. Da sich aus dem Protokoll ergab, dass der Versuch einwandfrei verlaufen ist, wurde die Zahl bei der Mittelung mit berücksichtigt.

IV A.

Mensch.

Nüchternwerte, auf 1 kg bezogen.

Datum	O ccm	CO ₂ ccm	
5. Juli	3,475	2,708	
6. "	4,045	3,088	
7. "	3,380	2,688	
8. "	3,324	2,631	
10. "	3,432	2,740	
12. "	3,274	2,661	
13. "	3,330	2,477	
14. "	3,302	2,557	
17. "	3,303	2,692	
19. "	3,383	2,583	
20. "	3,425	2,659	
(21. "	3,570	2,704)	Nicht gewogen; interpoliert
(22. "	3,723	2,799)	Nicht gewogen; interpoliert
26. "	3,639	2,760	
(27. "	3,679	2,736)	
31. "	3,848	2,922	
(2. August	3,674	2,877)	
(2. "	3,689	2,900)	
(2. "	3,657	2,856)	
(3. "	3,555	2,771)	

IV B.

Hund.

Nüchternwerte, auf 1 kg bezogen.

Datum	O ccm	CO ₂ ccm	
28. Juli	7,244	5,239	Hund unruhig
29. "	6,285	4,492	
1. August	6,171	4,714	Wunde wurde geöffnet
3. "	5,737	—	
4. "	6,277	4,286	
5. "	6,027	4,230	Starke Unruhe infolge grosser Hitze
10. "	5,536	3,926	
12. "	5,829	4,227	
23. Oktober	5,601	4,089	
25. "	5,722	4,064	
30. "	4,720	3,253	
1. November	5,012	3,630	
7. "	5,015	3,383	
9. "	4,522	3,225	
13. "	4,716	3,352	
	(5,003)	(3,738)	
15. "	4,329	3,071	Gewicht interpoliert
	4,576	3,320	Gewicht interpoliert

V A. N-Ausscheidung im Urin pro Stunde. Nahrung 30 g Somatose = 125 g Fleisch = 3,84 g N.

Datum	28. April	1. Juni	10. Mai	11. Mai	29. Mai	30. Mai	16. März	17. März	18. März	19. März	20. März	21. März	22. März	23. März
Namen	Z.		L.				C r.							
Nahrung . . .	Som.	Fleisch	Som.	Fleisch	Som.		Som.	Fleisch	Fleisch	Fleisch	Som.	Fleisch	Som.	Fleisch
Tagesstunden { 12—6 h 6—8 h 8—10 h 10—12 h 12—2 h 2—3 h	0,558	0,625	0,817	0,735	0,672	0,669	0,527	0,532	0,503	0,579	0,634	0,599	0,566	0,652
	0,542	0,527	0,682	0,648	0,664	0,580	0,545	0,520	0,442	0,785	0,505	0,554	0,492	0,501
	0,564	0,508	0,740	0,790	0,696	0,695	0,400	0,615	0,499	0,678	0,437	0,487	0,425	0,581
	0,628	0,733	0,441	0,715	0,572	0,643	0,454	0,586	0,601	0,802	0,556	0,743	0,696	0,831
	0,601	0,610	0,396	0,547	0,501	0,534	0,489	0,464	0,580	0,765	0,461	0,471	0,744	0,573
	—	—	—	—	—	—	0,512	0,633	0,686	0,644	0,409	0,614	0,457	0,560
Sa. der N-Anscheidung v. 8 bis 2 resp. 3 Uhr . . .	1,793	1,851	1,577	2,052	1,769	1,872	1,855	2,298	2,366	2,889	1,863	2,315	2,322	2,545

V B. Änderung der zweistündigen N-Ausscheidung gegenüber 6—8 h vormittags.

Name	8—10 h		10—12 h		12—2 h		2—3 h		Zunahme für 6 Stunden (8—2 h)	Zunahme für 7 Stunden (8—3 h)
	+	—	+	—	+	—	+	—		
Somatose.										
Z.	0,022	—	0,085	—	0,059	—	—	—	+ 0,166	—
L.	0,058	—	—	0,241	—	0,287	—	—	— 0,470	—
	0,082	—	—	0,092	—	0,163	—	—	— 0,223	—
	—	0,145	—	0,092	—	0,056	—	0,034	— 0,293	— 0,327
Cr.	0,095	—	0,066	—	—	0,055	0,114	—	+ 0,106	+ 0,220
	—	0,067	0,052	—	—	0,044	—	0,095	— 0,059	— 0,154
	—	0,066	0,205	—	0,253	—	—	0,085	+ 0,392	+ 0,307
Fleisch.										
Z.	—	0,018	0,207	—	0,084	—	—	—	+ 0,273	—
L.	0,142	—	0,066	—	—	0,101	—	—	+ 0,107	—
	0,115	—	0,063	—	—	0,045	—	—	+ 0,183	—
	0,056	—	0,158	—	0,138	—	0,244	—	+ 0,352	+ 0,596
Cr.	—	0,107	0,017	—	—	0,021	—	0,141	— 0,111	— 0,252
	—	0,066	0,189	—	—	0,083	0,061	—	+ 0,040	+ 0,101
	0,080	—	0,331	—	0,073	—	0,060	—	+ 0,484	+ 0,544