

Fütterungsversuche mit vollständig abgebauten Nahrungsstoffen.

Losung des Problems der künstlichen Darstellung der Nahrungsstoffe.

Von

Emil Abderhalden.

(Aus dem physiologischen Institute der Universität Halle a. S.)

(Der Redaktion zugegangen am 30. Dezember 1911.)

Durch eine große Reihe von exakt durchgeführten Stoffwechselfersuchen an Hunden ist von mir und meinen Mitarbeitern Rona, Oppler, Olinger, Sokolowski, Mette, Schrage, Meßner, Windrath, London, Glamser, Manoliu, Suwa, Frank und Schittenhelm¹⁾ zum erstenmal gezeigt worden, daß der tierische Organismus seinen Eiweißbedarf vollständig decken kann, wenn ihm ausschließlich das Gemisch der aus Eiweiß gewinnbaren Aminosäuren verfüttert wird. Daß Peptone zu Eiweiß aufgebaut werden können, ist wohl nie bezweifelt worden, seitdem Corvisart, Kühne usw. den Beweis erbracht hatten, daß die Verdauung der Proteine zu diesen Abbaustufen führt. Stoffwechselfersuche über die Verwertbarkeit der Peptone verdanken wir Maly, Adamkiewicz, Plosz und Gyergyai, Ellinger, Pollitzer (Zuntz), Blum²⁾ u. A. Einen Schritt weiter als die genannten Forscher ging O. Loewi,³⁾ indem er bei der Pankreasautolyse erhaltene abiurete Abbauprodukte verfütterte. Das von ihm verwendete Produkt enthielt neben Aminosäuren sicher noch zum größten Teil kompliziert gebaute, aus mehreren Aminosäuren bestehende Produkte. Vgl. hierzu die Untersuchungen von mir und O. Prym.⁴⁾

Unsere Arbeiten knüpften an die Fragestellung nach dem Umfang des Eiweißabbaus im Magendarmkanal an. Nachdem wir versucht hatten, durch Untersuchung des Darminhaltes mit

¹⁾ Vgl. diese Zeitschrift, Bd. 42—68, 1904—1910.

²⁾ Vgl. Leon Blum, Über den Nährwert der Heteroalbumose des Fibrins und der Protoalbumose des Caseins. Diese Zeitschrift, Bd. 30, S. 15, 1900.

³⁾ O. Loewi, Über Eiweißsynthese im Tierkörper. Archiv f. experim. Path. u. Pharmacol., Bd. 48, S. 303, 1902.

⁴⁾ E. Abderhalden und O. Prym, Studien über Leberautolyse. Diese Zeitschrift, Bd. 53, S. 320, 1907.

exakten Methoden festzustellen, ein wie großer Teil des Eiweißes in Aminosäuren zerlegt wird, und all diese Versuche eine Entscheidung des erwähnten Problems nicht gebracht hatten, suchten wir indirekt festzustellen, wie weit Eiweiß abgebaut sein darf, um noch im tierischen Organismus Verwendung zu finden. Zu diesem Zwecke bauten wir in vitro Eiweiß durch kombinierte Einwirkung von Pepsinsalzsäure, Trypsin und Erepsin vollständig ab. Durch genaue Untersuchung überzeugten wir uns davon, daß das Verdauungsgemisch ausschließlich aus Aminosäuren bestand. Es gelang uns zum erstenmal, mit einem derartigen Gemisch der einfachsten Bausteine der Proteine einen Hund im **Stickstoffgleichgewicht** zu halten. Bei späteren Versuchen konnte gezeigt werden, daß es mit vollständig abgebautem Eiweiß ebensogut gelingt, **Stickstoffansatz** beim vorher hungernden und beim wachsenden Hund zu bewirken, wie mit Eiweiß selbst. Endlich konnte der Abbau des Eiweißes auch mit Säuren herbeigeführt werden. Schließlich wurde durch Verwendung von abgebautem Casein bewiesen, daß das Glykokoll entbehrlich ist, während l-Tryptophan offenbar ein nicht zu ersetzender Baustein des Eiweißes ist.

Die erwähnten Resultate sind durch zahlreiche Versuche immer wieder bestätigt worden. Schließlich glückte es sogar, einen Hund zu ernähren, der ausschließlich vollständig abgebautes Fleisch und sonst keine Zugaben erhielt. Ein gemeinsam mit O. Frank und Schittenhelm¹⁾ am Menschen ausgeführter Versuch zeigte, daß auch dieser vollständig abgebautes Eiweiß verwertet.

Wir haben die erhaltenen Resultate mit größter Vorsicht auf das eingangs erwähnte Problem angewandt. Die Möglichkeit, daß die Verdauung des Eiweißes im Magendarmkanal schließlich restlos bis zu Aminosäuren führt, ist gegeben, denn die Bedingungen zu einem vollständigen Abbau sind gegeben. Ferner kommt der tierische Organismus mit einem Gemisch von Amino-

¹⁾ Emil Abderhalden, F. Frank und A. Schittenhelm, Über die Verwertung von tief abgebautem Eiweiß im menschlichen Organismus. Diese Zeitschrift, Bd. 63, S. 215, 1909.

säuren vollständig aus. Trotzdem bleibt das «Indirekte» an dieser Schlußfolgerung bestehen. Es braucht der Abbau dennoch kein so vollständiger zu sein, obwohl es uns gelingt, mit dem in vitro vollständig bis zu Aminosäuren zerlegten Gemisch Eiweiß vollständig zu ersetzen. Wir zwingen vielleicht den Organismus in diesem Falle zu einer Synthese von Grund aus. Es sprechen jedoch noch viele Umstände dafür, daß in der Tat der Abbau ein sehr weitgehender sein muß, sollen die Nahrungseiweißkörper zu bluteigenen und organeigenen werden. Vgl. hierzu die Ausführungen in meinem Lehrbuch.¹⁾

Gegen die Ansicht, daß der Abbau im Magendarmkanal ein weitgehender sei, hat man die von uns selbst und vor uns von vielen anderen Forschern längst festgestellte Tatsache ins Feld geführt, daß man im Darminhalt stets größere Mengen von Peptonen finde. Wir haben bereits wiederholt hervorgehoben, daß dieser Befund keineswegs gegen einen Abbau bis zu Aminosäuren spricht. Es ist ganz selbstverständlich, daß wir alle Zwischenstufen des Abbaus antreffen müssen, wenn wir die Verdauung in einem bestimmten Momente unterbrechen. Daß wir mehr Peptone finden als Aminosäuren, kann darauf beruhen, daß die abgespaltenen einfachsten Bausteine sofort zur Resorption gelangen, während die Peptone im Darmkanale verbleiben, bis ihre Spaltung weitergeführt ist. Versuche, über die demnächst berichtet werden soll, zeigen, daß in der Tat der Chymus des Darmes rasch weiter zerlegt wird, wenn man die verdauenden Fermente fortwirken läßt. Mit dem gleichen Rechte könnte man auch den vollständigen Abbau der Kohlenhydrate und Fette im Darmkanal bezweifeln, denn man findet stets im Darmkanal neben Alkohol und Seifen Fette und neben den Monosacchariden auch Polysaccharide.

Endlich ist hervorgehoben worden, daß es nicht gelingt, mit vollständig abgebautem Eiweiß das gleiche Stickstoffminimum zu erreichen, wie mit Eiweiß selbst. Selbst wenn diese Annahme sich als richtig erwiesen hätte, brauchte sie durchaus noch nicht gegen eine vollständige Aufspaltung der Proteine im Darmkanal bis zu Aminosäuren zu sprechen. Wir waren

¹⁾ Lehrbuch der physiologischen Chemie, 2. Aufl., S. 308 ff., 1909.

sehr erstaunt darüber, daß es tatsächlich gelingt, mit vollständig abgebautem Eiweiß das gleiche Stickstoffminimum inne zu halten, wie mit Eiweiß selbst. Bei der normalen Verdauung entläßt der Magen stets nur ganz geringe Mengen von Chymus in den Darm. Hier wird der stufenweise Abbau fortgesetzt. Der Abbau liefert neben Peptonen sofort bestimmte Aminosäuren. Diese können sofort resorbiert werden. Es kommt nie zur Anhäufung dieser einfachsten Spaltprodukte. Der Abbau schreitet schichtweise vor. So wird jede Überschwemmung des Organismus mit diesen einfachsten Abbaustufen vermieden. Es gilt dies auch für die anderen Nahrungsstoffe. Führen wir dagegen dem Organismus direkt vollständig abgebautes Eiweiß zu, dann überschwemmen wir den Magendarmkanal mit Aminosäuren! Es war als beinahe sicher zu betrachten, daß im Harn sich größere Mengen von Aminosäuren nachweisen ließen. Das war jedoch nicht der Fall! Selbst bei Verfütterung von über 100 g des aus Fleisch erhaltenen Aminosäuregemisches zeigte der Harn nur ein auffallend geringes Ansteigen des Aminowertes nach Sörensen. Es sei hier beiläufig erwähnt, daß diese Feststellung vielleicht dafür spricht, daß die Aminosäuren nicht als solche in das Blut übergehen, sondern bereits in der Darmwand zu Proteinen zusammengefügt werden. Führt man geringe Mengen von Aminosäuren direkt in das Blut ein oder injiziert man ein Aminosäuregemisch, dann treten im Harn Aminosäuren auf.

Wir haben eine ganze Reihe von Versuchen ausgeführt, um zu prüfen, ob vollständig abgebautes Eiweiß auch quantitativ für Eiweiß eintreten kann. Ein großer Teil dieser Versuche wurde durch Nahrungsverweigerung, Erbrechen oder durch Diarrhöe unterbrochen. Es seien im folgenden zwei ältere Versuche mitgeteilt, die beide nach 10 resp. 9 Tagen aus genannten Gründen abgebrochen werden mußten. Beide beweisen trotz der relativ kurzen Dauer des Versuches, daß mit vollständig abgebautem Fleisch resp. Casein sich das gleiche Stickstoffminimum einhalten läßt, wie mit Fleisch resp. Casein selbst. Vgl. auch Versuch VI.

Jüngst haben Franz Frank und Alfred Schittenhelm¹⁾ in besonders schön gelungenen Versuchen ebenfalls einwandfrei bewiesen, daß vollständig abgebautes Eiweiß quantitativ für Eiweiß eintreten kann. Die Versuche III—VI geben weitere Belege zu dieser Tatsache.

Wie bereits wiederholt betont worden ist, haben unsere exakt durchgeführten Versuche die experimentelle Grundlage zu einer großen Anzahl von Fragestellungen gegeben. Nachdem einwandfrei festgestellt worden war, daß das aus Eiweiß zu erhaltende Gemisch von Aminosäuren vollwertig für Eiweiß eintreten kann, konnte nunmehr eine Aminosäure nach der anderen auf ihre Vertretbarkeit durch andere Bausteine des Eiweißes resp. eine eventuelle Neubildung geprüft werden. Für Glykokoll ist der Beweis erbracht, daß diese Aminosäure fehlen kann, ohne daß das Aminosäuregemisch qualitativ und quantitativ an Wert einbüßt. Dagegen ist l-Tryptophan nicht ersetzbar. Versuch III, Periode 21. X. bis 25. X. und 25. X. bis 29. X., bestätigt den früheren Befund. Nach Zusatz des l-Tryptophans war das abgebaute Casein wieder voll verwertbar (Versuch III, 29. X. bis 3. XI.). Vgl. auch Versuch V, Versuchstag 41—59.

Bei einem weiteren Versuche (Versuch V, Tag 29—34) haben wir die in absolutem Alkohol löslichen Produkte des Aminosäuregemisches entfernt. Es wurde vollständig abgebautes Fleisch 4 Wochen unter wiederholter Erneuerung der Schwefelsäure im Vakuumexsikkator getrocknet und dann 500 g mit 1000 ccm absolutem Alkohol ausgekocht. Der Alkohol wurde dann unter vermindertem Druck eingedampft und der Rückstand wieder mit absolutem Alkohol extrahiert und dieser Prozeß 6 mal wiederholt, bis schließlich beim erneuten Aufnehmen mit Alkohol kein Rückstand mehr blieb. Die in Alkohol unlöslichen Produkte wurden in Wasser gelöst und mit der Hauptmasse des in Alkohol ungelöst Gebliebenen vereinigt. Zur Entfernung des Alkohols wurde das ganze Produkt in Wasser gelöst und unter vermindertem Druck bei 40° zur Trockne verdampft. Der alkoholische Extrakt enthielt Prolin und weitere undefinier-

¹⁾ Franz Frank und Alfred Schittenhelm, Zur Kenntnis des Eiweißstoffwechsels. II. Mitt. Diese Zeitschr., Bd. 73, S. 157, 1911.

bare Extraktivstoffe. Das mit Alkohol extrahierte Produkt war dem nichtextrahierten gleichwertig. Die Entfernung des Prolins hatte keinen Einfluß ausgeübt. Es scheint somit diese Aminosäure nicht unentbehrlich zu sein. Der Organismus dürfte Prolin leicht aus Glutaminsäure über Pyrrolidincarbonsäure bilden können.

Endlich scheint Arginin durch Ornithin vertretbar zu sein. Aus Harnstoff und Ornithin baut der Organismus offenbar leicht Arginin wieder auf. Vgl. Versuch VI, Tag 11—14.

Ein weiteres wichtiges Problem, das wir auf Grund der Resultate von zahlreichen vergleichend durchgeführten Hydrolysen von Proteinen aufgestellt hatten, ist die Frage, ob die verschiedenartigen Proteine mit ihrem verschiedenen Gehalt an den einzelnen Aminosäuren quantitativ für den tierischen Organismus gleichwertig sind. Ist die von uns vertretene Anschauung richtig, daß die Nahrungsproteine, d. h. die in ihnen enthaltenen Bausteine, zum Aufbau von Blut- und später von Gewebseiweiß Verwendung finden, dann müßte von denjenigen Proteinen am wenigsten notwendig sein, die bei ihrer Spaltung ein Aminosäuregemisch liefern, das die einzelnen Bausteine in einem Mengenverhältnis enthält, wie es die Gewebseiweißstoffe durchschnittlich aufweisen.

Zur experimentellen Prüfung dieser Vorstellungen ist es unzweifelhaft am zweckmäßigsten, von vollständig abgebauten Proteinen auszugehen. Wir schaffen so für alle zu vergleichenden Mischungen gleiche Bedingungen und schalten die verschiedene Verdaulichkeit der verschiedenartigen Proteine ganz aus.

Wir müssen zunächst die Frage kurz diskutieren, ob eine exakte Entscheidung der gestellten Fragestellung, die von Michaud¹⁾ und neuerdings in besonders gründlicher Weise von Frank und Schittenhelm²⁾ fußend auf unseren Vorstellungen über den Eiweißstoffwechsel mit Eiweißgemischen in Angriff ge-

¹⁾ L. Michaud, Beitrag zur Kenntnis des physiologischen Eiweißminimums. Diese Zeitschrift, Bd. 59, S. 405, 1909.

²⁾ l. c.

nommen worden ist, möglich ist, d. h. ob durch den Stoffwechselfersuch feinere Unterschiede im Verhalten verschiedener Proteine zu erwarten sind. Wir müssen das a priori bezweifeln. Einmal sind unsere Kenntnisse über den Gehalt der verschiedenartigen Proteine an den einzelnen Aminosäuren noch recht dürftige, speziell, was die quantitativen Verhältnisse anbetrifft. Ferner muß, wenn unsere Vorstellungen über den Eiweißstoffwechsel richtig sind, der Organismus bald für dieses bald für jenes Organ in erhöhtem Maße spezifisch gebaute Proteine aufbauen. Wir wissen, daß die einzelnen Organe Eiweißkörper besitzen, die sich unter sich scharf unterscheiden. Es kommt dies auch in dem Mengenverhältnis zum Ausdruck, in dem wir die einzelnen Aminosäuren bei der totalen Hydrolyse finden. Es ist wohl möglich, daß man nach Vervollständigung unserer Kenntnisse der Zusammensetzung der Eiweißstoffe der einzelnen Organe und einem klareren Überblick über den Eiweißstoffwechsel das erwähnte Problem in viel exakterer Weise wird beantworten können. Vielleicht wird man sogar den Eiweißstoffwechsel unter bestimmten Bedingungen in der Hauptsache bei einer speziellen Funktion auf eine bestimmte Gewebsart lokalisieren können. Vorerst kann es sich nur darum handeln, festzustellen, ob ähnlich zusammengesetzte Eiweißarten vom Organismus quantitativ in engen Grenzen gleich gut verwertet werden. Das ist in Tat der Fall, wie die Versuche IV, Tag 8—13, 14—20, 21—27, 28—33, 47—52, 53—58, 59—65, 66—74 deutlich zeigen. Abgebautes Casein erwies sich gegenüber abgebautem Rindfleisch und gegenüber dem abgebauten Milchpulver im ganzen etwas weniger gut verwertbar, doch ist der Unterschied nicht groß. Das gleiche gilt vom Eieralbumin. Abgebautes Pferde-, Rind- und Hundefleisch und endlich vollständig abgebautes Blutpulver waren alle gut geeignet, um den wachsenden Hund zur Gewichtszunahme zu bringen. Das Blut war besonders wirksam.

Daß abgebautes Gliadin mit seinem hohen Glutaminsäuregehalt und dem fehlenden Lysin (von dem verdauten Gliadin waren 500 g zur Prüfung auf Lysin verwendet worden) viel schlechter verwertet werden kann, beweisen die Versuchs-

tage 34—46 des Versuchs IV. Auch der Zusatz reichlicher Mengen von Lysin vermochte die Verwertbarkeit des Gliadins nicht zu heben. Es dürfte das Mengenverhältnis, in dem die einzelnen Aminosäuren sich finden, ein zu ungeeignetes sein.

Versuch V liefert ebenfalls Belege für die erwähnten Befunde. Vgl. Versuchstag 8—14, 15—21, 22—28, 29—34, 35—40, 41—47.

Wir finden in der Tat, daß ein Protein, das die einzelnen Aminosäuren in einem Mengenverhältnis enthält, das unsere Gewebseiweißkörper nicht aufweisen, viel schlechter verwertet wird, als ein Eiweißkörper, der bei der Hydrolyse die einzelnen Bausteine annähernd in den Mengen liefert, wie sie durchschnittlich die Zellproteine aufweisen. Vgl. speziell die Versuche mit Gliadin + Lysin mit denjenigen mit Casein und Eieralbumin. Um mit einem solchen in seiner Zusammensetzung abweichenden Eiweißkörper Stickstoffgleichgewicht zu erhalten, brauchen wir von ihm viel mehr als von den erwähnten einigermaßen körperegleichen Proteinen.

Von diesem Gesichtspunkte aus müssen die meisten Pflanzeneiweißstoffe gegenüber den tierischen als weniger gut ausnützbar bezeichnet werden. Sie liefern mehr Abfallstoffe.¹⁾ Von den Proteinen der Tierwelt brauchen wir im allgemeinen weniger. Diese Feststellung ist von großer praktischer Bedeutung. Tatsächlich nimmt der fleisshessende Mensch im allgemeinen vielmehr Eiweiß zu sich, als der Vegetarier. Es findet eine Luxuskonsumption statt. Die Pflanzennahrung enthält die Proteine gewissermaßen in Verdünnung. Nehmen wir Fleisch auf, dann genießen wir das Eiweiß in hoher Konzentration. Wir führen dem Organismus meist vielmehr Proteine zu, als er braucht. Es fehlt die Regulation, die sich bei der Pflanzenkost durch ihre ganze Beschaffenheit und vor allem durch ihren Reichtum an Kohlenhydraten ergibt. Eine gemischte Kost wirkt einerseits einem Zuviel an Eiweiß entgegen und andererseits schützt sie vor einem Zuwenig an gut ausnutzbaren Proteinen.

¹⁾ Vgl. dazu Emil Abderhalden, Lehrbuch der physiol. Chemie, Kapitel über Eiweißstoffwechsel.

Durch Zusatz etwa fehlender Aminosäuren und Erhöhung des Gehaltes an den Bausteinen, die an Menge zurücktreten, müßte sich jeder beliebige Eiweißkörper «vollwertig» machen lassen, vorausgesetzt, daß er im Magendarmkanal abgebaut wird. Wir haben früher schon versucht, Gelatine durch Zusatz der fehlenden und Ergänzung der in geringer Menge vorhandenen Aminosäuren Eiweiß gleichwertig zu machen. Der Versuch führte zu keinem ganz eindeutigen Resultate. Die abgebaute Gelatine stellte eine zähe, dunkelgefärbte Masse dar. Es ist nun gelungen, aus Gelatine ein Abbauprodukt zu erhalten, das nur aus Aminosäuren besteht, sich leicht pulvern läßt, ein hellbraunes Aussehen zeigt und ganz leidlich schmeckt. Dieses Präparat wurde vom Versuchstier gerne genommen. Vgl. Versuch III, Versuchstag 36—40 und 41—45. Der Versuch zeigt deutlich, welchen großen Erfolg die zugesetzten Aminosäuren hatten. Die zugesetzten Aminosäuren (Tag 46—50), für sich allein verfüttert, vermochten das Versuchstier nicht vor Stickstoffverlust zu bewahren. Es gelingt somit, abgebaute Gelatine Eiweiß gleichwertig zu machen, durch Ersatz der fehlenden Bausteine und Ergänzung der in geringer Menge vorhandenen. Damit ist gleichzeitig bewiesen, daß die aromatischen Bausteine des Eiweißes unentbehrlich sind.

War es möglich, einen Eiweißkörper, dem Bausteine fehlen, durch deren Ersatz vollwertig zu machen, so war auch die Möglichkeit gegeben, durch vollständigen Ersatz eines Proteins durch die uns bekannten Bausteine Eiweiß zu ersetzen. Würde es gelingen, Eiweiß durch ein künstliches Gemisch der uns bekannten Aminosäuren zu ersetzen, dann wäre einmal für die Tatsache der Eiweißsynthesen aus Aminosäuren der denkbar eindeutigste Beweis geliefert und gleichzeitig wäre mit größter Wahrscheinlichkeit dargetan, daß uns die biologisch wichtigen Bausteine der Proteine alle bekannt sind.

Wir haben im Laufe der Jahre wiederholt versucht, mit einem Aminosäuregemisch, das alle uns bekannten Bausteine

der Proteine enthielt, Stickstoffgleichgewicht zu erzielen. Leider störten entweder Futterverweigerung, Erbrechen oder Diarrhöen die Versuche. Doch konnten wir aus den einzelnen Perioden bereits entnehmen, daß das Problem lösbar sein muß. Es kam nur darauf an, mit möglichst reinen Aminosäuren zu arbeiten und die Fütterung in ganz kleinen Portionen vorzunehmen. Wir stellten uns folgendes Gemisch dar: 5 g Glykokoll (0,9335 g N), 10 g d-Alanin (1,5730 g N), 3 g l-Serin (0,4002 g N), 2 g l-Cystin (0,2330 g N), 5 g d-Valin (0,5980 g N), 10 g l-Leucin (1,069 g N), 5 g d-Isoleucin (0,5345 g N), 5 g l-Asparaginsäure (0,5265 g N), 15 g d-Glutaminsäure (1,425 g N), 5 g l-Phenylalanin (0,4245 g N), 5 g l-Tyrosin (0,387 g N), 5 g l-Lysin (als Carbonat) (0,9585 g N), 5 g d-Arginin (als Carbonat) (1,6090 g N), 10 g l-Prolin (1,2170 g N), 5 g l-Histidin (1,298 g N), 5 g l-Tryptophan (0,686 g N) = 100 g. Aminosäuren = 13,87 g N. Die direkte Bestimmung ergab im Mittel 14,25 g N. Der Stickstoffgehalt des Gemisches wurde stets nach erfolgter Beimengung der anderen Bestandteile der Nahrung nochmals bestimmt. Bemerkte sei noch, daß nur 30 g reines d-Valin und 25 g d-Isoleucin zur Verfügung standen. Im übrigen verwandten wir ein Gemisch der Aminosäuren Valin, Leucin und Isoleucin, dessen Zusammensetzung wir kannten, und setzten die oben genannten Aminosäuren in entsprechenden Verhältnissen zu.

Bei Versuch V gelang es, das Aminosäuregemisch 8 Tage lang zu verfüttern. Trotzdem das Gemisch ziemlich indifferent schmeckte, wurde es nur sehr ungerne aufgenommen. Das Versuchstier war annähernd im Stickstoffgleichgewicht, zum Teil wurde Stickstoff retiniert. Das Körpergewicht stieg von 8190 g auf 8200 g. Vgl. Tag 60—68 und vgl. damit z. B. die Versuchsperiode 48—53. Hier fand ein beträchtlicher Gewichtsverlust statt.

Bei Versuch VI erhielt das Versuchstier zunächst 6 Tage lang ausschließlich das Aminosäuregemisch. Vgl. Tag 1—7. Am 6. Versuchstage war der Hund kaum noch zur Aufnahme des Futters zu bewegen. Von einer zwangsweisen Fütterung wurde absichtlich abgesehen, weil das Versuchstier noch längere Zeit im Versuch bleiben sollte. Deshalb erhielt das Tier zwei

Tage abgebautes Fleisch, dann versuchten wir wieder das Aminosäuregemisch. Daneben gaben wir 1,12 g N in Form von abgebautem Rindfleisch. Das Gemisch wurde wieder 6 Tage genommen (Versuchstage 9—14). In diesen beiden Perioden befand sich der Versuchshund im Stickstoffgleichgewicht, ja es fanden sogar beträchtliche Retentionen statt. Das Körpergewicht stieg etwas. Während 4 Tagen wurde das Arginin durch Ornithin ersetzt. Wir gaben davon so viel, daß der ganze Stickstoff des Arginins ersetzt wurde. Die vorher stark positive Stickstoffbilanz nahm etwas ab, doch ist es fraglich, ob wir diese geringfügige Änderung dem Ersatz des Arginins durch das Ornithin zuschreiben dürfen. Es scheint vielmehr, daß Ornithin für Arginin eintreten konnte.

Aus den mitgeteilten Versuchen geht hervor, daß es möglich ist, Eiweiß durch ein Gemisch der uns bekannten Aminosäuren zu ersetzen. Wir schließen aus diesem Befunde, daß mit größter Wahrscheinlichkeit alle biologisch unentbehrlichen Aminosäuren uns bekannt sind. Gleichzeitig ist auch auf diesem Wege der Beweis erbracht, daß der tierische Organismus an Stelle von Eiweiß mit Aminosäuren allein auskommt.

Diese Versuche, die leider mit großen Schwierigkeiten verknüpft sind, weil das Futter ungerne aufgenommen wird, geben eine exakte Grundlage zur Prüfung der Frage ab, inwieweit der Organismus imstande ist, Aminosäuren neu zu bilden. Daß z. B. Alanin, Leucin, Valin, Cystin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Phenylalanin, Tryptophan und Histidin nicht ausreichen, beweist Versuch III, Tage 46—50.

Wir haben unseren Versuchsplan noch nach einer anderen Seite erweitert. Zunächst war es wiederum gelungen, mit abgebautem Fleisch allein den Versuchshund III sieben Tage lang sehr gut zu ernähren. Dieses Fleischpräparat war aus Rindfleisch von den Höchster Farbwerken dargestellt worden. Es bestand nur aus Aminosäuren. Daneben enthielt es noch Salze, ferner die Spaltprodukte der Kohlenhydrate und des in geringer Menge vorhandenen Fettes. Auch die Nucleoproteide waren sicherlich in ihre Bausteine zerlegt. Eine

Analyse des Präparates ergab, daß kein ungespaltenes Fett mehr vorhanden war, ferner wurde nur Traubenzucker festgestellt. Die anorganischen Bestandteile waren in der Lösung des Ereptons offenbar ionisiert. Es ließ sich mit Schwefelammonium das Eisen ausfällen und mit oxalsaurem Ammon das Calcium nachweisen usw. Zur Sicherheit haben wir das Erepton nochmals in Wasser gelöst und dazu Lipase aus der Leber zugesetzt, um etwa vorhandenes Fett noch zu spalten. Das Versuchstier hatte somit ausschließlich Bausteine der Nahrungsstoffe erhalten.

Wir suchten den Beweis, daß der tierische Organismus seinen gesamten Bedarf ausschließlich mit den einfachsten Bausteinen der Nahrungsstoffe decken kann, noch schärfer zu führen, indem wir vollständig abgebautes Eiweiß, z. B. Casein als stickstoffhaltige Nahrung wählten und als Kohlenhydrat entweder nur Traubenzucker oder ein Gemisch von Trauben- und Fruchtzucker resp. von Traubenzucker und Galaktose gaben. Endlich ersetzten wir das Fett durch ein Gemisch von Glycerin, Ölsäure, Palmitin- und Stearinsäure. Die Mengen an den einzelnen Komponenten berechneten wir unter Zugrundelegung eines aus 1 Molekül Glycerin und je 1 Molekül der genannten Fettsäuren bestehenden Fettes. 1 g eines derartig zusammengesetzten Fettes enthält: 0,107 g Glycerin, 0,328 g Ölsäure, 0,330 g Stearinsäure und 0,298 g Palmitinsäure.

Ferner verabreichten wir die Bausteine von Thymus- und Hefenucleinsäure, die wir aus diesen mittels Nuclease aus Darmpreßsaft und Leberpreßsaft bereitet hatten. Die Analyse des Spaltungsgemisches bewies, daß die Hydrolyse eine vollständige war. Sie wurde unter Ausschluß von Luftzufuhr vorgenommen. Das Gemisch enthielt 16,0% N. Die zugesetzte Knochenasche war stickstofffrei. Endlich gaben wir auch noch Cholesterin.

Wir hatten schon oft versucht, derartige Versuche durchzuführen, doch scheiterten sie alle an mangelhafter Futteraufnahme. Meist trat nach wenigen Tagen Diarrhöe auf. Oft erbrachen auch die Versuchstiere. Dabei konnte der Einfluß

des bösen Beispiels immer und immer wieder festgestellt werden. Sobald ein Versuchstier brach, begannen alle im gleichen Raum befindlichen Tiere zu brechen. Hatte aber einmal Erbrechen stattgefunden, dann wiederholte es sich.

Unsere reiche Erfahrung auf diesem Gebiete zeitigte allmählich Früchte. Es gibt Hunde, die zum vornherein sich als unbrauchbar für derartige Versuche erweisen. Ungeeignet sind vor allem gut gepflegte und vor allem an gutes Futter gewöhnte Tiere. Diese versagen bald. Am vorteilhaftesten erwiesen sich ganz gewöhnliche Straßenhunde. Die besten Erfahrungen machten wir mit Terriers. Die Hunde müssen gut erzogen sein und vor allem muß sich mit demjenigen, der sie füttert, ein Freundschaftsverhältnis ausbilden. Der Hund frißt auf Zureden schließlich alles. Von großer Bedeutung ist es, daß bei langen Versuchsperioden stets die gleiche Person das Futter bereitet, die Käfige reinigt und die Tiere füttert.

Die größte Bedeutung kommt der Beschaffenheit des Futters selbst zu. Wichtig ist die Konsistenz. Hunde nehmen nicht gerne flüssige Nahrungstoffe auf. Sie dürfen auch nicht klebrig sein. Eine feste Konsistenz gibt die besten Chancen. Es ist geglückt, beim Abbau der Proteine zu Produkten zu gelangen, die im Gegensatz zu den früheren Präparaten ganz fest sind und sich leicht pulvern lassen. Die Höchster Farbwerke bringen derartige verdaute Proteine in diesem Zustand in den Handel. Sie sind gelbbraun gefärbt und wenig hygroskopisch. Sie riechen ganz angenehm nach Fleischextrakt und schmecken leidlich. Wir verdanken den Höchster Farbwerken abgebautes Rindfleisch, abgebautes Casein und abgebaute Gelatine. Alle übrigen Präparate haben wir uns selbst bereitet. Sie sind alle genau untersucht worden. Einmal benützten wir die Estermethode, um zu verfolgen, ob nach stattgehabter Fällung mit Phosphorwolframsäure in der Fällung noch Produkte vorhanden sind, welche beim Kochen mit starker Säure Aminosäuren liefern. Dann verwandten wir auch die Formoltitration und neuerdings haben wir mit der Methode von van Slyke gearbeitet. Wie wichtig eine derartige scharfe Kontrolle ist, geht z. B. aus der Feststellung hervor, daß z. B. ein wie ge-

wöhnlich verdautes Gelatinepräparat sich als nicht völlig abgebaut erwies. Dieses Präparat wurde nicht zu Stoffwechselversuchen verwendet. Das Erepton liefert meistens nach stattgehabtem Kochen mit Säuren etwas mehr Aminostickstoff als vor der Hydrolyse. Die Werte sind schwankend. Unsere eigenen Präparate wiesen geringe Differenzen auf. Es ist möglich, daß doch noch ganz geringfügige Mengen von Komplexen übrig bleiben, die bei der Einwirkung von konzentrierter Säure zerfallen. Es ist aber auch denkbar, daß im Fleisch noch andere Stoffe außer den Proteinen und ihren Abbaustufen vorhanden sind, die bei der Spaltung Aminogruppen liefern, so ist z. B. das Carnosin als eine Histidin-Alanin-Verbindung angesprochen worden. Es sind weiter unten einige der erhaltenen Resultate mitgeteilt.

Der Traubenzucker wurde gut vertragen und ebenso der Invertzucker, den wir uns aus Rohrzucker durch Spaltung bereitet hatten. Auch das Gemisch Glukose und Galaktose wurde gerne genommen. Wir gaben den Zucker teils vermischt mit der Nahrung, teils im Trinkwasser gelöst. Es wurde dafür Sorge getragen, daß niemals viel Zucker auf einmal aufgenommen wurde. In der ersten Zeit gab der Urin ab und zu Reduktion. In den späteren Stadien des Versuches konnten wir größere Mengen der Monosaccharide verfüttern, ohne daß Zuckerausscheidung im Urin erfolgte.

Die wesentlichsten Beschwerden verursachte das Glycerinfettsäuregemisch. Wurde dieses mit Zucker und Erepton lose vermischt, dann zeigte schon das Aussehen des Kótes an, daß der größte Teil der Fettsäuren in Form von Seifen in den Kot übergegangen war. Außerdem beobachteten wir oft profuse Diarrhöen. Diese ließen sich durch die Zugabe von Knochenkohle einschränken. Schließlich bereiteten wir das Futter in der Weise, daß wir abgewogene Mengen von Erepton, Glycerinfettsäuregemisch und Zucker unter Zugabe einer bestimmten Menge Knochenasche in einer Reibschale energisch durchrührten. Es wurde so lange gerührt, bis eine homogene Masse entstand. Dann wurde das Gemisch auf 25° erwärmt und nun die einzelnen Rationen abgewogen. Jede einzelne Portion wurde durch Kneten in Pillen geformt und diese dann ver-

füttert. Es zeigten sich sehr große Unterschiede im Verhalten der einzelnen Versuchstiere gegenüber ein und demselben Futter. Hund III war eine etwa 6 Monate alte Hündin. Sie fraß immer sehr gierig. Das Versuchstier war sehr munter und bewegte sich viel. Es litt während der ganzen Versuchsdauer nie an dünnen Stühlen. Hund IV, ein ca. 6 Monate alter männlicher Terrier, fraß ohne Unterschied alles. Er hatte fast nie festen Stuhl. Meist war er etwas weich und oft auch ganz dünn. Das Versuchstier hatte die üble Angewohnheit, den Kot zu tressen. Bei der langen Dauer des Versuches kommt dieser Fehler nicht in Betracht. Hund V war ein 6—8 Jahre alter männlicher Hund. Er war sehr reinlich und auch wählerisch in der Nahrungsaufnahme. Jeder Bissen mußte aufgedrängt werden. Ohne erkennbaren Grund lehnte er ein bestimmtes Futter ab und griff dann lebhaft zu, wenn ihm die gleiche Mischung frisch bereitet gegeben wurde. Dieses Versuchstier hatte immer harten Kot. Hund VI endlich war schon stark bejahrt. Das Tier war sehr scheu. Erst allmählich wurde es zutraulich. Es fraß ungerne. Sein Kot war stets auffallend hart. Während der Zufuhr des Glycerinfettsäuregemisches wurde sehr häufig Kot gelassen. Die Versuchstiere waren am Schlusse des Versuches alle sehr munter und kräftig. Niemand würde ihnen angesehen haben, daß sie 74 Tage nur mit abgebauten Nahrungsstoffen ernährt im Käfig zugebracht hatten.

Bei Versuch III wurde vom 26. Versuchstage an vollständig abgebauten Eiweiß + Glycerinfettsäuregemisch + Monosaccharide gegeben. Der Versuch wurde bis zum 74. Versuchstage durchgeführt, d. h. 49 Tage lang. Bei Versuch IV dauerte diese Art der Ernährung volle 68 Tage und bei Versuch V endlich wurde während 74 Tagen ausschließlich das genannte Gemisch gegeben und bei Versuch VI während 41 Tagen.

Die Versuche beweisen, daß es gelingt, während sehr langer Zeit einen Hund mit vollständig abgebauten Nahrungsstoffen zu ernähren.

Drei Versuche erstrecken sich über 74 Tage und einer dauerte 48 Tage.

Es ist ganz ausgeschlossen, daß der Organismus während dieser langen Zeit etwa vorhandene Reserven für einzelne der im abgebauten Zustand zugeführten Stoffe eintreten ließ. Die Hunde waren gezwungen, ihren ganzen Bedarf aus den zugeführten Stoffen zu decken. Die jungen Versuchstiere haben während des Versuches stark an Gewicht zugenommen: Hund III 1200 g, Hund IV 1000 g. Es hat also Gewebsneubildung in großem Umfange stattgefunden. **Der tierische Organismus ist imstande, aus den einfachsten Bausteinen alle seine Zellbestandteile zu bilden.**

Da wir in den Fällen, in denen wir abgebaute Eiweißkörper zuführten, sicher keine speziellen Bausteine zum Aufbau der Phosphatide im Nahrungsgemisch hatten, muß der tierische Organismus ohne Zweifel in der Lage sein, sich alle Bausteine, die für die Phosphatide spezifisch sind, selbst zu bereiten. Es sei an die Entstehung von Betain aus Glykokoll durch vollständige Methylierung erinnert und an die Beziehung des Prolins zum Stachydrin (vgl. die Arbeiten von Schulze und Trier und von Engeland).

Diese Beobachtungen zeigen uns, daß der tierische Organismus in viel höherem Grade zu Synthesen befähigt ist, als man im allgemeinen annahm.

Unsere Feststellungen eröffnen noch nach einer ganz anderen Richtung weite Perspektiven. Es ist ein alter Zukunftsraum aller Naturforscher, es möchte doch einmal die Wissenschaft so große Fortschritte machen, daß die Möglichkeit eröffnet werde, die Nahrungsstoffe künstlich zu bereiten. Dieses Ziel ist jetzt ohne Zweifel erreicht. Das Problem war in Wirklichkeit schon längst gelöst, nur suchte man die Lösung in falscher Richtung. Die Forscher suchten mit der Pflanze in Konkurrenz zu treten. Sie liefert uns die Nahrungsstoffe in komplizierter Form. Wir nehmen Eiweiß, Fette, kompliziert gebaute Kohlenhydrate usw. auf. Der tierische Organismus baut all diese Stoffe bis zu den einfachsten, indifferenten Bausteinen ab. Wir brauchen uns nur die Frage vorzulegen, ob wir beim jetzigen Stand der Chemie imstande sind, alle Bausteine der Nah-

rungsstoffe im Laboratorium darzustellen. Das ist in der Tat möglich. Traubenzucker ist uns zugänglich (Emil Fischer), ebenso können wir die Purin- und Pyrimidinbasen künstlich bereiten (Emil Fischer, Kossel, Wheeler), zugänglich sind uns sämtliche Aminosäuren (Kossel, Schulze, Emil Fischer u. A.). Endlich können wir Glycerin und die Fettsäuren längst synthetisch gewinnen. Die optisch aktiven Verbindungen können wir alle durch Spaltung der synthetisch dargestellten Verbindungen darstellen. **Das Problem der künstlichen Darstellung ist durch die Zurückführung des Problems auf die künstliche Darstellung der einzelnen Bausteine der Nahrungsstoffe als gelöst zu betrachten.** Es ist zurzeit nur eine Frage des Geldes, die ganzen Versuche mit den synthetisch dargestellten Bausteinen zu wiederholen.

Praktisch wird die Tatsache, daß wir jetzt imstande sind, den tierischen Organismus mit Produkten zu ernähren, über deren Aufbau wir genau orientiert sind, und die wir leicht darstellen können, keine große Bedeutung erlangen. Der einfachste und billigste Weg wird wohl immer die Gewinnung der einfachsten Bausteine durch hydrolytischen Abbau bleiben. Doch steht zu hoffen, daß die abgebauten Nahrungsstoffe in der Therapie eine bedeutungsvolle Rolle spielen werden. Es stehen ganz neue Wege offen. Versagt der Magendarmkanal mit seinen Fermenten, dann lassen wir außerhalb des Organismus die Verdauung zu Ende gehen und führen dann das vollständig abgebaute Produkt zu. Daß abgebautes Fleisch vorzüglich resorbiert und auch verwertet wird, hat die klinische Erfahrung mit Erepton bereits bewiesen. Wollen wir eine Wunde heilen, dann sorgen wir vor allem für Ruhe. Solange wir Nahrung zuführen, wird der Darmkanal bei Verletzungen (nach Operationen, nach Ulcera usw.) nie zur Ruhe kommen. Wir schalten ihn aus, indem wir per rectum abgebaute Nahrungsstoffe zuführen. Bei der Säuglingsernährung dürften vorverdaute Nahrungsmittel besonders bedeutungsvoll werden. Ferner wird man bei allen subcutanen und intravenösen Applikationen in Zukunft, um artfremdes Material nach Möglichkeit einzuschränken, nur möglichst weitabgebautes Material verwenden.

Versuch II.

Tag	Datum	Körpergewicht in g	Nahrung in g	N-Gehalt der Nahrung in g	Urin- menge in cem	Kot- menge in g	N-Gehalt des Urins in g	N-Gehalt des Kotes in g	Gesamt- N- Ausfuhr in g	Bilanz	Bemerkungen
1	2.3. XI.	4150		1,15	75		0,98	0,07	1,05	+ 0,10	
2	3.4.	4140	10 g Casein, 20 » Schweineschmalz.	1,15	110		0,99	0,07	1,06	+ 0,09	
3	4.5.	4150	10 » Traubenzucker.	1,15	112		1,05	0,07	1,12	+ 0,03	
4	5.6.	4150	20 » Stärke, 5 » Knochenasche	1,15	80	× 12,5	1,08	0,07	1,15	0	
5	6.7.	4140		1,15	90		1,09	0,08	1,17	- 0,02	
6	7.8.	4160		1,15	80		1,22	0,08	1,30	- 0,15	
7	8.9.	4170		1,15	75		1,18	0,08	1,26	- 0,11	
8	9.10.	4170		1,15	80	× 10,1	1,24	0,07	1,31	- 0,16	
9	10.11.	4170		1,15	85		1,05	0,09	1,14	+ 0,01	
10	11.12.	4170	12 g Casein (abgebaut) sonst. wie oben	1,15	70		1,12	0,09	1,21	- 0,06	
11	12.13.	4175		1,15	80		1,01	0,09	1,10	+ 0,05	
12	13.14.	4165		1,15	83		0,98	0,09	1,07	+ 0,08	
13	14.15.	4170		1,15	82	× 9,6	0,97	0,08	1,05	+ 0,10	Nur wenig Nahrung aufgenommen und diese sofort erbrochen.
14	15.16.	4170		—	78		0,89	0,04	0,93	- 0,93	
15	16.17.	4170		0	50		0,95	0,04	0,99	- 0,99	
16	17.18.	4150		0	65	× 5,0	0,94	0,04	0,98	- 0,98	
17	18.19.	4100	Keine Nahrung	0	75		0,82	0,05	0,87	- 0,87	
18	19.20.	4025		0			0,81	0,05	0,86	- 0,86	
19	20.21.	3925		0			1,05	0,05	1,10	- 1,10	
20	21.22.	3860		0	150	× 2,5	1,05	0,05	1,10	- 1,10	
21	22.23.	3850	15 g abgebautes Fleisch sonst. wie oben. Tag I	1,60							Starkes Erbrechen Nahrung schließlich ganz verweigert.

Versuch III.

Tag	Datum	Körpergewicht in g	Nahrung in g	N-Gehalt der Nahrung in g	Wasser- und Urinzufuhr in ccm	Kotmenge in ccm	N-Gehalt des Harnes in g	N-Gehalt des Kotes in g	Gesamt-N-Ausscheidung in g	N-Bilanz	Bemerkungen
1	9.10.11	7500		13,15	150	120	12,0	11,25	11,46	+ 1,69	
2	10.11.	7450		13,15	150	160		12,25	12,60	+ 0,55	
3	11.12.	7500	100 g abgebautes	13,15	150	120	25,5	12,51	12,85	+ 0,30	
4	12.13.	7600	Pferdefleisch + 10 g	13,15	150	110		12,66	12,78	+ 0,37	
5	13.14.	7650	Knochenasche	13,15	150	125		12,58	12,70	+ 0,45	
6	14.15.	7700		13,15	150	135	38,2	12,60	12,71	+ 0,44	
7	15.16.	7700		13,15	150	140	14,5	12,32	12,40	+ 0,75	
8	16.17.	7800	15 g abgebautes	2,10	150	120	7,2	2,20	2,26	- 0,16	
9	17.18.	7780	Pferdefleisch.	2,10	150	130		2,30	2,38	- 0,28	
10	18.19.	7800	30 » Fett.	2,10	150	155		2,01	2,09	+ 0,01	
11	19.20.	7810	50 » Traubenzucker.	2,10	150	160		1,89	1,97	+ 0,13	
12	20.21.	7850	5 » Knochenasche	2,10	150	145	28,5	1,90	1,98	+ 0,12	
13	21.22.	7800		2,15	150	120	6,5	3,12	3,24	- 1,09	
14	22.23.	7760	20 g Casein	2,15	150	135	8,8	3,42	3,57	- 1,42	
15	23.24.	7700	— Tryptophan.	2,15	150	120	10,2	3,02	3,24	- 1,09	
16	24.25.	7620	sonst, wie oben	2,15	120	100	6,2	3,62	3,87	- 1,72	
17	25.26.	7580		4,30	110	120	15,4	5,12	5,56	- 1,26	
18	26.27.	7510	40 g Casein	4,30	105	125	12,5	5,00	5,45	- 1,15	
19	27.28.	7425	— Tryptophan,	4,30	110	112	8,8	4,28	4,56	- 0,26	
20	28.29.	7320	sonst, wie oben	4,30	90	114	6,7	4,68	4,80	- 0,50	

In kleinen Portionen zu je 5 g verfüttert.

In 4 Portionen verfüttert.

Das Versuchstier liegt meistens schlafend in seinem Käfig. Das sonst so lebhaftes Tier vermeidet alle unnötigen Bewegungen. Sein freundliches Verhalten bei der Verabreichung der Nahrung ist ganz verstimmt.

Fortsetzung.

Versuch III.

Tag	Datum	Körpergewicht in g	Nahrung in g	N-Gehalt der Nahrung in g	Wasserzufuhr in ccm	Urinmenge in ccm	Kotmenge in ccm	N-Gehalt des Harnes in g	N-Gehalt des Kotes in g	Gesamt-N-Ausscheidung in g	N-Bilanz	Bemerkungen
21	29. 30. X.	7325	21 g Casein + Tryp- tophan, sonst. wie oben	2,08	80	125	8,2	2,52	0,08	2,60	- 0,52	Das Versuchstier erholt sich rasch. Es springt schon am 31. X. wieder munter umher.
22	30. 31.	7350		2,08	150	100	6,0	2,25	0,13	2,38	- 0,30	
23	31. 1. XI.	7395		2,08	150	110	11,5	1,80	0,12	1,92	+ 0,16	
24	1. 2.	7430	2,08	150	120	1,82		0,11	1,93	+ 0,15		
25	2. 3.	7440	2,08	150	125	14,0	1,89	0,13	2,02	+ 0,06		
26	3. 4.	7460	2,20	150	120		1,95	0,13	2,08	+ 0,12	Es wurde in 6 Portionen verfüttert.	
27	4. 5.	7500	2,20	250	175	8,5	2,15	0,18	2,33	- 0,13	Der Kot war teigig. Er enthält Fettsäuren.	
28	5. 6.	7525	2,20	250	160	10,2	2,04	0,25	2,29	- 0,09	Das Glycerinfettsäurege- misch war berechnet auf 30 g Fett, bestehend aus 1 Mol. Glycerin, 1 Mol. Ol- säure, 1 Mol. Stearin- u. 1 Mol. Palmitinsäure = 3,21 g Glycerin, 9,84 g Ol- säure, 9,90 g Stearinsäure u. 8,94 g Palmitinsäure. Dazu gaben wir noch 0,1 g Eisen- chlorid, 1 g Natriumphos- phat, 2 g Natriumcarbonat u. 1 g Calciumcarbonat. Weitere Aschenbestand- teile waren in den 5 g Knochenasche enthalten u. im abgebauten Fleisch.	
29	6. 7.	7560	15 g abgebautes Pferdefleisch.	2,20	250	192	11,5	1,88	0,22	2,10	+ 0,10	
30	7. 8.	7565	30 » Fettsäure-Gly- ceringemisch.	2,20	250	166	12,0	1,78	0,18	1,96	+ 0,24	
31	8. 9.	7570	2 » Cholesterin,	2,20	250	156	11,2	1,89	0,32	2,21	- 0,01	
32	9. 10.	7815	50 » Traubenzucker, 5 » Knochenasche	2,20	250	125	10,2	1,95	0,25	2,20	0	
33	10. 11.	7820		2,20	250	160	12,5	2,02	0,22	2,24	- 0,04	
34	11. 12.	7835		2,20	250	175	8,6	2,01	0,12	2,13	+ 0,07	
35	12. 13.	7850		2,20	250	170	9,2	1,99	0,18	2,17	+ 0,03	
36	13. 14.	7850	20 g abgebaute Ge- latine	2,25	250	125		2,68	0,22	2,90	- 0,65	Die abgebaute Nuclein- säure enthielt 16,00% N 2 g 0,22% N
37	14. 15.	7800		2,25	250	110	13,5	2,90	0,21	3,11	0,86	

Fortsetzung.

Versuch III.

Tag	Datum	Körpergewicht in g	Nahrung in g	N-Gehalt der Nahrung in g	Wasser- zufuhr in ccm	Urin- menge in ccm	Kot- menge in ccm	N-Gehalt des Harnes in g	N-Gehalt des Kotes in g	Gesamt- N-Aus- scheidung in g	N- Bilanz	Bemerkungen	
38	15. 11.	7780		2,25	250	160		3,15	0,16	3,31	- 1,06		
39	16. 17.	7710	abgebaute Nuclein- säure, sonst, wie oben	2,25	250	125	} X 12,8	3,44	0,16	3,60	- 1,35		
40	17. 18.	7615		2,25	250	130		6,8	3,50	0,12	3,62	- 1,37	
41	18. 19.	7590	20 g abgebaute Ge- latine + Amino- säurezusatz, sonst, wie oben	2,18	250	135	} X 14,8	2,68	0,13	2,81	- 0,63	Es wurden der abge- bauten Gelatine auf 100 g zugesezt: 5 g d-Alanin, 5 g d-Valin, 10 g l-Leucin, 2 g l-Cystin, 5 g l-Aspara- ginsäure, 10 g d-Gluta- minsäure, 5 g l-Phenyl- alanin, 5 g l-Tyrosin, 5 g l-Tryptophan, 2 g l-Hi- stidin = 6,1797 g N.	
42	19. 20.	7600		2,18	250	145		8,5	2,25	0,13	2,38		- 0,20
43	20. 21.	7625		2,18	250	153			2,01	0,25	2,26		- 0,08
44	21. 22.	7635		2,18	250	150			1,98	0,26	2,24		- 0,06
45	22. 23.	7650		2,18	250	152			2,02	0,22	2,24		- 0,06
46	23. 24.	7670	18 g des Aminosäure- gemisches, sonst, wie oben	2,06	250	125	} X 32,8	3,15	0,14	3,29	- 1,23		
47	24. 25.	7650		2,06	175	100		3,20	0,14	3,34	- 1,28		
48	25. 26.	7600		2,06	160	80		3,65	0,14	3,79	- 1,73		
49	26. 27.	7510		2,06	125	85		3,54	0,14	3,68	- 1,62		
50	27. 28.	7425	30 g abgebautes Rindfleisch, 50 „ des Glycerinfett- säuregemisches.	2,06	150	90	} X 11,5	3,68	0,14	3,82	- 1,76		
51	28. 29.	7430		4,40	250	185		12,2	2,85	0,21	3,06	+ 1,34	
52	29. 30.	7480		4,40	250	210		11,5	2,55	0,15	2,70	+ 1,70	
53	30. 1. XII.	7510		4,40	250	215	} X 8,8	2,62	0,25	2,87	+ 1,53		
54	1. 2.	7560		4,40	250	189		8,8	2,84	0,30	3,14	+ 1,26	
55	2. 3.	7575		4,40	300	170		11,5	2,25	0,18	2,43	+ 1,97	
56	3. 4.	7625		4,40	300	160		12,0	2,95	0,22	3,17	+ 1,23	

Fortsetzung.

Versuch III.

Tag	Datum	Körpergewicht in g	Nahrung in g	N-Gehalt der Nahrung in g	Wasser- zufuhr in ccm	Urin- menge in ccm	Kot- menge in ccm	N-Gehalt des Harnes in g	N-Gehalt des Kotes in g	Ge- sam- N-Aus- scheidung in g	N- Bilanz	Bemerkungen
	1911											
57	4.5. XII.	7610	2 g Cholesterin.	4,40	300	180	8,6	2,68	0,15	2,83	+ 1,57	
58	5. 6.	7680	50 » Invertzucker.	4,40	300	185	7,5	2,80	0,21	3,01	+ 1,39	
59	6.7.	7730	5 » Knochenasche	4,40	300	190	6,8	2,92	0,25	3,17	+ 1,23	
60	7.8.	7800		4,40	300	212	14,5	2,98	0,15	3,13	+ 1,27	
61	8.9.	7810		4,40	300	258	12,0	3,24	0,18	3,42	+ 0,98	
62	9.10.	7825		6,60	300	158	11,2	3,15	0,42	3,57	+ 3,03	
63	10.11.	7860		6,60	300	170	15,8	4,02	0,41	4,43	+ 2,17	
64	11.12.	7980		6,60	300	169	8,8	3,89	0,25	4,14	+ 2,46	
65	12.13.	8010		6,60	300	185	9,5	3,75	0,15	3,90	+ 2,70	
66	13.14.	8095		6,60	300	172	10,0	3,28	0,20	3,48	+ 3,12	
67	14.15.	8160		6,60	300	198	11,2	3,85	0,12	3,97	+ 2,63	
68	15.16.	8240	45 g abgebautes Rindfleisch, sonst.	6,60	300	202	10,0	3,72	0,22	3,94	+ 2,66	
69	16.17.	8325	wie oben	6,60	500	310	12,0	4,25	0,25	4,50	- 2,10	
70	17.18.	8415		6,60	500	315		3,85	0,15	4,00	+ 2,60	
71	18.19.	8425		6,60	500	350	24,5	3,95	0,15	4,10	+ 2,50	
72	19.20.	8500		6,60	500	250	16	4,25	0,18	4,43	+ 2,17	
73	20.21.	8575		6,60	500	300	12	4,28	0,22	4,50	+ 2,10	
74	21.22.	8700		6,60	500	310	18	4,50	0,21	4,71	+ 1,89	

Versuch IV.

Tag	Datum	Körpergewicht in g	Nahrung in g	N-Gehalt der Nahrung in g	Wasserzufuhr in ccm	Urinmenge in ccm	Kotmenge in g	N-Gehalt des Harnes in g	N-Gehalt des Kotes in g	Ge-samt-N-Aus-fuhr in g	N-Bilanz	Bemerkungen
1	9.10.X.	7900		3,52	250	110	6,2	3,50	0,12	3,62	- 0,10	
2	10.11.	7900	30 g abgebautes Rindfleisch,	3,52	250	200		3,12	0,06	3,18	+ 0,34	
3	11.12.	7925	30 » Fett,	3,52	250	250		3,02	0,06	3,08	+ 0,44	
4	12.13.	7950	25 » Rohrzucker,	3,52	250	218		3,11	0,06	3,17	+ 0,35	
5	13.14.	8025	25 » Traubenzucker,	3,52	250	150		3,23	0,06	3,29	+ 0,23	
6	14.15.	8040	5 » Knochenasche	3,52	250	165		3,20	0,06	3,26	+ 0,26	
7	15.16.	8110		3,52	250	170	× 32,5	3,05	0,06	3,11	+ 0,41	
8	16.17.	8100	30 g abgebautes Rindfleisch, 30 g Glycerin-	3,52	500	195	7,5	3,11	0,10	3,21	+ 0,31	Kot dünnflüssig.
9	17.18.	8125	Fettsäuregemisch, 2 g	3,52	500	210	8,8	3,00	0,12	3,12	+ 0,40	
10	18.19.	8160	Cholesterin, 25 g Traubenzucker, 25 g Invert-	3,52	500	190	10,2	3,05	0,14	3,19	+ 0,33	Kot ziemlich dünn.
11	19.20.	8215	bonat, 0,1 g Eisenchlorid,	3,52	500	195	12,8	2,95	0,15	3,10	+ 0,42	
12	20.21.	8275	1 g Natriumphosphat, 5 g	3,52	500	210	6,8	3,05	0,11	3,16	+ 0,36	
13	21.22.	8330	Knochenasche	3,52	500	200	7,5	3,15	0,08	3,23	+ 0,29	
14	22.23.	8300		3,50	500	250	8,9	3,25	0,12	3,37	+ 0,13	
15	23.24.	8250		3,50	500	245	9,5	3,30	0,13	3,43	+ 0,07	
16	24.25.	8250	35 g abgebautes Calcium + 3 g abgebaute	3,50	500	265	12,5	3,35	0,15	3,50	0	
17	25.26.	8240	Nucleinsäure	3,50	500	270	15,2	3,20	0,12	3,32	+ 0,18	Kot ziemlich dünn.
18	26.27.	8255	= 0,48 g N	3,50	500	265	10,8	3,15	0,16	3,31	+ 0,19	
19	27.28.	8250	sonst. wie vorher	3,50	500	245	12,8	3,15	0,11	3,26	+ 0,24	
20	28.29.	8255		3,50	500	230	9,6	3,16	0,12	3,28	+ 0,22	

Versuch IV.

Fortsetzung.

Tag	Datum	Körpergewicht g	Nahrung in g	N-Gehalt der Nahrung in g	Wasser- zufuhr in ccm	Urin- menge in ccm	Kot- menge in g	N-Gehalt des Harnes in g	N-Gehalt des Kotes in g	Ge- samt- N-Aus- fuhr in g	N- Bilanz	Bemerkungen
21	29. 30. X.	8270		3,51	500	215	10,0	3,18	0,18	3,36	+ 0,15	
22	30. 31.	8340		3,51	500	250	9,5	3,20	0,12	3,32	+ 0,19	
23	31. I. XI.	8400	32,5 g abgebaute Milch	3,51	500	245	8,3	3,20	0,11	3,31	+ 0,20	
24	1. 2.	8415		3,51	500	240	12,0	3,12	0,20	3,32	+ 0,19	
25	2. 3.	8450	sonst. wie oben	3,51	500	235	13,0	3,10	0,07	3,17	+ 0,34	
26	3. 4.	8510		3,51	500	230	12,5	3,15	0,11	3,26	+ 0,25	
27	4. 5.	8560		3,51	500	248	14,5	3,05	0,12	3,17	+ 0,34	
28	5. 6.	8500		3,52	500	260	15,6	3,00	0,12	3,12	+ 0,40	
29	6. 7.	8510		3,52	500	250	12,1	3,36	0,18	3,54	- 0,02	
30	7. 8.	8490	36 g abgebautes Eiereiweiß	3,52	500	235	10,5	3,35	0,15	3,50	+ 0,02	
31	8. 9.	8500		3,52	500	244	10,8	3,28	0,14	3,42	+ 0,10	
32	9. 10.	8480	sonst. wie oben	3,52	500	250	10,8	3,38	0,12	3,50	+ 0,02	
33	10. 11.	8475		3,52	500	225	10,5	3,20	0,10	3,30	+ 0,22	
34	11. 12.	8450		3,50	500	180	10,0	3,48	0,11	3,59	- 0,09	
35	12. 13.	8370		3,50	500	195	9,8	3,58	0,08	3,66	- 0,16	
36	13. 14.	8350	28 g abgebautes Gliadin	3,50	500	195	8,9	3,65	0,05	3,70	- 0,20	
37	14. 15.	8300	sonst. wie oben	3,50	500	190	7,5	3,85	0,18	4,03	- 0,53	
38	15. 16.	8210		3,50	500	210	8,9	3,75	0,19	3,94	- 0,44	
39	16. 17.	8240		3,50	500	210	9,0	3,75	0,21	3,96	- 0,46	

Fortsetzung

Versuch IV.

Tag	Datum	Körpergewicht in g	Nahrung in g	N-Gehalt der Nahrung in g	Wasser- zufuhr in ccm	Urin- menge in ccm	Kot- menge in g	N-Gehalt des Harnes in g	N-Gehalt des Kotes in g	Ge- samt- N-Aus- fuhr in g	N- Bilanz	Bemerkungen
40	17.18.XI.	8240		3,83	500	215	10,5	3,85	0,12	3,97	-0,14	Kot dünnflüssig.
41	18.19.	8230	28 g abgebautes Gliadin	3,83	500	220	12,5	3,95	0,21	4,16	-0,33	, ,
42	19.20.	8215	+ 5,2 g Lysin- carbonat	3,83	500	225	13,0	4,00	0,25	4,25	-0,42	, ,
43	20.21.	8200	sonst. wie oben	3,83	500	250	14,0	3,90	0,16	4,06	-0,23	, ,
44	21.22.	8180		3,83	500	225	13,5	3,85	0,17	4,02	-0,19	, ,
45	22.23.	8200		3,83	500	180	12,5	3,90	0,15	4,05	-0,22	Etwas erbrochen. Er- brochene wiedergefressen.
46	23.24.	8150		3,83	500	190	10,5	4,05	0,12	4,17	-0,34	, ,
47	24.25.	8170		3,52	500	230	14,0	3,12	0,20	3,32	+0,20	, ,
48	25.26.	8200		3,52	500	175	15,0	3,22	0,11	3,33	+0,19	, ,
49	26.27.	8215	30 g abgebautes Pferdefleisch	3,52	500	210	12,2	3,00	0,12	3,12	+0,40	, ,
50	27.28.	8250	sonst. wie oben	3,52	500	225	21,5	2,85	0,13	2,98	+0,54	, ,
51	28.29.	8270		3,52	500	230	15,8	2,80	0,15	2,95	+0,57	, ,
52	29.30.	8300		3,52	500	250	10,5	2,75	0,12	2,87	+0,65	, ,
53	30.1.XII.	8310		3,50	500	212	12,5	2,75	0,14	2,89	+0,61	Kot dünnflüssig.
54	1.2.	8365	32 g abgebautes Rindfleisch	3,50	500	250	15,2	2,60	0,11	2,71	+0,79	, ,
55	2.3.	8400	sonst. wie oben	3,50	500	245	16,2	2,65	0,10	2,75	+0,75	, ,
56	3.4.	8420		3,50	500	213	28,5	2,60	0,12	2,72	+0,78	, ,
57	4.5.	8425		3,50	500	198		2,65	0,11	2,76	+0,74	, ,
58	5.6.	8465		3,50	500	210	12,5	2,50	0,15	2,65	+0,85	, ,

Fortsetzung.

Versuch IV.

Tag	Datum	Körpergewicht in g	Nahrung in g	N-Gehalt der Nahrung in g	Wasser- zufuhr in ccm in ccm	Urin- menge in ccm	Kot- menge in g	N- Gehalt des Harnes in g	N- Gehalt des Kotes in g	Ge- samt- N-Aus- fuhr in g	N- Bilanz	Bemerkungen
59	6.7. XII.	8500		3,51	500	215	24,5	2,45	0,16	2,61	+ 0,90	Kot etwas dünn.
60	7.8.	8525		3,51	500	230	15,5	2,50	0,17	2,67	+ 0,84	
61	8.9.	8330	21 g abgebautes	3,51	500	240	12,0	2,60	0,21	2,81	+ 0,70	
62	9.10.	8520	Rindfleisch	3,51	500	241	13,5	2,75	0,18	2,93	+ 0,58	
63	10.11.	8560	sonst, wie oben	3,51	500	215	10,0	2,70	0,12	2,82	+ 0,69	
64	11.12.	8610		3,51	500	230	15,2	2,70	0,16	2,86	+ 0,65	Kot etwas dünn.
65	12.13.	8650		3,51	500	245	12,5	2,75	0,15	2,90	+ 0,61	, , ,
66	13.14.	8700		3,50	500	250	10,0	2,30	0,16	2,46	+ 1,04	, , ,
67	14.15.	8725		3,50	500	210	10,5	2,15	0,18	2,33	+ 1,17	
68	15.16.	8730		3,50	500	190	12,0	2,10	0,11	2,21	+ 1,29	
69	16.17.	8800	18 g abgebautes	3,50	500	250	9,5	2,15	0,12	2,27	+ 1,23	
70	17.18.	8790	Blut vom Pferd,	3,50	500	280	10,5	2,55	0,15	2,70	+ 0,80	
71	18.19.	8800	sonst, wie oben	3,50	500	210	8,5	2,60	0,15	2,75	+ 0,75	
72	19.20.	8830		3,50	500	215	12,5	2,80	0,18	2,98	+ 0,52	
73	20.21.	8850		3,50	500	250	9,8	2,75	0,15	2,90	+ 0,60	
74	21.22.	8900		3,50	500	210	15,6	2,75	0,16	2,91	+ 0,59	

Versuch V.

Tag	Datum	Körpergewicht in g	Nahrung in g	N-Gehalt der Nahrung in g	Wasserzufuhr in ccm	Urinmenge in ccm	Kotmenge in ccm	N-Gehalt des Harnes in g	N-Gehalt des Kotes in g	N-Gesamt-Ausfuhr in g	N-Bilanz
1	9.10.1911	8250		2,50	250	210		2,15	0,12	2,27	+ 0,23
2	10.11.	8245	22 g abgebautes Hundefleisch + 2 g abgebaute Nucleinsäure = 0,32 g N,	2,50	250			2,20	0,12	2,32	+ 0,18
3	11.12.	8240		2,50	250	265		2,20	0,12	2,32	+ 0,18
4	12.13.	8245	50 » Glycerin-Fettsäuregemisch, 2 » Cholesterin,	2,50	255			2,20	0,12	2,32	+ 0,18
5	13.14.	8240	50 » Traubenzucker, 5 » Knochenasche	2,50	250	275	× 35	2,20	0,12	2,32	+ 0,18
6	14.15.	8250		2,50	250			2,20	0,15	2,35	+ 0,15
7	15.16.	8250	Salzzulage, wie bei Versuch 3 u. 4	2,50	250		21,5	2,11	0,15	2,26	+ 0,24
8	16.17.	8250		2,51	500	350		2,12	0,15	2,27	+ 0,24
9	17.18.	8250	20 g abgebautes Hundefleisch, das mit Tetrachlorkohlenstoff ausgekocht worden war,	2,51	500		× 20	2,30	0,15	2,45	+ 0,06
10	18.19.	8255	bevor die Verdauung eingeleitet wurde,	2,51	500			2,30	0,11	2,41	+ 0,10
11	19.20.	8260		2,51	500	350		2,30	0,11	2,41	+ 0,10
12	20.21.	8260		2,51	500	150		2,15	0,11	2,26	+ 0,25
13	21.22.	8265	sonst, wie oben	2,51	500	250	35	2,15	0,11	2,26	+ 0,25
14	22.23.	8260		2,51	500	175	8,6	2,18	0,12	2,30	+ 0,21
15	23.24.	8265		2,50	500	300		2,25	0,12	2,37	+ 0,13
16	24.25.	8265		2,50	500	250	× 20	2,20	0,12	2,32	+ 0,18
17	25.26.	8260	25 g abgebautes Pferdefleisch,	2,50	500	255		2,15	0,09	2,24	+ 0,26
18	26.27.	8265	sonst, wie oben	2,50	500	300		2,15	0,09	2,24	+ 0,26
19	27.28.	8270		2,50	500	250	25	2,00	0,09	2,09	+ 0,41
20	28.29.	8260		2,50	500	255		2,22	0,08	2,30	+ 0,20
21	29.30.	8250		2,50	500	270	15,8	2,11	0,08	2,19	+ 0,31

Fortsetzung.

Versuch V.

Tag	Datum	Körpergewicht in g	Nahrung in g	N-Gehalt der Nahrung in g	Wasser- zufuhr in ccm	Urin- menge in ccm	Kot- menge in g	N-Gehalt des Harnes in g	N-Gehalt des Kotes in g	Gesamt- N- Ausfuhr in g	N- Bilanz
22	30. 31.	X. 8250		2,51	500	250		2,05	0,08	2,13	+ 0,38
23	31. 1.	XI. 8260		2,51	500	225		2,12	0,08	2,20	+ 0,31
24	1. 2.	8270		2,51	500	250	} $\times 20$	2,14	0,08	2,22	+ 0,29
25	2. 3.	8300	24 g abgebautes Pferdeblut.	2,51	500	210		8,5	2,25	0,13	2,38
26	3. 4.	8310	sonst. wie oben	2,51	500	215	10,5	2,30	0,14	2,44	+ 0,07
27	4. 5.	8350		2,51	500	300		2,30	0,11	2,41	+ 0,10
28	5. 6.	8400		2,51	500	185		2,25	0,11	2,36	+ 0,15
29	6. 7.	8350		2,52	500	200		2,32	0,15	2,47	+ 0,05
30	7. 8.	8300		2,52	500	210		2,35	0,12	2,47	+ 0,05
31	8. 9.	8300	25 g abgebautes Rindfleisch	2,52	500	190		2,35	0,16	2,51	+ 0,01
32	9. 10.	8310	mit absolutem Alkohol	2,52	500	250		2,30	0,08	2,38	+ 0,14
33	10. 11.	8325	extrahiert.	2,52	500	220		2,25	0,08	2,33	+ 0,19
34	11. 12.	8300	sonst. wie oben	2,52	500	225		2,28	0,12	2,40	+ 0,12
35	12. 13.	8310		2,50	500	180		2,20	0,15	2,35	+ 0,15
36	13. 14.	8325		2,50	500	210		2,12	0,15	2,27	+ 0,23
37	14. 15.	8350	22 g abgebaute Milch.	2,50	500	215		2,15	0,15	2,30	+ 0,20
38	15. 16.	8340	sonst. wie oben	2,50	500	216		2,05	0,12	2,17	+ 0,33
49	16. 17.	8325		2,50	500	230		2,11	0,14	2,25	+ 0,25
40	17. 18.	8310		2,50	500	210		2,15	0,14	2,29	+ 0,21

Fortsetzung.

Versuch V.

Tag	Datum	Körpergewicht in g	Nahrung in g	N-Gehalt der Nahrung in g	Wasserzufuhr in ccm	Urinmenge in ccm	Kotmenge in g	N-Gehalt des Harnes in g	N-Gehalt des Kotes in g	Gesamt N-Ausfuhr in g	N-Bilanz	
41	18. XI.	8300	18 g abgebautes Casein. sonst. wie oben	2,51	500	200	21,5	2,10	0,22	2,32	+ 0,19	
42	19. 20.	8315		2,51	500	195		8,9	2,15	0,22	2,37	+ 0,14
43	20. 21.	8320		2,51	500	180			2,20	0,22	2,42	+ 0,09
44	21. 22.	8310		2,51	500	210	12,5	2,25	0,15	2,40	+ 0,11	
45	22. 23.	8320		2,51	500	210	16,0	2,28	0,12	2,40	+ 0,11	
46	23. 24.	8320		2,51	500	215	10,5	2,30	0,11	2,41	+ 0,10	
47	24. 25.	8320		2,51	500	220	16,5	2,35	0,07	2,42	+ 0,09	
48	25. 26.	8290		2,52	500	175	10,2	2,85	0,18	3,03	- 0,51	
49	26. 27.	8300		2,52	500	200	29,5	2,95	0,12	3,07	- 0,55	
50	27. 28.	8250		2,52	500	210		3,52	0,15	3,67	- 1,15	
51	28. 29.	8210	2,52	500	250	3,50		0,15	3,65	- 1,13		
52	29. 30.	8150	2,52	500	230	215	3,25	0,15	3,40	- 0,88		
53	30. I. XII.	8070	2,52	500	215		3,15	0,15	3,30	- 0,78		
54	1. 2.	8100	2,51	500	200		2,85	0,12	2,97	- 0,46		
55	2. 3.	8125	2,51	500	210	228	2,75	0,12	2,87	- 0,36		
56	3. 4.	8150	2,51	500	228		36,8	2,50	0,12	2,62	- 0,11	
57	4. 5.	8150	2,51	500	250		215	2,35	0,13	2,48	+ 0,03	
58	5. 6.	8150	2,51	500	215	2,35		0,11	2,46	+ 0,05		
59	6. 7.	8170	2,51	500	185	21,5		2,40	0,11	2,51	0	

Fortsetzung.

Versuch V.

Tag	Datum	Körpergewicht in g	Nahrung in g	N-Gehalt der Nahrung in g	Wasser- zufuhr in ccm	Urin- menge in ccm	Kot- menge in g	N-Gehalt des Harnes in g	N-Gehalt des Kotes in g	Gesamt- N- Ausfuhr in g	N- Bilanz
60	7.8.	8190		3,47	500	190		3,00	0,15	3,15	+ 0,32
61	8.9.	8200		3,47	500	210		3,12	0,15	3,27	+ 0,20
62	9.10.	8200		3,47	500	215	24,5	3,25	0,15	3,40	+ 0,07
63	10.11.	8200	25 g Aminosäuregemisch, ¹⁾	3,47	500	230	12,5	3,30	0,28	3,58	- 0,11
64	11.12.	8200	sonst, wie oben	3,47	500	235	8,5	3,30	0,18	3,48	- 0,01
65	12.13.	8200		3,47	500	240	9,8	3,28	0,21	3,49	- 0,02
66	13.14.	8200		3,47	500	215	8,7	3,12	0,22	3,34	+ 0,13
67	14.15.	8200		3,47	500	220	12,5	3,40	0,25	3,65	- 0,18
68	15.16.	8250		2,50	500	225	10,0	2,15	0,11	2,26	+ 0,24
69	16.17.	8250		2,50	500	230	8,8	2,25	0,08	2,33	+ 0,17
70	17.18.	8250		2,50	500	245	12,5	2,40	0,11	2,51	- 0,01
71	18.19.	8260	25 g abgebautes Rindfleisch.	2,50	500	215	8,9	2,25	0,11	2,36	+ 0,14
72	19.20.	8260	sonst, wie oben	2,50	500	230	9,5	2,15	0,12	2,27	+ 0,23
73	20.21.	8250		2,50	500	210	10,6	2,20	0,13	2,33	+ 0,17
74	21.22.	8260		2,50	500	220	12,5	2,10	0,16	2,26	+ 0,24

Versuch VI.

Tag	Datum	Körpergewicht in g	Nahrung in g	N-Gehalt der Nahrung in g	Wasserzufuhr in ccm	Urinmenge in ccm	Kotmenge in g	N-Gehalt des Harnes in g	N-Gehalt des Kotes in g	Gesamt-N-Ausfuhr in g	N-Bilanz	Bemerkungen
1	4.5.1911	4150			250	100	4,0	3,02	0,12	3,14	+ 0,33	
2	5.6.	4160	22,10 g Aminosäuregemisch = 3,15 g N + 2 g abgebaute Nucleinsäure = 0,32 g N. 25 g Fett, 20 » Rohrzucker, 20 » Traubenzucker, 5 » Knochenasche	3,47	250	125	8,0	3,15	0,15	3,30	+ 0,17	
3	6.7.	4150		3,47	250	200		3,25	0,25	3,50	- 0,03	
4	7.8.	4160		3,47	250	175		3,25	0,25	3,50	- 0,03	
5	8.9.	4170		3,47	250	160	18,5	3,30	0,25	3,55	- 0,08	Die Nahrung wird nur widerwillig aufgenommen und am 10. XI. ganz verweigert, deshalb wird am 10. und 11. XI. abgebautes Fleisch verfüttert.
6	9.10.	4165	3,47	250	170		3,05	0,30	3,35	+ 0,12		
7	10.11.	4160	25 g abgebautes Fleisch, sonst, wie oben	2,47	250	160	16,2	1,85	0,30	2,15	+ 0,32	
8	11.12.	4170		2,47	250	170		1,82	0,18	2,00	+ 0,47	
9	12.13.	4090	14,25 g Aminosäuregemisch = 2,03 g N + 9,5 g abgebautes Fleisch = 1,12 g N. 2 g abgebaute Nucleinsäure = 0,32 g N. 30 » Glycerin-Fettsäuregemisch, 2 » Cholesterin, 40 » Invertzucker, 5 » Knochenasche	3,47	250	175		2,75	0,18	2,93	+ 0,54	
10	13.14.	4100		3,47	250	180	30,5	3,05	0,18	3,23	+ 0,24	
11	14.15.	4120		3,47	250	182		3,12	0,22	3,34	+ 0,13	
12	15.16.	4150		3,47	250	185		3,22	0,22	3,44	+ 0,03	An Stelle von Arginin Ornithin.
13	16.17.	4150		3,47	250	135		3,32	0,22	3,54	- 0,07	
14	17.18.	4150		3,47	250	150	32,8	3,30	0,22	3,52	- 0,05	
15	18.19.	4200		1,50	250	110	6,5	1,80	0,05	1,85	- 0,35	
16	19.20.	4210		1,50	250	250	5,4	1,85	0,08	1,93	- 0,43	

Fortsetzung.

Versuch VI.

Tag	Datum	Körpergewicht in g	Nahrung in g	N-Ge- halt der Nah- rung in g	Wasser- zu- fuhr in ccm	Urin- menge in ccm	Kot- menge in g	N-Ge- halt des Har- nes in g	N-Ge- halt des Kotes in g	Ge- sam- N- Aus- fuhr in g	N- Bilanz	Bemerkungen
17	20. 21. XI.	4215		1,50	250	125	6,8	1,62	0,11	1,73	- 0,23	
18	21. 22.	4225	15 g abgebautes Pferdefleisch, sonst wie vorher.	1,50	250	130	7,5	1,40	0,10	1,50	0	
19	22. 23.	4250	nur statt Invertzucker Gemisch von Glukose und Galactose + 10 g	1,50	250	150	8,0	1,32	0,09	1,41	+ 0,09	
20	23. 24.	4275	Nucleinsäurespaltgemisch.	1,50	250	125	7,0	1,30	0,07	1,37	+ 0,13	
21	24. 25.	4250		1,50	250	125	6,5	1,30	0,08	1,38	+ 0,12	
22	25. 26.	4250		1,50	250	130	6,5	1,35	0,11	1,46	+ 0,04	
23	26. 27.	4250		1,0	250	100	8,5	1,52	0,05	1,57	- 0,57	
24	27. 28.	4200	10 g abgebautes	1,0	250	110	9,0	1,30	0,06	1,36	- 0,36	
25	28. 29.	4150	Pferdefleisch,	1,0	250	120	4,8	1,25	0,08	1,33	- 0,33	
26	29. 30.	4100	sonst, wie vorher	1,0	250	150	10,2	1,30	0,02	1,32	- 0,32	
27	30. I. XII.	4050		1,0	250	110	6,4	1,32	0,05	1,37	- 0,37	
28	1. 2.	4090		1,25	250	125	7,6	1,34	0,04	1,38	- 0,13	
29	2. 3.	4080		1,25	250	130	8,4	1,25	0,04	1,29	- 0,04	
30	3. 4.	4090	12,5 g abgebautes	1,25	250	145	3,5	1,20	0,05	1,25	0	
31	4. 5.	4115	Pferdefleisch.	1,25	250	160	8,9	1,16	0,02	1,18	+ 0,07	
32	5. 6.	4120	sonst, wie vorher	1,25	250	115	9,8	1,15	0,07	1,22	+ 0,03	
33	6. 7.	4150		1,25	250	100	11,2	1,14	0,08	1,22	+ 0,03	

Fortsetzung.

Versuch VI.

Tag	Datum	Körpergewicht in g	Nahrung in g	N-Ge- halt der Nah- rung in g	Wasser- zu- fuhr in ccm	Urin- men- ge in ccm	Kot- men- ge in g	N-Ge- halt des Har- nes in g	N-Ge- halt des Kotes in g	Ge- sam- N- Aus- fuhr in g	N- Bilanz	Bemerkungen
34	7. 8. XII.	4150		1,0	250	125	8,4	1,28	0,06	1,34	- 0,34	
35	8. 9.	4150	10 g Pferdefleisch- pulver.	1,0	250	130	8,8	1,29	0,07	1,36	- 0,36	
36	9. 10.	4100		1,0	250	130	10,2	1,32	0,07	1,39	- 0,39	
37	10. 11.	4080	sonst. wie oben	1,0	250	145	9,6	1,35	0,06	1,41	- 0,41	
38	11. 12.	4050		1,0	250	150	8,2	1,35	0,05	1,40	- 0,40	
39	12. 13.	4060	12,5 g Pferdefleisch- pulver.	1,25	250	125	6,8	1,21	0,07	1,28	- 0,03	
40	13. 14.	4060		1,25	250	130	7,4	1,12	0,08	1,20	+ 0,05	
41	14. 15.	4070		1,25	250	130	7,2	1,22	0,09	1,31	- 0,06	
42	15. 16.	4100		1,25	250	145	7,8	1,23	0,10	1,33	- 0,08	
43	16. 17.	4100	sonst. wie oben	1,25	250	150	8,2	1,25	0,11	1,36	- 0,11	
44	17. 18.	4100		1,25	250	165	8,1	1,25	0,12	1,37	- 0,12	
45	18. 19.	4100	12,5 g abgebautes Pferdefleisch, sonst. wie oben	1,25	250	110	4,5	1,15	0,06	1,21	+ 0,04	
46	19. 20.	4125		1,25	250	115	8,8	1,18	0,04	1,22	+ 0,03	
47	20. 21.	4150		1,25	250	150	6,6	1,05	0,07	1,12	+ 0,13	
48	21. 22.	4150		1,25	250	125	8,5	1,20	0,02	1,22	+ 0,03	

Anhang.**Untersuchung einiger abgebauter Eiweißpräparate nach van Slyke.**

Von den einzelnen Präparaten wurden bestimmt: 1. der Gesamtstickstoffgehalt, 2. der Aminostickstoffgehalt und 3. der Ammoniakstickstoffgehalt.

Diese Bestimmung wurde durchgeführt einmal mit dem Präparat selbst, dann nachdem es 16 Stunden am Rückflußkühler mit 25%iger Schwefelsäure gekocht worden war. Es wurde dann mit Natronlauge neutralisiert, nachdem vorher von Huminsubstanzen abfiltriert worden war. Beim Neutralisieren fiel etwas aus. Der Niederschlag wurde abfiltriert. In den sogenannten Huminsubstanzen und in der zuletzt erwähnten Fällung wurde der Stickstoffgehalt festgestellt. Aminostickstoff ließ sich nicht nachweisen.

In der folgenden Übersicht sind die entsprechenden Stickstoffwerte vor und nach dem Kochen mit der Säure mitgeteilt. Bei einem Teil dieser Bestimmungen erfreute ich mich der Unterstützung des Herrn Dr. Hanslian, dem ich auch hier bestens danke.

Aus den folgenden Resultaten geht hervor, daß nach dem Kochen mit verdünnter Säure nur in wenigen Fällen erheblich mehr Aminostickstoff gefunden wurde. Der Ammoniakstickstoff war nach der Hydrolyse nur beim Casein auffallend gestiegen.

Die mit * versehenen Präparate sind zu den Stoffwechselversuchen verwendet worden.

*** Erepton I**

vor dem Kochen	nach dem Kochen
mit 25%iger Schwefelsäure ¹	
Gesamt-N = $\left. \begin{array}{l} 13,1 \\ 12,9 \end{array} \right\} 13,0\%$	Gesamt-N = 13,0%
Amino-N = $\left. \begin{array}{l} 8,535 \\ 8,49 \end{array} \right\} 8,51\%$	Amino-N = $\left. \begin{array}{l} 8,85 \\ 8,89 \end{array} \right\} 8,87\%$
Ammoniak-N = 1,94%	Ammoniak-N = 2,11%

Rückstand I. «Huminstickstoff» 0,1448% N.

Rückstand II, abgeschieden beim Versetzen des Filtrats mit Natronlauge bis zur schwach sauren Reaktion 0,149% N.

*Casein I.

Gesamt-N = $\left. \begin{array}{l} 12,89 \\ 12,79 \end{array} \right\} 12,84\%$	Gesamt-N = 12,84%
Amino-N = $\left. \begin{array}{l} 7,76 \\ 7,80 \end{array} \right\} 7,78\%$	Amino-N = $\left. \begin{array}{l} 7,87 \\ 8,14 \end{array} \right\} 8,01\%$
Ammoniak-N = $\left. \begin{array}{l} 0,368 \\ 0,367 \end{array} \right\} 0,368\%$	Ammoniak-N = $\left. \begin{array}{l} 1,68 \\ 1,59 \end{array} \right\} 1,63\%$
	Rückstand I = 0,121%
	Rückstand II = 0,2257%
	Im Rückstand Amino-N nicht nachweisbar.

Erepton II.

Gesamt-N = 12,41%	Gesamt-N = 12,41%
Amino-N = $\left. \begin{array}{l} 8,58 \\ 8,30 \end{array} \right\} 8,44\%$	Amino-N = $\left. \begin{array}{l} 9,4 \\ 9,27 \end{array} \right\} 9,33\%$
Ammoniak = 1,583% N	Ammoniak = 1,804% N
	Rückstand I = 0,02156%
	» II = 0,1225%

Erepton V.

Gesamt-N = $\left. \begin{array}{l} 12,58 \\ 12,62 \end{array} \right\} 12,6\%$	Gesamt-N = 12,6%
Amino-N = $\left. \begin{array}{l} 8,9 \\ 9,09 \end{array} \right\} 9,0\%$	Amino-N = $\left. \begin{array}{l} 9,73 \\ 9,99 \end{array} \right\} 9,86\%$
Ammoniak = 1,07% N	Ammoniak $\left. \begin{array}{l} 1,59 \\ 1,611 \end{array} \right\} 1,6\%$ N
	Rückstand I = 0,0203%
	» II = 0,2188%

Gelatine I.

Gesamt-N = $\left. \begin{array}{l} 13,07 \\ 13,07 \end{array} \right\} 13,07$	N = 13,07%
Amino-N = $\left. \begin{array}{l} 8,8 \\ 8,8 \end{array} \right\} 8,8\%$	Amino-N = $\left. \begin{array}{l} 9,735 \\ 9,86 \end{array} \right\} 9,79\%$
Ammoniak = 1,031% N	Ammoniak = $\left. \begin{array}{l} 1,217 \\ 1,22 \end{array} \right\} 1,219\%$
	Rückstand I = 0,063%
	» II = 0,355%

* Erepton A.

Gesamt-N	= 13,25 %	Gesamt-N	= 13,25 %
Amino-N	= 8,78 %	Amino-N	= 8,98 %
Ammoniak-N	= 1,98 %	Ammoniak-N	= 2,15 %

* Abgebautes Rindfleisch.

Gesamt-N	= 13,45 %	Gesamt-N	= 13,45 %
Amino-N	= 9,25 %	Amino-N	= 9,43 %
Ammoniak-N	= 2,15 %	Ammoniak-N	= 2,28 %

* Abgebautes Hundefleisch.

Gesamt-N	= 12,84 %	Gesamt-N	= 12,84 %
Amino-N	= 8,05 %	Amino-N	= 8,22 %
Ammoniak-N	= 1,67 %	Ammoniak-N	= 1,89 %

* Abgebautes Pferdefleisch.

Gesamt-N	= 13,15 %	Gesamt-N	= 13,15 %
Amino-N	= 8,85 %	Amino-N	= 9,01 %
Ammoniak-N	= 1,87 %	Ammoniak-N	= 2,05 %

* Abgebaute Gelatine.

Gesamt-N	= 12,86 %	Gesamt-N	= 12,86 %
Amino-N	= 8,95 %	Amino-N	= 9,25 %
Ammoniak-N	= 1,14 %	Ammoniak-N	= 1,24 %

Anmerkung bei der Korrektur: In einer unter Bottazzis Leitung ausgeführten, soeben erschienenen Arbeit teilt G. Buglia¹⁾ mit, daß er unsere Befunde über die gleichartige Verwertung von abgebautem Fleisch und von Fleisch als solchem von seiten wachsender Hunde bestätigen kann.

¹⁾ G. Buglia, Untersuchungen über die biologische Bedeutung und den Metabolismus der Eiweißstoffe. V. Untersuchungen über den Stoffwechsel bei jungen Hunden, die mit Fleisch und den Produkten der künstlichen Fleischverdauung gefüttert werden. Z. für Biologie, Bd. 57, Nr. 1. 39. S. 365. 1911.