

Weitere Versuche über die synthetischen Fähigkeiten des Organismus des Hundes.

Von

Emil Abderhalden.

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

(Der Redaktion zugegangen am 30. Januar 1913.)

Es ist durch Versuche an Hunden festgestellt worden, daß diese längere Zeit nicht nur ihren Stoffwechsel im Gleichgewicht halten können, sondern sogar erhebliche Gewichtszunahmen aufweisen, wenn als einzige Nahrung die einfachsten Bausteine der Nahrungsstoffe verabreicht werden.¹⁾ Unter Bausteinen sind jene Abbaustufen der zusammengesetzten Nahrungsstoffe zu verstehen, die bei der vollständigen hydrolytischen Spaltung übrig bleiben. Die bisherige Definition der Nahrungsstoffe muß somit dahin erweitert werden, daß von den einzelnen Gruppen von Nahrungsstoffen auch die Bausteine genügen. Die weitere Forschung wird ergeben, welche Bausteine absolut unentbehrlich sind, und welche der Organismus selbst aufbauen kann. Im letzteren Falle ist es dann von besonderem Interesse zu prüfen, welche Verbindungen als Ausgangsprodukte für die Synthese in Betracht kommen.

Unsere Erfahrungen über die Verwertung vollständig abgebauter Nahrungsstoffe sind im wesentlichen an Hunden gesammelt worden. Es ist wohl möglich, daß die verschiedenen Tierarten sich ganz verschieden verhalten. Gewiß wird die weitere Forschung nach dieser Richtung interessante Resultate zeitigen. Die einzelnen Versuche sind vorläufig auf 74 Tage

¹⁾ Vgl. Emil Abderhalden, Fütterungsversuche mit vollständig abgebauten Nahrungsstoffen. Lösung des Problems der künstlichen Darstellung der Nahrungsstoffe. Diese Zeitschrift, Bd. 77, S. 22, 1912. Synthese der Zellbausteine in Pflanze und Tier. J. Springer, Berlin, 1912.

ausgedehnt worden. Es ist wohl denkbar, daß bei noch längerer Versuchsdauer sich Erscheinungen zeigen, die beweisen, daß die ununterbrochene Aufnahme einfachster Bausteine schließlich zu Störungen führen kann. Es ist an und für sich sehr auffallend, daß die Ausschaltung des stufenweisen Abbaues der kompliziert gebauten Nahrungsstoffe im Darmkanal so wenig in Erscheinung tritt.

Wir haben nun den Versuch gemacht, einen Hund über ein Vierteljahr ausschließlich mit vollständig abgebautem Fleisch zu ernähren. Das verfütterte Präparat war genau untersucht worden. Es enthielt ausschließlich Aminosäuren, neben Salzen, geringen Mengen Kreatin und Kreatinin. Ferner waren Fettsäuren vorhanden, geringe Mengen von Traubenzucker und Nucleoside. Phosphatide und ungespaltene Fette waren sicher nicht anwesend, dagegen dürften deren Bausteine alle vorhanden gewesen sein. Als Kohlenhydrat erhielt das Versuchstier Rohrzucker. In der ersten Zeit wurden an Stelle des Fettes Glycerin, Stearin-, Palmitin- und Ölsäure gegeben. Es ließ sich trotz Zugabe größerer Mengen von Knochenasche nicht vermeiden, daß Diarrhöen auftraten. Da wir den Versuch möglichst lange durchführen wollten, gaben wir weiterhin stickstofffreien Speck.

Das Versuchstier, ein kräftiger Dobermann, hungerte zuerst 23 Tage. Es verlor in dieser Zeit 6700 g an Gewicht. Bevor das Versuchstier die Hungerperiode antrat, wurden ihm die Haare vollständig geschnitten. Das Gewicht der Haare betrug 76,0 g. Sie enthielten 9,85 g Stickstoff. Am 23. Hungertag ließen sich wieder 25,0 g Haare (3,50 g N) gewinnen. Es ist fraglich, ob es sich hierbei um ein Wachstum der Haare oder um ein weiteres Hervortreten derselben aus der Haut infolge der starken Abmagerung handelte. Wir haben diesen Versuch ausgeführt, weil wir in noch nicht mitgeteilten Untersuchungen geprüft haben, ob das Cystin für den Organismus unentbehrlich ist, oder ob es durch andere schwefelhaltige Verbindungen, z. B. durch Sulfate, irgendwie ersetzt werden kann. Wir verglichen das Wachstum der Haare bei Ernährung mit einem vollständigen Gemisch von Aminosäuren und bei Verfütterung

der gleichen Nahrung, aus der jedoch das Cystin entfernt worden war. Bis jetzt sind die Resultate nicht klar und eindeutig genug.

Vom 23. Versuchstage ab bis zum 123. Tage, also während 100 Tagen, erhielt das Versuchstier ausschließlich vollständig abgebautes Fleisch und daneben Fett und Rohrzucker. In dieser Zeit hat der Hund 9900 g an Körpergewicht zugenommen. Der Versuch mußte schließlich abgebrochen werden, weil die Vorräte an abgebauten Eiweißpräparaten aufgebraucht waren. Dieser Versuch beweist wohl einwandfrei, daß der Hund mit einem vollständigen Aminosäuregemisch an Stelle von Eiweiß vollständig auskommt. Das Versuchstier würde mit den einfachsten Bausteinen der Kohlenhydrate und Fette nach den früheren Erfahrungen sich sicher genau so gut eingestellt haben, wie mit Rohrzucker und Fett. Unabgebaute Nucleinsäuren erhielt der Hund nicht und ebenso waren die Phosphatide mindestens in ihre Bausteine zerlegt. Der Organismus des Hundes vermag offenbar sämtliche Zellbestandteile aus den einfachsten Bausteinen aufzubauen.

Das Versuchstier zeigte stets großen Appetit und war immer munter und sehr frisch. Die Haare waren am Schlusse des Versuches wieder vollständig nachgewachsen. Hier war eine direkt erkennbare Eiweißsynthese erfolgt!

Mit dieser Feststellung soll nicht zum Ausdruck gebracht werden, daß jede Tierart sich gleich verhält. Wir haben selbst gefunden, daß Pflanzenfresser und speziell Kaninchen, die mit den einfachsten Bausteinen der Nahrungsstoffe gefüttert wurden, nicht am Leben blieben. Mit Mäusen und Ratten hatten wir auch große Schwierigkeiten. Es traten vor allem Diarrhöen auf. Wir halten es jedoch nicht für ausgeschlossen, sondern sogar für sehr wahrscheinlich, daß es bei weiteren Studien gelingen wird, auch bei diesen Tieren die Nahrungsstoffe durch die einfachsten Bausteine zu ersetzen. Es wird alles darauf ankommen, die richtigen Versuchsbedingungen zu finden. Vor allem wird man die Nahrung sehr langsam und in kleinen Portionen zuführen müssen.

Die Mitteilung von Stepp,¹⁾ wonach Mäuse ohne Zufuhr von Lipoiden zugrunde gehen sollen, bedarf noch sehr der weiteren Bearbeitung. Es fehlt den Versuchen Stepps das Wichtigste, nämlich die Feststellung der chemischen Natur des angeblich unentbehrlichen Stoffes. In den Alkohol-Äther gehen eine sehr große Anzahl von Verbindungen heterogener Natur hinein. Es brauchen durchaus nicht nur Vertreter der sog. Lipoiden in Betracht zu kommen. Vor allen Dingen enthalten die Versuche von Stepp keinen Beweis dafür, daß die schädigende Wirkung des langen Kochens der Nahrungsmittel resp. des Alkohol-Ätherextraktes auf einer Zerstörung von Lipoiden beruht. Es kann ebenso gut sein, und das ist das Wahrscheinlichere, daß Bausteine geschädigt werden. Die Resultate der Versuche Stepps wären dann nicht darauf zurückzuführen, daß den Mäusen die Fähigkeit zur Synthese von Phosphatiden und sog. Lipoiden überhaupt abgeht, es liegt vielmehr die Möglichkeit sehr nahe, daß irgend ein Baustein, der durch das lang andauernde Kochen zerstört wird, nicht durch Synthese ersetzt werden kann. Es sei z. B. an das Cholin erinnert, das wohl langdauerndes Kochen mit allen möglichen anderen Substanzen zusammen nicht vertragen wird. Die Versuche Stepps enthalten keinen Befund, der dagegen spricht, daß auch die Maus weitgehender Synthesefähig ist und vor allem alle ihre Zellbestandteile aus einfachsten Bausteinen aufbauen kann. Es ist dagegen wohl denkbar, daß verschiedene Tierarten sich in der Fähigkeit unterscheiden, bestimmte Bausteine aus noch einfacheren Bruchstücken aufzubauen. So ist es möglich, daß die tierische Zelle die stickstoffhaltigen Basen der Phosphatide durch Methylierung aus Aminosäuren bereiten kann. Den Körperzellen mancher Tierarten ist diese Synthese vielleicht versagt. Man

¹⁾ Wilhelm Stepp, Weitere Untersuchungen über die Unentbehrlichkeit der Lipoiden für das Leben. Über die Hitzezerstörbarkeit lebenswichtiger Lipoiden der Nahrung. Z. f. Biologie, Bd. 59, S. 366, 1912. Vgl. auch Biochemische Zeitschr., Bd. 22, S. 452, 1909 und Z. f. Biologie, Bd. 57, S. 136, 1911.

nimmt auch aus mancherlei Beobachtungen heraus an, daß die tierische Zelle Purinbasen aufbauen kann. Es gilt diese Annahme sicher auch lange nicht für alle Tierarten, ja die Studien über den Purinstoffwechsel machen es zum Beispiel unwahrscheinlich, daß die Säugetiere und der Mensch diese Synthese ausführen. Bei den Reptilien und Vögeln scheinen solche Synthesen möglich, wie noch unveröffentlichte Versuche ergeben haben. Ganz lückenhaft sind unsere Kenntnisse der physiologischen Bedeutung und der Herkunft der Pyrimidinbasen unserer Zellen. Es ist unbekannt, ob diese synthetisiert werden können, oder ob sie, wie wohl ein großer Teil der Aminosäuren zu jenen Verbindungen gehören, die als Bausteine unentbehrlich sind. Die Resultate Stepps erinnern an analoge Befunde von Casimir Funk¹⁾ und M. Suzuki, T. Shimamura und S. Odake.²⁾ Diese Forscher fanden, daß die Nahrungsmittel alkohollösliche Stoffe enthalten, die lebenswichtig sein sollen. Wir werden auf diese Versuche demnächst zurückkommen.

Was die Durchführung des Stoffwechselversuches am Hunde Dobermann anbetrifft, so ist folgendes zu bemerken. Das Versuchstier erhielt regelmäßig jeden Tag zur selben Zeit eine bestimmte Menge von vollständig abgebautem Fleisch in fester Form. Im ganzen wurden jeden Tag 4 g Stickstoff in dieser Form zugeführt. Daneben stand dem Tiere noch eine Lösung von abgebautem Fleisch zur Verfügung. Es nahm durchschnittlich noch 1 g Stickstoff in dieser Form auf. Täglich fraß es im Durchschnitt 50 g Fett und 100 g Rohrzucker. Ferner nahm es 500 ccm Wasser auf. Da schließlich der Vorrat an vollständig abgebautem Fleisch zur Neige ging, verfütterten wir als Beilage vollständig hydrolysierte Bohnen. Der Abbau der Bohnen

¹⁾ Casimir Funk, On the chemical nature of the substance which cures polyneuritis in birds induced by a diet of polished rice. The Journal of Physiol., Vol. 43, 1911/12. — Vgl. ferner Journal of physiol., Vol. 45, p. 75, 1912.

²⁾ N. Suzuki, T. Shimamura und S. Odake, Über Oryzanin, ein Bestandteil der Reiskleie und seine physiologische Bedeutung. Biochem. Zeitschr., Bd. 43, S. 89, 1902.

war nach Entfernung der Schale und Verwandlung in feinstes Pulver wie üblich mittels kombinierter Magen-, Pankreas- und Darmsaftsubstanz erfolgt. Auch hier wurde das Verdauungsgemisch genau analysiert. Es ist sehr beachtenswert, daß die Zufuhr des abgebauten Pflanzeneiweißes nebst den übrigen Bestandteilen der Samen sehr günstig auf die Zunahme des Körpergewichtes einwirkte. Es läßt sich aus dem vorliegenden Versuch nicht erschließen, welcher oder welche Bestandteile nach dieser Richtung besonders wirksam waren.

Das Versuchstier befand sich in einem Stoffwechselkäfig unter strengster Beaufsichtigung. Die Fütterung nahm ich stets selbst vor. Täglich wurde der Käfig gründlich gereinigt. Da schon viele derartige Versuche im hiesigen Institute ausgeführt worden sind, wurde darauf verzichtet, die Stickstoffbilanz festzustellen. Es kam uns bei diesem Versuche nur darauf an, zu prüfen, ob der Hund über eine sehr lange Zeit hinaus mit einem vollwertigen Aminosäuregemisch ernährt werden kann. Die folgende Tabelle gibt die Körpergewichte wieder.

Ein weiterer Versuch wurde ausgeführt, um die Frage zu entscheiden, welche Aminosäuren ersetzbar sind, d. h. welche Aminosäuren der Organismus des Hundes selbst bilden kann. Wir wählten zur Entscheidung dieser Frage zunächst einen lang ausgedehnten Versuch, bei dem nur das Körpergewicht des Versuchstieres, nicht aber die Stoffwechselbilanz verfolgt wurde. Auf diese Art ließ sich sehr gut feststellen, welche Bausteine unentbehrlich zu sein scheinen. Selbstverständlich muß nun noch ein exakter Stoffwechselversuch folgen. Diese Versuche sind namentlich deshalb ausgeführt worden, weil wir versuchen wollen, die scheinbar unentbehrlichen Aminosäuren durch einfachere Ausgangsmaterialien und zwar zunächst durch die betreffenden Ketosäuren zu ersetzen. Bevor aber derartige Versuche, die sicher mit hohen Kosten verbunden sind, in Angriff genommen werden können, müssen jene Bausteine genau bekannt sein, deren Fehlen sich rasch geltend macht.

Das Versuchstier David befand sich gleichzeitig mit dem vorher erwähnten Dobermann im Versuch. Auch hier wurde

| Ver- suchs- tag | Datum 1912 | Körper- gewicht in g | Nahrung | Bemerkungen | Ver- suchs- tag | Datum 1910 | Körper- gewicht in g | Nahrung | Bemerkungen |
|-----------------------|---------------|----------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|----------------------------|---|-------------|
| 1. | 4. IX. | 19 900 | | | 24. | 27. IX. | 13 750 | | |
| 2. | 5. | 19 500 | | Haare geschnitten. | 25. | 28. | 13 600 | | |
| 3. | 6. | 19 300 | | | 26. | 29. | 13 800 | Ca. 6 g N in Form von vollständig bis zu | |
| 4. | 7. | 18 900 | | | 27. | 30. | 14 250 | Aminosäuren abgebautem | |
| 5. | 8. | 18 800 | | | 28. | 1. X. | 14 150 | Fleischiweiß nebst den | |
| 6. | 9. | 18 650 | | | 29. | 2. | 14 200 | im Fleisch enthaltenen | |
| 7. | 10. | 17 920 | | | 30. | 3. | 13 900 | anorganischen Stoffen und | |
| 8. | 11. | 17 770 | | | 31. | 4. | 13 900 | den Spaltprodukten aus | |
| 9. | 12. | 17 600 | | | 32. | 5. | 14 050 | Kohlenhydraten, Fetten. | |
| 10. | 13. | 17 500 | Hungerperiode | | 33. | 6. | 14 390 | Phosphatiden und | Stuhl stets |
| 11. | 14. | 16 800 | (täglich ca. 300 ccm | | 34. | 7. | 15 000 | Nucleinsäuren. | breiig. |
| 12. | 15. | 16 700 | Wasser | | 35. | 8. | 15 500 | 120 g Rohrzucker. | |
| 13. | 16. | 16 250 | aufgenommen). | | 36. | 9. | 16 000 | Die 150 g Fett | |
| 14. | 17. | 16 000 | | | 37. | 10. | 16 600 | entsprechende Menge | |
| 15. | 18. | 15 900 | | | 38. | 11. | 17 000 | Glycerin-, Palmitin-, | |
| 16. | 19. | 15 400 | | | 39. | 12. | 17 400 | Stearin- und Ölsäure. | |
| 17. | 20. | 15 170 | | | 40. | 13. | 17 700 | 20 g Knochenasche. | |
| 18. | 21. | 14 900 | | | 41. | 14. | 17 800 | 750 ccm Wasser. | |
| 19. | 22. | 14 750 | | | 42. | 15. | 18 050 | | |
| 20. | 23. | 14 500 | | | 43. | 16. | 18 350 | | |
| 21. | 24. | 14 050 | | | 44. | 17. | 18 600 | | |
| 22. | 25. | 13 650 | | | 45. | 18. | 19 000 | | |
| 23. | 26. | 13 200 | | Haare geschnitten. | 46. | 19. | 19 000 | | |

| Ver- suchs- tag | Datum 1912 | Körper- gewicht in g | Nahrung | Ver- suchs- tag | Datum 1912 | Körper- gewicht in g | Nahrung | Ver- suchs- tag | Datum 1912/13 | Körper- gewicht in g | Nahrung |
|-----------------------|---------------|----------------------------|---------|-----------------------|---------------|----------------------------|---------------|-----------------------|------------------|----------------------------|---------|
| 47. | 20. X. | 19 400 | | 73. | 15. XI. | 19 600 | | 99. | 11. XII. | 20 600 | |
| 48. | 21. | 19 500 | | 74. | 16. | 19 500 | | 100. | 12. | 21 200 | |
| 49. | 22. | 19 400 | | 75. | 17. | 19 500 | Dasselbe, | 101. | 13. | 21 300 | |
| 50. | 23. | 19 000 | | 76. | 18. | 19 600 | nur statt des | 102. | 14. | 21 400 | |
| 51. | 24. | 19 250 | | 77. | 19. | 19 200 | Glycerin- | 103. | 15. | 21 500 | |
| 52. | 25. | 19 200 | | 78. | 20. | 20 100 | Fettsäure- | 104. | 16. | 20 800 | |
| 53. | 26. | 19 000 | | 79. | 21. | 21 100 | gemisches | 105. | 17. | 21 700 | |
| 54. | 27. | 19 000 | | 80. | 22. | 21 500 | Speck. | 106. | 18. | 21 500 | |
| 55. | 28. | 19 250 | | 81. | 23. | 21 100 | | 107. | 19. | 21 600 | |
| 56. | 29. | 19 300 | | 82. | 24. | 21 400 | | 108. | 20. | 21 700 | |
| 57. | 30. | 19 250 | | 83. | 25. | 21 500 | | 109. | 21. | 22 400 | |
| 58. | 31. | 19 600 | | 84. | 26. | 20 600 | | 110. | 22. | 22 600 | |
| 59. | 1. XI. | 19 800 | | 85. | 27. | 20 500 | | 111. | 23. | 22 700 | |
| 60. | 2. | 19 800 | | 86. | 28. | 20 900 | | 112. | 24. | 23 000 | |
| 61. | 3. | 19 700 | | 87. | 29. | 20 900 | | 113. | 25. | 22 800 | |
| 62. | 4. | 19 700 | | 88. | 30. | 21 000 | | 114. | 26. | 22 400 | |
| 63. | 5. | 19 500 | | 89. | 1. XII. | 20 500 | | 115. | 27. | 22 300 | |
| 64. | 6. | 19 300 | | 90. | 2. | 20 000 | | 116. | 28. | 22 400 | |
| 65. | 7. | 19 550 | | 91. | 3. | 20 300 | | 117. | 29. | 22 600 | |
| 66. | 8. | 19 500 | | 92. | 4. | 20 800 | | 118. | 20. | 22 900 | |
| 67. | 9. | 19 500 | | 93. | 5. | 21 000 | | 119. | 31. | 23 200 | |
| 68. | 10. | 19 400 | | 94. | 6. | 20 500 | | 120. | 1. I | 22 900 | |
| 69. | 11. | 19 300 | | 95. | 7. | 20 700 | | 121. | 2. | 22 800 | |
| 70. | 12. | 19 500 | | 96. | 8. | — | | 122. | 3. | 23 200 | |
| 71. | 13. | 19 500 | | 97. | 9. | 20 100 | | 123. | 4. | 23 100 | |
| 72. | 14. | 19 600 | | 98. | 10. | 20 300 | | | | | |

3 g N in Form
von vollständig
abgebautem
Fleisch und 2 g N
in Form von
vollständig bis zu
den einfachsten
Bausteinen
zerlegten Bohnen.
Im übrigen, wie
oben.

stets eine bestimmte Menge von Stickstoff in fester Form verfüttert und dann noch ein Teil in flüssiger Form aufgenommen. Die in der Tabelle angegebenen Werte bedeuten Durchschnittswerte. Es kam vor, daß das Versuchstier an einem Tage gierig stickstoffhaltige Nahrung verschlang, um dann wieder an anderen Tagen nur den in fester Form zugeführten Stickstoff aufzunehmen. Auch die Aufnahme der stickstofffreien Nahrungsstoffe war keine so regelmäßige, wie das beim Dobermann der Fall war. Der Hund David war beim Beginn des Versuches geschoren worden (80 g Haare mit 11,10 g N). Es ließ sich bis zum 110. Tage kein Wachstum der Haare feststellen. Am Schlusse des Versuches war nach erfolgter Verabreichung von vollständig abgebautem Fleisch ein deutliches Wachstum der Haare zu erkennen.

Zunächst hungerte das Versuchstier 21 Tage. Es verlor in dieser Zeit 4000 g an Körpergewicht. Nun erhielt es vollständig abgebautes Casein, dem Tryptophan entzogen worden war. Das Präparat war nicht absolut frei von Tryptophan. Sein Gehalt an dieser Aminosäure kann jedoch nicht mehr als 0,1% betragen haben. Es gelang nicht, mit diesem Präparate den Gewichtsverlust des Tieres aufzuhalten. David verlor in 10 Tagen 1400 g. Da David sehr geschwächt aussah und meist apathisch im Käfig lag, gaben wir ihm, um ihn rasch wieder herzustellen, vollständig abgebautes Fleisch. In 16 Tagen erfolgte eine Zunahme des Körpergewichts von 2000 g. Das Versuchstier war wieder vollständig munter. Sein Appetit war immer sehr rege. Es folgte nunmehr eine Periode mit vollständig abgebautem Casein, dem das Tryptophan entzogen worden, dann aber wieder zugesetzt worden war. Das Körpergewicht schwankte um das Anfangsgewicht der Periode. Ein Gewichtsverlust trat nicht ein. Diese Periode hatte 13 Tage gedauert. Der Einfluß des Tryptophans ist ganz eklatant! Ohne Tryptophan hatte das Versuchstier in einer kürzeren Periode über 1 kg an Körpergewicht verloren!

Am 61. Versuchstage verfütterten wir ein Präparat, bei dem das Tyrosin bis auf Spuren vollständig entfernt war.

Die Abscheidung dieser Aminosäure erfolgte durch Einengen einer Lösung von vollständig abgebautem Casein. Mit diesem Präparat gelang es nicht, das Körpergewicht zu halten. In 9 Tagen erfolgte eine Gewichtsabnahme von 750 g. An den vier folgenden Tagen fraß David nur sehr mangelhaft, infolgedessen können die Resultate dieser Tage nicht berücksichtigt werden. Dem vollständig abgebauten Casein-Tyrosin wurde nunmehr Tyrosin zugesetzt und zwar auf 100 g des stark eingedampften Aminosäuregemisches 5 g davon. Dieses Präparat wurde während 10 Tagen verfüttert. Das Körpergewicht stieg um 1120 g. Es scheint somit auch das Tyrosin nicht ersetzbar zu sein. Wir werden versuchen, durch Zugabe von Phenylalanin zu einem Aminosäurengemisch, dem Tyrosin fehlt, zu entscheiden, ob diese Aminosäure die Oxysäure vertreten resp. in diese übergehen kann, Vorläufig müssen wir annehmen, daß Tyrosin ein sehr wichtiger Baustein ist, bei dessen Fehlen ein sonst ausreichendes Aminosäurengemisch nicht mehr für Eiweiß eintreten kann.

Nun gingen wir zur Verfütterung von vollständig abgebautem Fleisch über, dem das Tryptophan zum größten Teil entzogen war. Es war leider nicht geglückt, alles Tryptophan auszufällen. Dieses Präparat wurde 11 Tage lang verfüttert. Das Körpergewicht blieb ziemlich unverändert. Bemerkenswert war, daß das Versuchstier am Schlusse dieser Periode sich trotz des unerheblichen Gewichtsverlustes sehr elend befand. Es schlief fortwährend und scheute jede Bewegung. Wir erwarteten bestimmt, daß es eingehen würde. Beim Übergang zu vollständig abgebautem Casein erholte David sich bald wieder. Sein Körpergewicht änderte sich wenig. Diese Periode umfaßte 16 Tage. Nun folgte noch eine 13tägige Periode mit vollständig abgebautem Fleische. Der Versuchshund nahm in dieser Zeit 3200 g an Körpergewicht zu. Am Schlusse des Versuches war David wieder ganz munter. Der Versuch ist einzig und allein deshalb abgebrochen worden, weil die Präparate aufgebraucht waren.

Die mitgeteilten Versuche beweisen eindeutig, das es gelingt, Hunde 100 Tage und sicher noch viel länger

| Ver- suchs- tag | Datum 1912 | Körper- gewicht in g | Nahrung | Bemerkungen | Ver- suchs- tag | Datum 1912 | Körper- gewicht in g | Nahrung | Bemerkungen |
|-----------------------|---------------|----------------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|---------------|----------------------------|---|----------------|
| 1. | 4. IX. | 13 800 | | | 22. | 25. IX. | 10 100 | | |
| 2. | 5. | 13 200 | | Haare geschnitten. | 23. | 26. | 10 000 | 5 g N täglich in Form von vollständig abgebautem Casein | |
| 3. | 6. | 13 000 | | | 24. | 27. | 9 450 | minus Tryptophan. | Die |
| 4. | 7. | 12 800 | | | 25. | 28. | 9 250 | 100 g Rohrzucker. | Futteraufnahme |
| 5. | 8. | 12 550 | | | 26. | 29. | 9 000 | 50 g Fett, | erfolgt ohne |
| 6. | 9. | 12 420 | | | 27. | 30. | 9 200 | 20 g Knochenasche. | Widerstand. |
| 7. | 10. | 12 320 | | | 28. | 1. X. | 9 000 | 10 g alkoholisches | |
| 8. | 11. | 11 970 | | | 29. | 2. | 9 000 | Extrakt aus Fleisch, | |
| 9. | 12. | 11 800 | Hungerperiode. | | 30. | 3. | 8 700 | 5 g Hefenucleinsäure. | |
| 10. | 13. | 11 690 | | | 31. | 4. | 8 700 | 350 ccm Wasser. | |
| 11. | 14. | 11 500 | Täglich | | 32. | 5. | 9 050 | | |
| 12. | 15. | 11 300 | | | 33. | 6. | 9 200 | | |
| 13. | 16. | 11 050 | 350 ccm Wasser. | | 34. | 7. | 9 500 | | |
| 14. | 17. | 10 870 | | | 35. | 8. | 9 800 | | |
| 15. | 18. | 10 770 | | | 36. | 9. | 10 600 | | |
| 16. | 19. | 10 600 | | | 37. | 10. | 10 600 | | |
| 17. | 20. | 10 370 | | | 38. | 11. | 10 500 | 5 g N in Form | |
| 18. | 21. | 10 300 | | | 39. | 12. | 10 250 | von tief abgebautem | |
| 19. | 22. | 10 100 | | | 40. | 13. | 10 400 | Fleisch, | |
| 20. | 23. | 10 000 | | | 41. | 14. | 10 500 | sonst, wie oben. | |
| 21. | 24. | 9 800 | | Haare geschnitten. | 42. | 15. | 10 450 | | |

| Ver- suchs- tag | Datum 1912 | Körper- gewicht in g | Nahrung | Bemerkungen | Ver- suchs- tag | Datum 1912 | Körper- gewicht in g | Nahrung | Bemerkungen |
|-----------------------|---------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------|-----------------------|---------------|----------------------------|--------------------------------------|--|
| 43. | 16. X. | 10 500 | | | 64. | 6. XI. | 10 300 | | |
| 44. | 17. | 10 400 | | | 65. | 7. | 10 300 | 5 g N in Form von tief abgebautem | |
| 45. | 18. | 10 600 | | | 66. | 8. | 10 200 | Casein-Tyrosin, | |
| 46. | 19. | 10 700 | | | 67. | 9. | 10 000 | sonst, wie oben. | |
| 47. | 20. | 10 700 | | | 68. | 10. | 10 100 | | |
| 48. | 21. | 10 600 | | | 69. | 11. | 10 050 | | |
| 49. | 22. | 10 600 | | | 70. | 12. | 9 850 | | Das Versuchstier nahm nur wenig Nahrung auf. |
| 50. | 23. | 10 600 | | | 71. | 13. | 9 450 | | |
| 51. | 24. | 10 500 | | | 72. | 14. | 9 080 | | |
| 52. | 25. | 10 500 | | | 73. | 15. | 9 080 | | |
| 53. | 26. | 10 550 | | | 74. | 16. | 10 100 | | |
| 54. | 27. | 10 400 | 5 g N in Form von tief abgebautem | | 75. | 17. | 10 000 | 5 g N in Form von tief abgebautem | |
| 55. | 28. | 10 550 | Casein, | | 76. | 18. | 10 000 | Casein, dem | |
| 56. | 29. | 10 500 | sonst, wie oben. | | 77. | 19. | 10 100 | Tyrosin entzogen | |
| 57. | 30. | 10 550 | | | 78. | 20. | 10 100 | und wieder | |
| 58. | 31. | 10 500 | | | 79. | 21. | 10 000 | zugesezt worden | |
| 59. | 1. XI. | 10 750 | | | 80. | 22. | 10 300 | war. | |
| 60. | 2. | 10 800 | | | 81. | 23. | 10 350 | Sonst, wie oben. | |
| 61. | 3. | 10 600 | | | 82. | 24. | 10 450 | | |
| 62. | 4. | 10 500 | | | 83. | 25. | 10 200 | | |
| 63. | 5. | 10 400 | | | | | | | |

| Ver- suchs- tag | Datum 1912 | Körper- gewicht in g | Nahrung | Bemerkungen | Ver- suchs- tag | Datum 1912/13 | Körper- gewicht in g | Nahrung | Bemerkungen |
|-----------------------|---------------|----------------------------|--|---|-----------------------|--|----------------------------|--|---|
| 84. | 26. XI. | 10 200 | 5 g N in Form von vollständig abgebaurem Fleisch, dem das Tryptophan enzogen war. 100 g Rohrzucker, 50 „ Fett, 350 „ Wasser. | Das Versuchstier liegt apathisch im Käfig und ist schwer zur Nahrungsauf- nahme zu bringen. | 104. | 16. XII. | 9 600 | Sonst, wie in den Perioden vor der vorhergehenden. | Das Versuchstier bewegt sich fast gar nicht. Es schläft mit geringen Unterbrechungen. |
| 85. | 27. | 10 200 | | | 105. | 17. | 10 250 | | |
| 86. | 28. | 10 350 | | | 106. | 18. | 10 450 | | |
| 87. | 29. | 10 300 | | | 107. | 19. | 10 300 | | |
| 88. | 30. | 10 200 | | | 108. | 20. | 10 400 | | |
| 89. | 1. XII. | 10 300 | | | 109. | 21. | 10 400 | | |
| 90. | 2. | 10 000 | | | 110. | 22. | 10 500 | | |
| 91. | 3. | 10 050 | | | 111. | 23. | 10 400 | | |
| 92. | 4. | 10 300 | | | 112. | 24. | 10 600 | | |
| 93. | 5. | 9 900 | | | 113. | 25. | 10 700 | | |
| 94. | 6. | 9 900 | 114. | 26. | 11 100 | 5 g N in Form von vollständig abgebaurem Fleisch, sonst, wie in der Periode vom 26. XI.—6. XII. | | | |
| 95. | 7. | 10 100 | 115. | 27. | 11 100 | | | | |
| 96. | 8. | 10 100 | 116. | 28. | 11 300 | | | | |
| 97. | 9. | 10 000 | 117. | 29. | 11 800 | | | | |
| 98. | 10. | 9 950 | 118. | 30. | 11 900 | | | | |
| 99. | 11. | 10 000 | 119. | 31. | 12 000 | | | | |
| 100. | 12. | 10 100 | 120. | 1. I. | 12 250 | | | | |
| 101. | 13. | 10 050 | 121. | 2. | 12 500 | | | | |
| 102. | 14. | 10 000 | 122. | 3. | 12 900 | | | | |
| 103. | 15. | 9 000 | 123. | 4. | 13 600 | | | | |

mit vollständig abgebautem Fleisch unter gleichzeitiger Verabreichung von Kohlenhydraten und Fetten zu ernähren. Der Dobermann hat fast 10 Kilogramm an Körpergewicht zugenommen und während der Verfütterung der genannten Nahrung seinen Pelz neu gebildet. Ferner zeigen die Versuche am Hunde David, daß Tryptophan und Tyrosin nicht fehlen dürfen. Die Beobachtung, daß das Fehlen des Tryptophans auffallend rasch schwere Symptome — Schlafsucht, leichte Ermüdbarkeit usw. — im Gefolge hat, macht es wahrscheinlich, daß — wie wohl auch Hopkins schon angenommen hat — das Tryptophan ein Ausgangsmaterial zur Bildung von Produkten der innern Sekrete darstellt, doch fehlen vorläufig noch die direkten Beweise für eine solche Annahme.

Die Kosten der Darstellung der verfütterten Präparate sind aus Mitteln, die die Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften in Berlin zur Verfügung stellte, bestritten worden. Es ist mir eine angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle diese Unterstützung der Versuche zu verdanken.
