

XXII.

**Der Einfluss des Asparagin auf den Eiweiss-
umsatz und die Bedeutung desselben
als Nährstoff.**

Von Dr. Immanuel Munk,
Privatdocenten an der Universität in Berlin.

Neben den Eiweisskörpern finden sich in manchen Nahrungsmitteln und in fast allen Futtermitteln Amide (Säureamide) und Amidosäuren in wechselnden Mengenverhältnissen. Insbesondere hat in jeder Keimpflanze, in jedem vegetirenden Pflanzenorgan das Auftreten von Amiden constatirt werden können; und in dem Maasse als die Amide an Menge zunehmen, sah man den Gehalt der Keimpflanzen an Eiweissstoffen schwinden¹⁾. Demnach stellt das Eiweiss die Muttersubstanz dieser amidartigen Körper vor, deren Entstehen einer tiefgreifenden Spaltung der Albumine zu verdanken ist. Nach Kellner²⁾ ist in oberirdischen vegetirenden Pflanzen mindestens $\frac{1}{3}$, zumeist ein noch grösserer Bruchtheil des Gesamtstickstoffs in Amidform vorhanden.

Von diesen Amidsubstanzen scheinen in höheren Pflanzen Asparagin [Amidobernsteinsäureamid $C_2H_3(NH_2).COOH.CO NH_2$] und Glutaminsäure [Amidopyroweinsäure $C_3H_5(NH_2).(COOH)_2$] am häufigsten und reichlichsten aufzutreten. Im Thierkörper finden wir kaum Amide, dafür aber Amidosäuren: Leucin

¹⁾ Bezüglich dieser durch die Forschungen von Pfeffer, E. Schulze u. A. festgestellten, höchst interessanten Erfahrungen sei auf die Zusammenstellung in Pfeffer's Pflanzenphysiologie (Leipzig 1881), I, S. 291 ff. verwiesen. Sehr bemerkenswerth für die Entstehung der Amide aus dem Eiweiss ist der Nachweis, dass, während der Stickstoff der zer- spaltenen Proteinstoffe zur Bildung der Amide verwendet wird, aus dem Schwefel des Eiweiss Schwefelsäure hervorgeht, daher in Keimpflanzen der Schwefelsäuregehalt um so mehr zunimmt, je grösser die Menge der gebildeten Amide wird.

²⁾ Landwirthsch. Jahrbüch. VIII. S. 245. 1879.

[Amidocapronsäure $C_5H_{10}(NH_2).COOH$], Tyrosin [Parahydroxy-phenylalanin $C_6H_4.HO.CH_2.CH(NH_2).COOH$], Glycocol [Amido-essigsäure $CH_2(NH_2).COOH$]¹⁾, ferner Asparaginsäure [Amido-bernsteinsäure $C_3H_3(NH_2).(COOH)_2$] und Glutaminsäure. Alle diese im Thierkörper vorkommenden Amidosäuren sind, insofern sie nicht den Nahrungsmitteln entstammen, als Zwischenprodukte der Zersetzung der Eiweissstoffe anzusehen, lassen sich doch auch aus den Eiweissstoffen durch die verschiedensten Agentien und Fermente die einen oder anderen dieser Amidosäuren abspalten. So entsteht Leucin, Tyrosin, Asparaginsäure und Glutaminsäure bei der Zersetzung des Eiweiss durch kochende verdünnte Schwefelsäure, wie bei der Einwirkung des im Pancreas vorfindlichen eiweisspaltenden Fermentes, des Trypsin²⁾, auf Eiweissstoffe, wie endlich bei der Eiweissfäulniss; Glycocol bildet sich beim Kochen eines Albuminoides, des Leims mit Schwefelsäure. Ob auch Leucin und Tyrosin, das in manchen Pflanzen nachgewiesen ist, im Pflanzenreiche allgemein vorkommen, steht noch dahin.

Am reichlichsten und in weitester Verbreitung findet sich im Pflanzenreiche von allen Amiden das Asparagin, in beträchtlicher Menge in den Leguminosen: Erbse, Linse, Bohne, Wicke, Sichelklee, Lupine; unter den Cerealien im Hafer, noch viel reichlicher in den Kartoffeln und Rüben³⁾). In den Keimpflanzen der Lupine kann Asparagin bis zu 30 pCt. der Trockensubstanz ausmachen, in den Kartoffelknollen bis zu 40 pCt. des Gesamtstickstoffs. Unter diesen Umständen ist das Verhalten der

¹⁾ Glycocol findet sich allerdings nicht in freiem Zustande, sondern an Cholalsäure und Benzoësäure zu Glycocholsäure bez. Hippursäure gebunden.

²⁾ Radziejewski und E. Salkowski (Ber. d. deutsch. chem. Ges. VII. S. 1050. 1874) erhielten bei der Digestion von Fibrin, v. Knieriem (Zeitschr. f. Biologie. XI. S. 197. 1875) bei der Digestion von Legumin (Weizenkleber) mit Pancreas Asparaginsäure, letzterer auch Glutaminsäure.

³⁾ Ausserdem ist Asparagin nachgewiesen in den Knollen der Georgine (Dahlia), in den Maiblumen, in der Himbeere, Hundsnase, in den Wurzeln der Scorzonera (Schwarzwurzel), Robinia (Akazie) u. v. a. Vergl. Ebermeyer, Physiologische Chemie der Pflanzen. Berlin 1882, I. S. 672. (Vergl. auch Th. Weyl, Biologisches Centralbl. II. S. 277 ff.)

Amidsubstanzen im Thierkörper und ihre Bedeutung für die thierische Ernährung von erheblichem Interesse.

Für zwei der Amidosäuren, das Glycocoll und Leucin, haben Schultzen und Nencki¹⁾ in einer grundlegenden Untersuchung dargethan, dass jene Körper, Hunden einverleibt, in Form von Harnstoff durch den Harn austreten und haben die Ansicht ausgesprochen, dass diese Amidosäuren beim Eiweisszerfall im Thierkörper als Zwischenproducte in reichlichem Umfange entstehen, sodass sie als die sog. Vorstufen des Harnstoffs anzusehen wären. v. Knieriem²⁾ hat dann gezeigt, dass auch die Asparaginsäure und das Amid derselben, das Asparagin zu den Harnstoffbildnern gehören. Endlich hat E. Salkowski³⁾ mit wesentlich verbesserten Methoden für das Glycocoll die Harnstoffbildung bestätigt und weiter dargethan, dass auch das Sarcosin [Methylamidoessigsäure $\text{CH}_2(\text{NH} \cdot \text{CH}_3) \cdot \text{COOH}$] und das Alanin [Amidopropionsäure $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}(\text{NH}_2) \cdot \text{COOH}$] im Thierkörper in Harnstoff übergehen.

War somit das Verhalten der wichtigsten Amidosäuren im Thierkörper festgestellt, so bedurfte es noch zur Ermittelung ihrer stofflichen Bedeutung des Thierexperimentes. H. Weiske⁴⁾ hat im Verein mit seinen Schülern diese verdienstliche Aufgabe in Angriff genommen. Nach einem Vorversuch an Kaninchen schien es, als könne das Asparagin den Hungertod hinausschieben und, zugleich mit Leim verfüttert, das Leben überhaupt erhalten. Weiter führten zwei Fütterungsreihen an zwei Hammeln zu dem Ergebniss, „dass das Asparagin für die thierische Ernährung eine bestimmte Bedeutung hat und ebenso, wie z. B. der Leim, ein Nahrungsstoff ist, der eiweissersparend zu wirken und dadurch bei eiweissarmer Fütterung Eiweissansatz herbeizuführen vermag“. Wenn gegen diese Versuchsreihen ein Einwand sich bot, so war es der, dass die Aufstellung der Bilanz ein sehr wechselndes Verhältniss des Stickstoffansatzes zum

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie. VIII. S. 124. 1872.

²⁾ Ebendaselbst. X. S. 288 ff. 1874.

³⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. IV. S. 80. 1880.

⁴⁾ H. Weiske, M. Schrödt und St. v. Dangel, Ueber die Bedeutung des Asparagin für die thierische Ernährung. Zeitschr. f. Biologie. XV. S. 261. 1879.

Schwefelansatz ergab, während doch für den Fall, dass durch das verfütterte Asparagin Eiweissansatz bewirkt würde, sich der N- und S-Ansatz in annähernd dem nehmlichen Verhältnisse bewegen müsste. Sehen wir von dem geradezu unverständlichen Ergebniss der Periode III beim zweiten Hammel ab, wo einem N-Ansatz von 0,68 g pro Tag ein S-Verlust von 0,027 g gegenübersteht, so bewegt sich doch das Verhältniss von N-Ansatz : S-Ansatz zwischen den Grenzen 1 : 0,033 und 1 : 0,154, schwankt also beinahe um das Fünffache. Weiske selbst ist diese ungenügende Uebereinstimmung zwischen N- und S-Ansatz nicht entgangen, und er hat deshalb auf's Neue Fütterungsversuche unternommen, über welche er jüngst berichtet hat¹⁾). In diesen konnte zunächst das frühere, an den Hammeln gewonnene Resultat bestätigt und das Verhältniss von N-Ansatz zu S-Ansatz in genügenden Einklang gebracht werden. Nur in einem Versuche hatte die Asparaginbeigabe „diesmal ausnahmsweise“ eine Steigerung des N-Gehaltes im Harn, also eine Vermehrung des Stickstoffumsatzes, nicht aber zugleich eine Zunahme des N-Ansatzes herbeigeführt; aus der Schwefelausscheidung durch Harn und Koth ergab sich der Schluss, dass Asparagin eine Vermehrung des Eiweisszerfalles nicht bewirkt. Die eiweissersparende Wirkung des Asparagin, namentlich bei eiweissärmer Kost, glaubt Weiske auf Grund eines Fütterungsversuches an zwei Gänzen auch für die Vögel erschliessen zu können. Da kein Stoff von solchem Einfluss auf den Milchertrag und den Trockengehalt der Milch ist, wie die Eiweissstoffe im Futter, so prüfte Weiske an milchenden Thieren, einem Schaf und einer Ziege, ob ohne Nachtheil für die Milchproduction ein Theil des Eiweiss im Futter durch Asparagin ersetzt werden könne. Das Resultat fasst Weiske dahin zusammen, „dass etwa die Hälfte des verdaulichen Eiweiss im Futter durch eine dem Stickstoffgehalt nach gleiche Menge von Asparagin ersetzt werden könne, ohne dass sich bezüglich des Körpergewichts und der Milchproduction bei dem Thiere eine wesentliche Veränderung bemerkbar machte“.

¹⁾ Weiske, Kennepohl und B. Schulze, Ueber die Bedeutung des Asparagin für die thierische Ernährung. II. Abhandlung. Zeitschr. f. Biologie. XVII. S. 415. 1882.

Endlich liegt noch eine vorläufige, nicht von Versuchsprotocollen begleitete Mittheilung von N. Zuntz¹⁾ über die Ergebnisse der unter seiner Leitung von Bahlmann an Kaninchen angestellten Versuche vor. Junge Kaninchen wurden mit einer N-freien Nahrung, bestehend aus 13 g Stärke, 2 g Rohrzucker, 2 g Olivenöl, 0,33 g Asche (aus Weizen und Heu) gefüttert und diesem Futter 1,5 g Asparagin — vermutlich pro Tag, es findet sich darüber keine Angabe — hinzugefügt. Es fand sich nun bei den Asparaginthieren nicht der ganze Stickstoff des Asparagin im Harn und Koth wieder, das Asparagin hat also nach Zuntz eine Ersparniss des — bei der sonst N-freien Nahrung — zersetzen Körpereiweiss bewirkt und zwar gegenüber den Controlthieren (welche kein Asparagin erhielten) eine Ersparniss von 22 pCt.

Durch diese an Herbivoren und Vögeln angestellten Versuche schien es, als käme dem Asparagin eine eiweissersparende Wirkung zu, sodass bei einem Futter, das sonst nur für die Erhaltung des Eiweissstandes am Körper genügt, Beigabe von Asparagin Eiweissansatz herbeizuführen vermag. Indess ist es theoretisch gar nicht oder höchstens sehr schwer verständlich, wie die Asparaginsäure oder das Amid derselben, das Asparagin, einer solchen Wirkung fähig sein soll, vollends ist es nicht verständlich, wie diese Wirkung nach Weiske's Auffassung der des Leims an die Seite gestellt werden kann. Wenn der complicirt gebaute und seiner chemischen Zusammensetzung nach jedenfalls dem Eiweiss sehr nahestehende Leim, in grösseren Mengen eingeführt, den Eiweisszerfall dem Umfange nach dadurch beschränkt, dass er anstatt das Eiweiss in einfachere Producte, N-haltige (der Hauptsache nach in Form des Harnstoffs) und N-lose, zerfällt, so ist das, wie C. v. Voit²⁾ mit Recht hervorhebt, ein ganz anderer Vorgang, als wenn das einfach constituirte

¹⁾ Zuntz und Bahlmann, Ueber die Bedeutung der Amidsubstanzen für die thierische Ernährung. Verhandl. d. physiol. Gesellsch. z. Berlin. 1881 — 1882. No. 16. S. 72; auch abgedruckt im Arch. f. (Anat. u.) Physiologie. 1882. S. 424.

²⁾ Vergl. dessen Physiologie des Allgemeinen Stoffwechsels u. der Ernährung in Hermann's Handbuch der Physiologie. Leipzig 1881. VI. 1. Theil. S. 174.

Asparagin, das Amid einer Amidosäure, sich umwandelt in das Amid der Kohlensäure (Carbamid), den Harnstoff. Ueberdies hat E. Salkowski¹⁾ beim Hunde und Kaninchen nach Einführung von Glycocol und Sarkosin, die ebenfalls in Harnstoff übergehen, keine Verminderung des Eiweissumsatzes, sondern, wie aus der Zunahme der Schwefelausscheidung im Harn hervorging, eher eine geringfügige Steigerung beobachtet. Unsere Anschauungen von der stofflichen Bedeutung einer chemischen Substanz würden, sobald das Asparagin mit Recht dem Leim an die Seite zu stellen wäre, in mancher Hinsicht einer Modification bedürfen. Einmal von diesem theoretischen Gesichtspunkt geleitet, sodann, weil, wie mich eigene Erfahrungen gelehrt, Stoffwechselversuche an Herbivoren dem vorurtheilsfreien exacten Experimentator überzeugende Sicherheit und Schärfe nicht gerade häufig bieten (sowohl wegen der Schwierigkeit der verlustfreien Aufsammlung der Ausscheidungen, als wegen der nur langsam erfolgenden Resorption in dem kaum jemals sich vollständig entleeren Magen und Darmkanal und der dadurch bedingten Schwierigkeit, die einzelnen Perioden einer Fütterungsreihe bestimmt von einander abzugrenzen u. A. m.), habe ich im physiologischen Laboratorium der hiesigen Thierarzneischule bereits 1881 und wiederholentlich im Laufe von 1882 an Hunden Fütterungsreihen mit Asparagin durchgeführt, die ein, wie ich nachweisen werde, bestimmtes und einwandfreies Ergebniss liefern.

Die Versuchsanordnung wird durch folgende einfache Ueberlegung gegeben: Da das Asparagin, soweit es zur Resorption gelangt, zu Harnstoff wird und somit seinen gesammten Stickstoff durch den Harn austreten lässt, so musste bei einem sonst im Stickstoffgleichgewicht verharrenden Organismus während der Asparaginfütterung, woffern der Eiweisszerfall unverändert blieb, die N-Ausscheidung um den Betrag der im resorbirten Asparagin enthaltenen N-Menge vergrössert sein. Wurde aber durch das Asparagin eine Ersparniss im Eiweissumsatze bewirkt, so musste während der Asparaginperiode die N-Ausscheidung durch den Harn geringer sein als die Summe der N-Entleerung während des vorher behaupteten N-Gleichgewichts und der in dem als

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie. IV. S. 86. 1880.

Harnstoff ausgeschiedenen Asparagin enthaltenen N-Menge ergiebt. Eine noch schärfere Controle für die Verhältnisse des Eiweissumsatzes konnte die Feststellung der S-Ausscheidung liefern. Da der Schwefel des zerfallenden Eiweiss durch den Harn austritt und daher bei N-Gleichgewicht ein constantes Verhältniss zwischen N- und S-Ausscheidung durch den Harn besteht, so muss sich eine Verringerung des Eiweissumsatzes auch durch eine Abnahme der S-Entleerung durch den Harn zu erkennen geben. Danach bot sich von selbst folgende Versuchsanordnung: Eine für Stoffwechselversuche eingeübte weibliche Dogge von ca. 35 kg Körpergewicht wurde mit einem aus 1 kg Fleisch bestehenden Futter nach längerer Vorfütterung in's N-Gleichgewicht gebracht; die reine Fleischfütterung wurde gewählt, weil bei einer hohen N-Ausscheidung selbst geringe Ausschläge nach der einen oder anderen Richtung deutlicher in die Erscheinung treten. Alsdann wurden 3 Tage hindurch je 25—30 g Asparagin¹⁾ zum Futter hinzugegeben und die Versuchsreihe mit einer Nachperiode bei reiner Fleischfütterung geschlossen. Der Harn wurde gleichwie in den früher von mir ausgeführten Versuchsreihen²⁾ durch den Katheter gewonnen, die Abgrenzung der auf die einzelnen Perioden entfallenden Kothmengen nach der von mir erprobten Methode durch dem Thiere beigebrachte Korkstücke³⁾ bewirkt. Sowohl im Harn, welcher der einfacheren Berechnung halber stets auf ein rundes Volumen gebracht wurde, als im Koth wurde der N-Gehalt bestimmt, in beiden durch Glühen mit Natronkalk und zwar im Harn direct nach Schneider-Seegen⁴⁾,

¹⁾ Das in schönen glänzenden rhombischen Säulen krystallisirende Asparagin war von Trommsdorf in Erfurt bezogen.

²⁾ Zeitschr. f. physiolog. Chemie. II. S. 31. 1878; Verhandl. d. physiol. Gesellsch. z. Berlin 1878—1879. No. 6; dieses Archiv Bd. 71. S. 125. 1879 u. Bd. 80. S. 16. 1880.

³⁾ Ich habe das Verfahren ausführlich in diesem Archiv Bd. 80. S. 45 beschrieben. Die dagegen von Seiten des Münchener physiologischen Instituts früher erhobenen Bedenken hat C. v. Voit selbst neuerdings fallen lassen (vergl. dessen Physiologie des Allg. Stoffwechsels u. der Ernährung in Hermann's Handbuch der Physiologie. VI. Theil 1. S. 32. Text u. Anmerkung 5).

⁴⁾ Gegenüber der neuesten Darstellung von Hoppe-Seyler (Handbuch d. physiolog.- u. patholog.-chem. Analyse. V. Aufl. S. 358), der für

im Koth nach vorgängigem Trocknen und Pulverisiren desselben. In der ersten Versuchsreihe wurde nur die Gesammtschwefelsäure¹⁾ (durch Fällung des mit Salzsäure zum Sieden erhitzten Harns mit Chlorbaryum) bestimmt; in der zweiten Reihe wurde, um jedwedem noch möglichen Einwande zu begegnen, ausser dem in Form von Schwefelsäure enthaltenen noch der in anderer Form ausgeschiedene Schwefel²⁾ (neutraler Schwefel nach Salkowski genannt) durch Schmelzen des Harns mit Soda und Salpeter und Fällung der mit Salzsäure aufgenommenen Schmelze durch Chlorbaryum bestimmt. Endlich wurde noch täglich das Körpergewicht des Versuchsthieres festgestellt. Die Fleischration wurde mit 150—200 ccm Wasser aufgekocht und in der warmen Fleischbrühe das, in kaltem Wasser nur schwer lösliche Asparagin zur Lösung gebracht.

Betrachten wir zunächst die N-Ausscheidung der Vorperiode. In 7 Tagen (26. September bis 3. October) wurden entleert 236,492 N oder im Mittel täglich 33,784 N mit dem Harn, dazu im Tag 0,49 N mit dem Koth, zusammen also 34,274 N. 1 kg

die N-Bestimmung im Harn nur die Methode von Dumas (volumetrische Messung des entbundenen N-Gases) für zuverlässig hält, verweise ich auf die sorgfältigen unter Voit angestellten Versuche von M. Gruber (Zeitschr. f. Biolog. XVI. S. 377. 1880), in denen mittelst Natronkalk im Rohr (ältere Voit'sche Methode) oder im Kolben (Schneider, Seegen) Werthe gefunden worden sind, welche mit den nach Dumas erhaltenen genügend übereinstimmen. Vergl. auch die darauf bezügliche Erörterung von Salkowski in dessen (und Leube's) „Lehre vom Harn“ (Berlin 1882) S. 58 u. 64. — Die Titirung des Harns mit Quecksilberlösung nach Liebig ist, wie E. Salkowski für eine grössere Zahl von Amidosäuren festgestellt hat, unstatthaft, weil die Gegenwart derselben im Harn den Eintritt der Endreaction hinausschiebt und man so ein mehr oder weniger ansehnliches fehlerhaftes Plus erhält (Zeitschr. f. physiol. Chem. IV. S. 82. 1880).

- ¹⁾ Wie E. Salkowski mit Recht betont (dieses Archiv Bd. 79. S. 552. 1880), liefert für klinische und Stoffwechselversuche, wo man in der Regel erfahren will, wie viel Schwefel des Eiweiss zu Schwefelsäure oxydirt wird, die Bestimmung der Gesammtschwefelsäure einen viel genaueren Maassstab für den Eiweisszerfall als die der präformirten Schwefelsäure.
- ²⁾ Bei Fleischfütterung ist günstigsten Falls bis zu $\frac{1}{2}$ des Schwefels im Hundeharn nicht in Form von Schwefelsäure vorhanden (vergl. Voit, Physiologie des Allg. Stoffwechsels. S. 77 u. 78).

I. Versuchsreihe. 1 kg Fleisch, 150—200 ccm Wasser.

Datum.		Harnmenge in ccm.	N im Harn.	S der Gesammt- SO_3 im Harn.	N im Koth.	Körpergewicht in kg.
26. September		617	34,348			35,41
27.	-	597	34,532			35,36
28.	-	594	33,55			35,34
29.	-	609	33,874			35,26
30.	-	567	33,763			35,20
1. October		541	33,336	1,863	1,96 ¹⁾	35,16
2.	-	598	33,167	1,837		35,13
3.	-	632	34,269	1,737		35,14
4.	-	25 g Asparagin	738	38,909	1,785	34,83
5.	-	30 g	742	40,673	1,869	1,873 ²⁾
6.	-	30 g	733	42,79	1,916	
7.	-		658	37,246	1,928	34,31
8.	-		612	36,053	1,8145	2,015 ³⁾
9.	-		616	33,273	1,708	
10.	-		578	31,324	1,627	34,17

Pferdefleisch enthält (den N-Gehalt des Fleischs nach Voit zu 3,4 pCt. angesetzt) 34 g N, somit bestand genau N-Gleichgewicht⁴⁾. Bei Darreichung von 85 g Asparagin sind an den 3 Tagen dieser Periode und an den beiden ersten der Nachperiode, an denen, nach der Grösse der N- und S-Ausscheidung zu urtheilen, der Körper noch sichtlich unter der Nachwirkung des verfütterten Asparagin stand, im Ganzen 195,671 g N entleert worden. Ziehen wir davon die Ausscheidung durch den Harn für 5 Normaltage = 168,92 g N ab, ferner die in den 85 g Asparagin enthaltenen 15,87 N⁵⁾ ab, so bleiben noch 10,881 N als gegenüber der Normalperiode mehr ausgeschieden übrig, und diese Mehrausscheidung kann, wofür die sogleich zu betrachtenden Verhältnisse der S-Ausscheidung sprechen, zweifellos nicht anders als auf vermehrten Eiweissumsatz gedeutet werden; es ist also unter dem Einfluss des Asparagin eine Steige-

¹⁾ Trockengewicht des Koths = 43,4 g mit 4,47 pCt. N.

²⁾ - - - = 38,07 g - 4,92 - -

³⁾ - - - = 41,8 g - 4,82 - -

⁴⁾ Die Mehrabgabe von 0,27 g N, entsprechend 8 g Fleisch ist selbstverständlich ohne Bedeutung.

⁵⁾ Dem krystallisierten Asparagin, das zur Verfütterung gelangte, kommt die Formel $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ zu; es enthält also 18,67 pCt. N.

rung des Eiweisszerfalls um ca. 6 pCt. erfolgt. Mit dem Koth wurde an den Asparagintagen ausgestossen: 1,873 g N oder pro Tag 0,624 N, d. h. etwa $\frac{1}{3}$ mehr als in der Norm. Entweder ist also infolge des Asparagin die Eiweissresorption im Darm in etwas geringerem Umfange vor sich gegangen oder, was das Wahrscheinlichere ist, das geringe Plus von 0,134 N im Tag ist darauf zurückzuführen, dass ein kleiner Bruchtheil des Asparagin (0,134 N würde 0,72 g Asparagin entsprechen), kaum $2\frac{1}{2}$ pCt. der einverleibten Quantität der Resorption entgangen und mit dem Koth ausgestossen worden ist. Jedenfalls ergiebt sich daraus, einmal dass die Resorption des Asparagin im Darm eine fast vollständige ist und ferner dass die Resorption des Eiweiss im Darm durch gleichzeitige Darreichung von Asparagin nicht merklich beeinträchtigt wird.

An den drei Tagen der Vorperiode wurde an Schwefel (in Form von Schwefelsäure) ausgeschieden 5,437 g oder im Tag 1,812 g. An den Asparagintagen und an dem ersten Tage der Nachperiode, dessen S-Ausscheidung ersichtlich unter dem Einfluss der voraufgegangenen Asparaginfütterung steht, finden sich im Ganzen 7,498 oder pro Tag 1,8745 S; es ist also gegenüber der Normalperiode die S-Ausscheidung um ca. $3\frac{1}{2}$ pCt. vermehrt¹⁾; diese Thatsache spricht unwiderleglich dafür, dass unter dem Einfluss des Asparagin der Eiweisszerfall eine Steigerung erfahren hat.

Von Interesse sind endlich noch die Verhältnisse der Wasser-ausscheidung durch den Harn. In der Vorperiode beträgt das tägliche Harnvolumen im Durchschnitt 591 ccm; während der Asparaginfütterung und an den drei darauf folgenden Tagen, deren Wasserausfuhr offenbar noch unter der Nachwirkung des Asparagin steht, im Ganzen 4099 ccm oder im Mittel pro Tag 683 ccm,

¹⁾ Dass die Steigerung der S-Entleerung nicht in voller Uebereinstimmung steht mit der der N-Ausscheidung, wie dies der Fall sein müsste, wenn beide einem Mehrzerfall von Eiweiss ihre Entstehung verdanken, wird einfach dadurch verständlich, dass, wie schon oben kurz berührt (S. 443), die Schwefelsäure eben nicht die alleinige Form ist, in welcher im Hundeharn der Schwefel erscheint, sondern noch ein erheblicher Anteil, der bei diesem Versuch indess nicht bestimmt wurde, in Form des sog. neutralen Schwefels sich findet.

also hat das Harnvolumen um 15,6 pCt. zugenommen. Demnach wirkt schon in mittlerer Gabe das Asparagin diuretisch, und diese harntreibende Wirkung macht sich unverkennbar noch drei Tage lang nach dem Aussetzen des Stoffes geltend. Dass in der That durch das Asparagin die Ausscheidungen aus dem Körper (in erster Linie wohl des Wassers, sodann des reichlicher umgesetzten Eiweiss) vermehrt worden sind, erhellt auch aus der Betrachtung des Körpergewichtes. Während letzteres in der Vorperiode im Tag nur um ca. 35 g abnahm, beträgt die Einbusse an Körpersubstanz des Versuchsthieres während der Asparagintage und der beiden unmittelbar darauf folgenden im Ganzen 960 g, pro Tag etwa 192 g, ist also mehr denn fünfmal so gross als in der Vorperiode.

Für die zweite Versuchsreihe wurde ein anderer Fütterungsmodus gewählt. Durch die Forschungen von Pfeffer¹⁾ und E. Schulze²⁾ ist festgestellt, dass das bei Keimpflanzen aus dem zerfallenden Reserveeiweiss der Samen so reichlich producire Asparagin nur dann als solches in der Pflanze bestehen bleibt, wenn die Keimpflanzen entweder im Dunklen oder zwar am Licht, aber in kohlensäurefreier Luft gezogen werden, sodass also die Kohlenstoffassimilation ausgeschlossen wird. Im Licht oder zwar im Dunkeln aber in kohlensäurehaltiger Luft gezogene Pflanzen büßen allmählich ihr Asparagin ein, indem dieses unter Vereinigung mit N-freien, aber C-haltigen Stoffen, Derivaten der aufgenommenen Kohlensäure — vermutlich einem Kohlehydrat — zu Eiweiss regenerirt wird. Für die Pflanzen ist demnach die Aufnahme N-freier, aber C-haltiger Stoffe (Kohlehydrate) behufs Rückbildung von Eiweiss aus Asparagin nothwendig. Und da es nun denkbar ist, dass auch beim Thiere eine solche Regeneration des Eiweiss aus Asparagin eventuell nur bei gleichzeitiger reichlicher Zufuhr N-freier, aber C-haltiger Stoffe ermöglicht sein möchte, so wurden in der zweiten Versuchsreihe dem Thiere reichlich Kohlehydrate gegeben. Es gelang so bei gleichzeitiger Verabreichung von 120 g Kohlehydrate (je 60 g Stärke und Rohrzucker) den Hund schon mit 750 g Fleisch an-

¹⁾ Jahrbüch. f. wissenschaftl. Botanik. VIII. S. 548; vergl. auch dessen Pflanzenphysiologie. I. S. 298.

²⁾ Landwirthsch. Jahrbüch. V. S. 821. 1876; IX. S. 1 ff. 1880.

nähernd in's N-Gleichgewicht zu bringen. In diesem Versuche wurde der Gesammtschwefelgehalt des Harns, also nicht nur die Gesammtschwefelsäure, sondern zugleich auch der unoxydirte, sog. neutrale Schwefel, durch Schmelzen des Harns mit Soda und Salpeter bestimmt. Da die erste Versuchsreihe ergeben hatte, dass weder die Eiweissresorption durch Zufuhr von Asparagin merklich herabgesetzt, noch letzteres selbst in irgend beachtenswerther Menge sich der Resorption entzieht, wurde nunmehr nur der N-Gehalt des Harns bestimmt.

II. Versuchsreihe. 700 g Fleisch, 120 g Kohlehydrate, 200 ccm Wasser.

Datum.		Harnmenge in ccm.	N im Harn.	S im Harn.	Körpergewicht in kg.
25. October		563	26,51	1,4338	35,3
26. -		574	25,69	1,3762	35,06
27. -		564	26,544	1,3267	34,78
28. -		498	25,973	1,2312	34,59
29. -		573	26,342	1,2905	34,48
30. -		497	26,141	1,2888	34,4
31. -		568	26,712	1,3824	34,26
1. November		526	25,435	1,3344	34,2
2. -	25 g Asparagin	590	29,635	1,308	34,14
3. -	30 g	711	33,617	1,404	33,91
4. -	30 g	772	31,601	1,4232	33,71
5. -		737	28,762	1,55	33,49
6. -		696	27,948	1,4568	33,26
7. -		786	28,325	1,507	33,05
8. -		728	27,653	1,4	32,83
9. -		727	26,846	1,387	32,61
10. -		665	25,133	1,303	32,46

An 8 Normaltagen wurde durch den Harn entleert im Ganzen 209,347 N oder im Mittel pro Tag 26,17 N. Eingeführt wurden mit 700 g Fleisch (bei 3,4 pCt. N) 23,8 N; mithin bestand zwar kein N-Gleichgewicht, sondern nur eine gleichmässige N-Ausscheidung, bei der das Versuchstier ca. 2,4 N, entsprechend 70 g Fleisch täglich von seinem Körper einbüsst¹⁾). Sehr bemerkenswerth ist das Verhalten der N-Ausscheidung infolge

¹⁾ Diese Versuchsreihe wurde also bei eiweissärmerem, für den Eiweissbedarf des Körpers nicht hinreichenden Futter durchgeführt; hier hätte sich die eiweissparende Wirkung des Asparagin am ehesten durch Verhütung des Eiweiss(Fleisch-)verlustes vom Körper zeigen müssen.

der Einführung von Asparagin. Wie aus der Tabelle ersichtlich, bestand die erhöhte N-Ausscheidung nicht nur während der Asparagintage, sondern überdauerte diese mindestens noch um 4 Tage; es stehen also die ersten 4 Tage der Nachperiode (5. bis 8. November) unter dem Einfluss der voraufgegangenen Fütterung. Im Ganzen wurden an den 3 Asparagintagen und an den 4 darauf folgenden durch den Harn 207,541 N entleert. Davon abgerechnet die für 7 Normaltagen entfallende N-Ausscheidung mit $7 \times 26,17 = 183,19$ N, sowie den N-Gehalt der gefütterten 85 g Asparagin = 15,87 N, bleiben noch 8,481 N als mehr ausgeschieden übrig; mithin entfällt auf den Tag eine Mehrausscheidung von N um 4,7 pCt. Dass es sich hierbei in der That um einen Mehrzerfall von Eiweiss handelt, geht aus der Schwefelausscheidung schlagend hervor. Durch den Harn wurden entleert an 8 Normaltagen im Ganzen 10,664 S oder im Tag 1,338 S. An den Asparagintagen und an den nächstfolgenden 5 Tagen, deren hohe Schwefelausscheidung als Nachwirkung der Asparaginfütterung zu deuten ist, wurde an 8 Tagen im Ganzen 11,436 S mit dem Harn entführt. Davon abgezogen die Ausscheidung für 8 Normaltagen mit 10,664 S, bleibt 0,772 S übrig, entsprechend einer Mehrausscheidung von 7 pCt., die doch unzweifelhaft für Steigerung des Eiweisszerfalles spricht. Noch erheblicher als in der ersten Versuchsreihe ist die Zunahme der Diurese infolge des Asparagin. Aus 8 Tagen der Vorperiode berechnet sich ein mittleres tägliches Harnvolumen von 545 ccm. Durch das Asparagin wird nun die Diurese so angespornt, dass sie selbst am 6. Tage nach dem Aussetzen jener Substanz noch nicht zur Norm zurückgekehrt ist. Ziehen wir aber selbst nur die 3 Asparagintage und die 3 darauf folgenden in Rechnung, so ergibt sich für diese 6 Tage ein Gesamtvolumen von 4292 ccm oder von 715 ccm pro Tag. Demnach hat die tägliche Harnmenge um 31,6 pCt., fast ein Drittel ihrer vorher behaupteten Grösse, zugenommen. Diese summarische Mehrabgabe von Körpersubstanz unter dem Einfluss des Asparagin erhellt auch aus der Beobachtung des Körpergewichts. Während an den 8 Tagen der Vorperiode der Hund 1100 g von seinem Körper einbüste, also pro Tag 137,5 g, findet sich für die Asparagintage und die 5 folgenden, an denen die unzweifelhafte

Nachwirkung der Fütterung zu erkennen ist, ein Körperverlust von 1590 g, oder pro Tag von rund 200 g. Es hat also der Hund unter dem Asparagin 46 pCt. mehr von seiner Körpersubstanz eingebüsst als in der Vorperiode.

Das Resultat beider Versuchsreihen lässt sich dahin zusammenfassen, dass beim Hunde, der sich, sei es bei ausschliesslicher Fleischkost oder bei einem aus Fleisch und Kohlehydraten gemischten Futter, im N-Gleichgewicht befindet, die Zufuhr von Asparagin in einer Gabe bis zu fast 1 g pro Kilogramm Körpergewicht und Tag keine Herabsetzung des Eiweissumsatzes zur Folge hat, sondern, wie aus der Grösse der Schwefelausscheidung durch den Harn hervorgeht, eher eine mässige, zwischen $3\frac{1}{2}$ und 7 pCt. sich bewegende, Steigerung des Eiweisszerfalls bewirkt.

Da unter dem Einfluss des Asparagin auch die Wasserausscheidung durch den Harn um 16—31 pCt. zunimmt, so ist noch die Frage zu ventiliren, ob nicht die beobachtete Steigerung der N-Ausscheidung dahin gedeutet werden müsste, dass der gesteigerte Wasserstrom etwas mehr Stickstoff (hauptsächlich Harnstoff) entführt, gewissermaassen der reichliche Wasserstrom aus den Geweben mehr Harnstoff auslaugt. Was den Einfluss gesteigerter Diurese an sich auf die Harnstoffausscheidung beim Hunde anlangt, so wird derselbe, wie ich dies schon anderwärts hervorgehoben habe¹⁾ und auch gegenüber der neuesten Darstellung von Voit²⁾ aufrecht erhalten muss, zumeist überschätzt. Erheblich ist die Steigerung der Harnstoffausscheidung bei, sei es durch Wasserinjection oder durch diuretische Mittel³⁾ herbeigeführter Zunahme des Harnvolumens, selbst bis zu dem Mehrfachen der vorher behaupteten Grösse, nur beim hungernden Thiere. Bei einem hungernden Hunde sah Voit⁴⁾

¹⁾ Dieses Archiv Bd. 80. S. 43. 1880.

²⁾ Hermann's Handb. d. Physiolog. VI. 1. Th. S. 153.

³⁾ Jeder Stoff, der mit dem Harn aus dem Körper entfernt wird, hat die Eigenschaft, mehr Wasser in den Harn überzuführen, so z. B. Salze, Harnstoff, Zucker; er wirkt also wie ein Diureticum. Daher hat das Asparagin, welches im Organismus in Harnstoff übergeht und als solcher mit dem Harn austritt, gleichfalls diuretische Wirkung.

⁴⁾ Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffees und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel. München 1860. S. 61.

infolge Einspritzung von 1950 ccm Wasser die Harnmenge von 177 auf 742 ccm und damit die Harnstoffmenge von 16,7 auf 21,3 g, also bei einer Zunahme des Harnvolumens um mehr als das Vierfache die Harnstoffmenge nur um den vierten Theil der vorher beobachteten Grösse ansteigen. Bei dem Hungerhunde von Forster¹⁾ stieg nach Einspritzung von 3 l Wasser in den Magen die Harnmenge von 182 ccm (Mittel aus drei Tagen) auf 2010 ccm an, also rund auf das Eilffache, und dabei nahm allerdings die Harnstoffausscheidung, die vorher pro Tag 12,5 g betragen hatte, bis 22,9 g zu, also um 90 pCt. Dem gegenüber hat A. Fraenkel²⁾ am Hungerhunde bei einer durch Wassereinspritzung in den Magen herbeigeführten Zunahme der Harnmenge bis auf das Vierfache die Harnstoffausscheidung nur um 6,5 pCt. und bei einer Zunahme des Harnvolumens um das Fünffache die Harnstoffmenge nur um 12 pCt. ansteigen sehen. Anders verhält es sich dagegen beim gefütterten Thiere. Der mit 1200 g Fleisch pro Tag gefütterte Hund von Seegen³⁾, dessen Wasseraufnahme während einer Versuchsreihe von 61 Tagen zwischen 500—1800 ccm schwankte, zeigte zwar bei reichlicherer Wasseraufnahme ein bis um das Doppelte vergrössertes Harnvolumen, aber keine dem entsprechende Steigerung der Harnstoffentleerung. Ferner haben Versuche von E. Salkowski und mir⁴⁾ bei Hunden, die sich mit Fleisch und Speck in N-Gleichgewicht befanden, ergeben, dass bei einer Zunahme der Harnmenge um mehr als die Hälfte die Steigerung der N-Ausscheidung durch den Harn sich auf knapp 3 pCt. beläuft. Endlich hat Jacques Mayer⁵⁾ an einem bei Fütterung mit Fleisch und Speck im N-Gleichgewicht befindlichen Hunde durch 16 Tage lang fortgesetzte Einspritzung von je 600 ccm Wasser in den Magen, obwohl die Harnmenge noch mehr anstieg als dem Plus an zugeführtem Wasser entsprach, die N-Ausscheidung durch den Harn am 1. Tage um 9 pCt., am 2. um 4 pCt., am 3. nur

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie. XIV. S. 175. 1878.

²⁾ Dieses Archiv Bd. 67. S. 296. 1876; Bd. 71. S. 117. 1877.

³⁾ Sitzungsberichte d. Wien. Akad. Bd. 43. S. 16. 1871.

⁴⁾ Dieses Archiv Bd. 71. S. 408. 1877.

⁵⁾ Centralbl. f. d. med. Wiss. 1880. No. 15; Zeitschr. f. klin. Med. II. S. 35. 1880.

um 2 pCt. zunehmen sehen; an den folgenden 13 Tagen war eine deutliche Steigerung nicht zu erkennen. Beim Hungerthier nimmt also infolge einer um das Mehrfache gesteigerten Harnmenge die Harnstoffausscheidung um 6—12 pCt., zuweilen sogar um 25 pCt. zu und nur bei einer ganz abnormalen Grösse des Harnvolumens, die das 11fache der Normalgrösse beträgt, ausnahmsweise bis zu 90 pCt. zu. Beim gefütterten Thiere indess sieht man mit vermehrter Diurese entweder gar keine deutliche oder nur eine geringfügige Vermehrung der Harnstoffausscheidung Hand in Hand gehen. Die in unseren Versuchsreihen am gefütterten Hunde unter dem Einfluss des Asparagin beobachtete Steigerung der N-Ausscheidung durch den Harn um 4,7—6 pCt. ist demnach zu gross, als dass sie auf die mässige, nur $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{3}$ betragende Zunahme des Harnvolumens zurückgeführt werden dürfte. Es kann sich nicht einfach um eine durch den vermehrten Harnwasserstrom bewirkte bessere Auslaugung des Harnstoffs aus den Geweben handeln (dann hätte man auch unmittelbar danach eine annähernd ebenso grosse Verminderung beobachten müssen), sondern die Zunahme der N-Entleerung muss, da sie mit einer Steigerung der Schwefelausscheidung durch den Harn Hand in Hand geht, zweifellos dahin gedeutet werden, dass unter dem Einfluss des Asparagin die Grösse des Eiweisszerfalls ansteigt.

Um alle Versuchsmöglichkeiten zu erschöpfen, sollte auch der Einfluss des Asparagin bei eiweissfreier Ernährung und im Hungerzustande geprüft werden. Zwei daraufhin unternommene, länger fortgesetzte Versuchsreihen missglückten indess. Der Hungerhund erbrach das ihm einverlebte Asparagin, und der mit Speck, Stärke und den nöthigen Salzen ernährte und auf annähernd gleichmässige N-Ausscheidung gebrachte Hund, zu dessen Futter Asparagin zugesetzt wurde, gab am 1. Asparagintage einen kleinen Theil des Futters, am folgenden einen noch grösseren wieder von sich, und als ihm am 3. Tage eine Abkochung von Speck und Stärke ohne Asparagin gegeben wurde, erbrach er auch einen Theil dieses Futters, sodass, da offenbar der Magen unter der einseitigen Ernährung mit Fett und Kohlehydraten angegriffen war, von dem Versuche Abstand genommen werden musste.

Allein nach den bisherigen Erfahrungen bedarf es dieser Controle beim Hunger und bei eiweissfreier Nahrung durchaus nicht. Wenigstens ist bis jetzt von keinem derjenigen Stoffe, welche wie Leim oder die Kohlehydrate oder die Fette den Eiweissumsatz seinem Umfang nach beschränken, bekannt, dass er diese Wirkung nur bei eiweissfreier oder eiweissarmer Nahrung entfaltet, vielmehr sieht man, gleichviel welcher Fütterungsmodus beliebt wird, durch Zusatz dieser Stoffe die Eiweisszersetzung vermindert werden, nur dass die Grösse dieser Eiweissersparniss je nach dem Umfang des zur Zeit bestehenden Eiweisszerfalls, auf welchen — nächst der Menge des Eiweiss in der Nahrung — in erster Linie der Fettvorrath am Körper des Versuchthieres von Einfluss ist, und je nach der Menge jener einverleibten eiweissparenden Stoffe schwankt. Und schon hieraus ergiebt sich, dass, wenigstens für den Fleischfresser, das Asparagin durchaus nicht dem Leim an die Seite gestellt werden darf, der gleichviel ob das Thier im Hungerzustande sich befindet oder ausschliesslich Fleisch oder endlich Fleisch mit Kohlehydraten bez. Fetten erhält, die Eiweisszersetzung beschränkt und also Eiweiss erspart¹⁾.

Aber es liegen noch andere Momente vor, welche, von den Ergebnissen der N- und S-Ausscheidung durch den Harn abgesehen, darauf hinweisen, dass das Asparagin weit davon entfernt ist, wenigstens für die Carnivoren ein Nährstoff, etwa nach Art des Leims zu sein. Während durch Leim, die Kohlehydrate und das Fett der Eiweisszerfall verringert wird und nach Weglassung dieser Stoffe meist unmittelbar wieder zu der vorher behaupteten Höhe ansteigt, hat die Zufuhr von Asparagin eine so tiefgreifende Nachwirkung auf die Vorgänge der Wasserausscheidung und der Eiweisszersetzung im Körper zur Folge, dass in der ersten Versuchsreihe noch der dritte, in der zweiten Reihe sogar noch der fünfte Tag der Nachperiode ersichtlich unter dem Einfluss der voraufgegangenen Fütterung steht. Und eine solche Wirkung üben, soweit unsere bisherigen Erfahrungen reichen, nicht diejenigen Substanzen, welche als Nährstoffe anzusehen sind, sondern nur die für den Körper heterogenen Stoffe.

Wägt man alle diese durch die vorstehenden Versuchsreihen

¹⁾ Vergl. Voit, Zeitschr. f. Biol. VIII. S. 297. 1872 u. X. S. 212. 1874.

gebotenen Momente sorgfältig ab, so gelangt man zu dem bestimmten Schluss, dass, wenigstens für den Carnivoren und [bei der Uebereinstimmung, die in mancher Beziehung zwischen dem Carnivoren und dem Menschen herrscht¹⁾] wohl auch für den Menschen, das Asparagin nicht als Nährstoff anzusehen ist, der im Stande wäre, analog dem Leim, einen Theil des Nahrungseiweiss zu ersetzen oder Körpereiweiss zu ersparen. Aus den Untersuchungen von E. Salkowski über das Verhalten der Amidosäuren, des Glycocol und des Sarkosin im Organismus ist nach Maassgabe der N- und S-Ausscheidung zu schliessen, dass auch diesen beiden Amidosäuren für den Carnivoren keine Bedeutung als Nährstoffe oder Sparmittel für den Eiweissumsatz zukommt. Ich erwähne dies ausdrücklich, obwohl Salkowski selbst diesen Schluss, vermutlich als von seiner Fragstellung abseits gelegen, nicht gezogen hat.

Sind aber dem gegenüber die von Weiske und Zuntz an Pflanzenfressern ausgeführten Untersuchungen gleichfalls beweiskräftig — und gegen die von Weiske in der zweiten Abhandlung mitgetheilten Versuche ist, soweit aus den Protocollen ersichtlich, kaum ein begründeter Einwand zu erheben — so würde der so bestehende Unterschied in der stofflichen Bedeutung des Asparagin für Herbivoren und Carnivoren von principiellem Interesse sein. Es läge dann hier eine, wie es scheint, bemerkenswerthe Erfahrung vor, welche auf's Neue für die Verschiedenheit des Ablaufs der chemischen Processe bei den Carni- und Herbivoren Zeugniss ablegt. So wird, um nur einige Beispiele anzu führen, vom in den Magen eingebrachten Taurin beim Kaninchen der grösste Theil gespalten und in Schwefelsäure und Unterschwefelsäure umgewandelt, während beim Menschen ein grosser Theil, beim Hund ein kleiner Antheil zu Taurocarbaminsäure wird²⁾. Anorganische Säuren binden beim Herbivoren²⁾ fixe Al-

¹⁾ Ich erinnere nur an die Neutralisirung der dem Körper zugeführten anorganischen Säure durch Ammoniak (Arch. f. exp. Path. VII. S. 148 u. XII. S. 84).

²⁾ E. Salkowski, dieses Archiv Bd. 53. S. 1—34. 1872; Bd. 58. S. 486. 1873. Derselbe Autor hat hier (Bd. 53. S. 33) meines Wissens zuerst nachdrücklichst hervorgehoben, wie wenig die geläufige Verallgemeinerung „Verhalten im Organismus“ nach Versuchen an einer Thierspecies berechtigt ist.

kalien, beim Carnivoren¹⁾ und Menschen²⁾ Ammoniak. Beim Carnivoren sind die Nieren als die ausschliesslichen Bildungsstätten der Hippursäure (aus eingeführtem benzoësauren Salz und Glycocoll) anzusehen³⁾), während beim Kaninchen auch die Muskeln und die Leber im Stande sind, aus Benzoesäure und Glycocoll Hippursäure zu bilden⁴⁾). Beim Carnivoren setzt Zufuhr von Alkalien und dadurch bedingte Steigerung der Alkalescenz des Blutes und der Gewebe die Oxydationsgrösse des einverleibten Phenol herab⁵⁾), während beim Herbivoren (Pferd) umgekehrt durch Verminderung der Alkalescenz der Gewebe der gleiche Effect erreicht wird⁶⁾). Endlich hat Grouven⁷⁾ constatirt, dass grosse Herbivoren (Rinder) im Hungerzustande absolut (auf das Kilo Körpergewicht) und relativ zum Verbrauche der N-freien Körperbestandtheile nur etwa halb so viel Eiweiss zerstören, als der Mensch und die grossen Carnivoren, sowie ferner, dass beim Rinde im Hungerzustande durch Verabreichung von Kohlehydraten oder Fett der Eiweissumsatz erheblich herabgedrückt werden kann, während dies beim Fleischfresser bekanntlich nicht der Fall ist. Und diesen bereits bekannten Differenzen in stofflicher Hinsicht zwischen Carnivoren und Herbivoren würden sich die neueren Erfahrungen bezüglich des Asparagin anreihen, das nach Weiske bei den Herbivoren im Hungerzustand den Eiweisszerfall zu beschränken und, dem Futter zugesetzt, bis zu einem gewissen Grade das verdauliche Eiweiss zu ersetzen vermag und damit für die Ernährung eine gewisse Bedeutung gewinnt, während es für die Ernährung des Carnivoren nach den vorstehenden Stoffwechselversuchen weder die Bedeutung eines Nährstoffs noch eines Sparmittels für den Eiweissumsatz besitzt.

¹⁾ Walter, Arch. f. exper. Path. u. Pharmakol. VII. S. 148. 1877.

²⁾ Hallervorden, ebendaselbst. XII. S. 84. 1880.

³⁾ Schmiedeberg und Bunge, ebendaselbst. VI. S. 233. 1876.

⁴⁾ W. Salomon, Zeitschr. f. physiol. Chem. III. S. 365. 1879.

⁵⁾ A. Auerbach, dieses Archiv Bd. 77. S. 226. 1879.

⁶⁾ I. Munk, Verhandl. d. physiol. Ges. z. Berlin. 1880—1881. No. 17 u. 18; auch abgedruckt im Arch. f. (Anat. u.) Physiol. 1881. S. 460.

⁷⁾ Grouven, Physiol.-chem. Fütterungsversuche. 2. Bericht. 1864; vergl. auch Wolff, Ernährung der landwirthschaftlichen Nutzthiere. Berlin 1876. S. 293.