

Über die Bedeutung der sogenannten «Pflanzenamide» für den Stickstoffumsatz im tierischen Organismus.

Von

V. Henriques und C. Hansen.

Aus dem physiologischen Laboratorium der königlichen tierärztlichen und landwirtschaftlichen Hochschule in Kopenhagen.)

(Der Redaktion zugegangen am 2. Dezember 1907.)

Die Frage, inwiefern stickstoffhaltige Pflanzenstoffe, die keine Eiweißstoffe sind, den tierischen Organismus vor Verlust an Stickstoff zu schützen vermögen, beschäftigt die Physiologen schon seit langem. Die Versuche, die man angestellt hat, um diese in so vielen Beziehungen wichtige Frage zu lösen, wurden teils mit einzelnen rein dargestellten Stoffen (wie z. B. Asparagin), teils mit Pflanzenteilen, die große Mengen «Amidstickstoff» enthielten (wie z. B. Rüben), teils endlich in der jüngsten Zeit mit einem Gemisch der aus Heu oder Rüben isolierten «Amide» unternommen. Was die zu den Versuchen angewandten Tiere betrifft, so hat man sowohl fleischfressende (Hunde) als allesfressende (Ratten) und pflanzenfressende (besonders Wiederkäuer) benutzt. Wir beabsichtigen nicht, uns auf eine nähere Darstellung der Resultate der verschiedenen Forscher¹⁾ einzulassen, sondern begnügen uns mit einigen einzelnen Bemerkungen.

Mit Bezug auf fleischfressende Tiere wies Munk schon 1883 nach, daß das Asparagin nicht imstande ist, die Albuminstoffe des Futters zu ersetzen, und später haben andere

¹⁾ Siehe hierüber u. a.: E. Schulze, Über den Nährwert der nichtproteinartigen Stickstoffverbindungen (Journal für Landwirtschaft, Bd. LIV, 1906). — O. Kellner, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere, 4. Aufl., 1906. — Rosenfeld, Inauguraldiss. Heidelberg 1900. — Verschiedene Abhandlungen von C. Lehmann, Max Müller, W. Völtz, Pflügers Archiv, 1906—1907.

Forscher dieses Resultat bestätigt. Doch hat vor ganz kurzem Max Müller¹⁾ geglaubt, eine sogar ziemlich bedeutende albuminstoffersparende Wirkung des Asparagins nachweisen zu können, wenn dieses in Zelloidin eingebettet gegeben wurde (C. Lehmann), indem hierbei die Resorption langsamer und in größerer Tiefe des Verdauungskanal erfolge. Während also Versuche an Hunden vorliegen, die eine albuminersparende Wirkung des Asparagins andeuten, kennt man keinen Versuch an Fleischfressern, der darzulegen vermöchte, daß das N-Gleichgewicht sich durch Zufuhr von Asparagin oder überhaupt von «Amiden» allein erzielen lasse.

Was Versuche an Pflanzenfressern — besonders Wiederkäuern — betrifft, so sind fast alle Forscher darüber einig, daß ein Zuschuß amidhaltiger Pflanzenstoffe imstande ist, auf den Albuminstoffumsatz ersparend zu wirken: während aber O. Kellner der Ansicht ist, daß stickstoffhaltige, nicht proteinartige Stoffe der Pflanzen für den Stickstoffumsatz des Körpers nur eine verhältnismäßig geringe Rolle spielten, und daß man solche bei der Futterberechnung deshalb unter die stickstofffreien Stoffe rechnen sollte,²⁾ sind C. Lehmann und seine Schüler am meisten dazu geneigt, den Amidstickstoff für ebenso wertvoll als den Proteinstickstoff zu halten; diese Auffassung stützt sich namentlich auf Versuche von W. Völtz,³⁾ dem es gelang, hauptsächlich durch Amidsubstanz aus Melasse einen Hammel im Stickstoffgleichgewicht zu erhalten. Das Tier bekam 45 Tage hindurch ein Futter, das durchschnittlich pro Tag 3,203 g N in Form von Proteinen und 7,507 g N in Form von

¹⁾ Pflügers Archiv, Bd. CXVII (S. 10, 12 u. f.).

²⁾ Mit Bezug auf Kellners Stellung zur hier genannten Frage verweisen wir auf sein oben erwähntes Handbuch, 4. Aufl., wie auch auf die «Deutsche landwirtschaftl. Presse», 34. Jahrgang, Nr. 66. Kellner referiert hier Versuche an Milchkühen, in deren Futter sich Eiweißstoffe gegen essigsaures Ammoniak umtauschen ließen, ohne nennenswerte Änderung des Stickstoffumsatzes zu bewirken.

³⁾ W. Völtz, Über die Verwertung des Amidgemisches der Melasse durch den Wiederkäuer, Pflügers Archiv, Bd. CXVII. — Zu einem ähnlichen Resultate wie Völtz gelangte auch B. v. Strusiewicz (Über den Nährwert der Amidsubstanzen, Zeitschrift f. Biol., Bd. XLVII).

Amidsubstanzen enthielt: hierdurch wurden durchschnittlich 0,246 g N im Körper angesetzt. Der Kot enthielt 3,747 g N in Form von Proteinen, also um 0,543 g mehr als das Futter.

Endlich nennen wir in aller Kürze einige Versuche, die von dem dänischen Versuchslaboratorium¹⁾ angestellt wurden, Versuche, die ebenfalls darlegen, daß die Amide der Nahrung dazu brauchbar sein müssen, den Stickstoffverlust des Organismus zu decken. Als ein einzelnes Beispiel aus dieser sehr umfassenden Versuchsreihe führen wir eine einzelne Periode aus einem Versuche mit einer milchenden Kuh an. Das Futter bestand aus 0,75 kg Baumwollsamenskuchen, 45 kg Rüben, 2,5 kg Heu und ca. 3,6 kg Stroh. Der Stickstoffumsatz verlief folgendermaßen:

Mit dem Futter wurden aufgenommen: 125 g Albuminstickstoff und 33 g Amidstickstoff (hierunter jedoch ca. 4,5 g als Salpetersäurestickstoff); mit den Exkrementen wurden abgedüngt: 70 g Albuminstickstoff und 7 g Amidstickstoff. Aufgenommen waren also: 55 g Albumin-N und 26 g Amid-N (indem wir den Salpetersäurestickstoff außer Betracht lassen und hier als Amid-N betrachten). Während dieser Periode wurden nun mit der Milch 51 g und mit dem Harn 29 g Stickstoff ausgeschieden. Hieraus geht hervor, daß von den (als Albuminstoff) aufgenommenen 55 g N mit der Milch 51 g ausgeschieden wurden, und an wirklichem Albumin-N bleiben mithin nur 4 g zurück. Daß diese 4 g nicht genügen, um den Stickstoffumsatz einer 457 kg wiegenden Kuh zu decken, leuchtet ein, und man wird deshalb zu der Annahme genötigt, daß die aufgenommenen 26 g Amidstickstoff als Albuminstickstoff fungiert haben.

Wie soll man nun dieses eigentümliche Verhalten erklären, daß einige einzelne Amide imstande sind, den Eiweißstoff der Nahrung zu ersetzen? Und worin liegt der Grund des eigentümlichen Unterschieds zwischen Fleischfressern und Pflanzen-

¹⁾ 60. Bericht des Laboratoriums für landwirtschaftliche Versuche der königl. tierärztlichen und landwirtschaftlichen Hochschule. Versuche, das Minimum an Eiweiß im Futter der Milchkühe zu bestimmen, Kopenhagen 1906 (in dänischer Sprache).

fressern mit Bezug auf deren Vermögen, Amide zu Albuminstoffen aufzubauen?

Heutzutage gibt es gewiß keine Physiologen mehr, die der Ansicht wären, daß der tierische Organismus imstande sei, mittels einer Synthese z. B. das Asparagin in Albuminstoff umzuwandeln; die gewöhnliche Auffassung von dem Verhalten der Amide im Körper ist die ursprünglich von Zuntz dargestellte, daß es die Bakterien im Darmkanale sind, die die Amide solchergestalt verarbeiten, daß diese zu Albuminstoffen aufgebaut werden, welche einen wesentlichen Bestandteil der Bakterienzellen bilden. Die Amide werden also nicht als solche resorbiert, sondern werden im Darmkanal Bestandteile der Bakterien, und letztere werden dann nach ihrem Absterben auf gewöhnliche Weise verdaut. Der Grund des wesentlichen Unterschieds zwischen Fleischfressern und Pflanzenfressern hinsichtlich der Fähigkeit der Amide, Albuminstoffe zu ersetzen, beruht darauf, daß die Bakterien im Verdauungskanale der Pflanzenfresser weit günstigere Bedingungen für ihr Wachstum antreffen als in dem Verdauungskanale der Fleischfresser, oder vielmehr: bei Pflanzenfressern verbleibt die Nahrung weit längere Zeit hindurch im Verdauungskanale als bei Fleischfressern, und deshalb wird die Bakterienmasse im Darmkanal der Pflanzenfresser sehr groß sein, während im Darmkanal der Fleischfresser wegen des verhältnismäßig schnellen Durchgangs der Nahrung nur eine geringe Entwicklung von Bakterien stattfindet. Die günstigsten Bedingungen für ein Aufbauen der Amide zu Albuminstoffen durch Bakterien finden wir unzweifelhaft bei den Wiederkäuern, wo die Nahrung sogleich in die vorderen Abteilungen des Magens gelangt, die wie große «Thermostaten» wirken, in denen große Massen Bakterien teils eine Cellulosegärung erregen und mithin den Inhalt der Pflanzenzellen frei machen, teils die Amide in Albuminstoff umbilden. Letzteres, daß die Amide sogleich im Anfang der Verdauung in Albuminstoff umgebildet werden, ist sicherlich von sehr großer Bedeutung; bei den nicht wiederkauenden Pflanzenfressern kann diese Umbildung erst im Blinddarm in größerem Maße erfolgen, und wahrscheinlich wird, bevor die Nahrung so weit hinab gelangt ist, ein Teil des

Asparagins unverändert resorbiert worden sein; bei diesen Tieren werden die Amide der Nahrung deshalb zweifelsohne geringere Bedeutung haben als bei den Wiederkäuern.

Aus dem hier Angeführten geht hervor, daß Untersuchungen über das Vermögen des tierischen Organismus, aus den Spaltungsprodukten der Albuminstoffe wieder Albuminstoffe aufzubauen, sich nicht mit pflanzenfressenden Tieren ausführen lassen, sondern mit Carnivoren oder Omnivoren unternommen werden müssen, indem man nur bei diesen zu der Annahme berechtigt ist, daß die Tätigkeit der Bakterien eine verhältnismäßig geringe Rolle spielt, obschon man die Möglichkeit einer Albuminstoffsynthese mittels der Bakterien nicht gänzlich ausschließen kann.

Aus der bisher veröffentlichten Reihe von Untersuchungen über die Bedeutung verschiedener stickstoffhaltiger Stoffe für den Stickstoffumsatz im tierischen Organismus teilen wir hier einige Untersuchungen mit, die wir über mehrere stickstoffhaltige Pflanzenstoffe, welche keine Albuminstoffe sind (also über «Amide») angestellt haben. Zu den Versuchen gebrauchten wir Ratten wie zu unsern früher referierten Versuchen; was die Verdauungsmethode betrifft, verweisen wir auf unsere Abhandlung in dieser Zeitschrift (Bd. XLIII).

Die zu den Versuchen angewandten stickstoffhaltigen Stoffe wurden teils aus Wurzelknollen (Kartoffeln und Rüben), teils aus ganz jungen, ca. 8 Tage alten, etiolierten Keimlingen verschiedener Samen (Wachsbohnen, Pferdebohnen und Gerste) dargestellt. Was die Darstellung der «Amide» betrifft, so verschafften wir uns solche dadurch, daß wir die Pflanzenteile erst eine Fleischzerkleinerungsmaschine passieren ließen, um sie ganz fein zu zerteilen, worauf wir sie in eine Presse brachten und den Saft auspreßten. Der Preßkuchen wurde darauf mit Wasser ausgekocht und die Masse von neuem gepreßt. Den auf diese Weise gewonnenen Saft erwärmten wir im Wasserbade bis auf 100° und setzten vorsichtig Essigsäure zu, wodurch die Albuminstoffe gefällt wurden; darauf filtrierten wir und dampften das Filtrat erst über dem Wasserbade und später im Vakuum bei ca. 50° ein. Nach dem Trocknen läßt die

gewonnene Masse sich gewöhnlich pulverisieren und das solchergestalt hergestellte Pulver wurde zu den Versuchen angewandt. Nur den Saft der Rüben vermochten wir wegen seines großen Gehalts an Zucker nicht in Pulverform zu bringen; der eingedampfte Saft wurde deshalb mit fein zerteilter Cellulose gemischt, worauf die Mischung bei 50° im Vakuum getrocknet wurde. Hierdurch gelang es, auch den Rübensaft + Cellulose in Pulverform zu bringen.

Wenn wir zu unseren Versuchen teils junge Pflanzenkeimlinge, teils Wurzelknollen benutzten, so geschah das, weil man erwarten darf, in diesen Pflanzenteilen eine größere oder geringere Menge der verschiedenen Aminosäuren zu finden, die durch Zersetzung der Albuminstoffe entstehen. In den Samenkörnern finden sich gewöhnlich nur wenige dieser Zersetzungsprodukte; während des Keimens erfolgt aber — wegen Einwirkung besonderer proteolytischer Fermente — eine Spaltung der Albuminstoffe des Samenkorns, so daß sich in den jungen Keimlingen reichliche Mengen von Aminosäuren nachweisen lassen. Namentlich aus den von E. Schulze und seinen Schülern angestellten bahnbrechenden Untersuchungen¹⁾ geht hervor, daß sich beim Keimen außer einer bedeutenden Menge Asparagin und Glutamin folgende Zersetzungsprodukte bilden: Aminovaleriansäure, Leucin, Isoleucin, Phenylalanin, Tyrosin, Tryptophan, α -Pyrrolidincarbonsäure, Arginin, Lysin, Histidin. Einen großen Teil dieser Stoffe müssen wir also im Preßsaft der von uns angewandten, ca. 8 Tage alten Keimlinge anzutreffen erwarten; ob sich außerdem — wie z. B. E. Schulze zu vermuten geneigt ist — beim Keimen auch noch Polypeptide bilden, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen; alles in allem scheinen indes die beim Keimen gebildeten Zersetzungsprodukte in mehreren Beziehungen denjenigen Zersetzungsprodukten ähnlich zu sein, die sich unter der Einwirkung von Trypsin + Erepsin auf die Albuminstoffe im tierischen Organismus bilden, und da man durch Versuche nachgewiesen hat, daß diese Zersetzungs-

¹⁾ Eine Übersicht über diese Untersuchungen findet sich in den «Landwirtschaftl. Jahrbüchern», Bd. XXXV: E. Schulze, Über den Abbau und den Aufbau organischer Stickstoffverbindungen in den Pflanzen.

produkte imstande sind, das Stickstoffgleichgewicht im tierischen Organismus zu erhalten, lag es nahe, zu versuchen, ob dasselbe mit den Zersetzungsprodukten aus der jungen Keimpflanze der Fall sei. Wie untenstehende Versuche ergeben, erweist es sich, daß dies nicht der Fall ist: die Summe aller Zersetzungsprodukte der jungen Keimpflanzen ist nicht imstande, das Stickstoffgleichgewicht im tierischen Organismus herzustellen. In den Wurzelknollen findet sich hauptsächlich Asparagin (Kartoffeln) oder Glutamin (Rüben), außerdem wurden aber auch Arginin, Histidin, Lysin, Leucin, Isoleucin und Tyrosin nachgewiesen.

Experimenteller Teil.

Bevor wir zur Beschreibung der Versuche mit «Pflanzenamiden» schreiten, die durch Auspressung von Pflanzenteilen dargestellt wurden, teilen wir erst zwei Versuche mit Verfütterung von Asparagin mit, um zu zeigen, wie dieser Stoff sich im Organismus der Ratte verhält.

Versuch I.

Das Futter war: 20 g Asparagin, 20 g Cellulose, 100 g Fett, 5 g Salze.
N = 2,54^{0/0}.

	Ge- wicht	g Futter	mg N aufge- nommen	mg N im Urin	mg N in den Faeces	Total- N	N abgesetzt
22./9. 03	158	—	—	—	—	—	—
23.	147	9,0	229	186	—	—	—
24.	147	8,2	208	238	—	—	—
25.	148	8,6	218	276	47,3	323,3	÷105,3
26.	145	8,9	226	274	47,2	321,2	÷ 95,2
27.	144	6,8	173	216	51,0	267,0	÷ 94,0
28.	137	6,8	173	228	61,5	289,5	÷106,5
29.	135	7,7	196	196	46,3	242,3	÷ 46,3
30.	133	6,1	155	222	46,9	268,9	÷113,9
1. 10.	133	6,8	173	202	43,6	245,6	÷ 72,6
2.	130	5,4	137	160	47,7	207,7	÷ 70,7
3.	128	6,4	163	190	47,1	237,1	÷ 74,1
4.	125	5,0	127	160	32,5	192,5	÷ 65,5

Versuch I. — Fortsetzung.

	Ge- wicht	g Futter	mg N aufge- nommen	mg N im Urin	mg N in den Faeces	Total- N	N abgesetzt
5./10. 03	125	7,3	185	190	33,0	223,0	÷ 38,0
6.	123	5,2	132	160	30,9	190,9	÷ 58,9
7.	121	5,4	137	168	46,7	214,7	÷ 77,7
8.	120	4,8	122	168	45,0	213,0	÷ 91,0
9.	120	6,2	157	134	25,0	159,0	÷ 2,0
10.	120	5,8	147	166	31,9	197,9	÷ 50,9
11.	118	5,0	127	156	18,3	174,3	÷ 47,3
12.	117	5,5	140	156	23,4	179,4	÷ 39,4
13.	116	6,1	155	162	20,8	182,8	÷ 27,8
14.	115	5,8	147	164	22,9	186,9	÷ 39,9
15.	115	4,4	112	124	18,6	142,6	÷ 30,6
16.	114	5,1	130	150	22,9	172,9	÷ 42,9
17.	113	4,3	109	122	19,9	141,9	÷ 32,9
18.	111	4,9	124	158	14,6	172,6	÷ 48,6
19.	108	3,4	86	110	15,8	125,8	÷ 39,8
20.	105	3,7	94	114	12,5	126,5	÷ 32,5
21.	103	3,3	84	114	11,9	125,9	÷ 41,9
22.	101	3,4	86	118	9,7	127,7	÷ 41,7
23.	98	3,4	86	106	14,8	120,8	÷ 34,8
24.	98	3,7	94	102	7,5	109,5	÷ 15,5
25.	96	2,9	74	100	6,3	106,3	÷ 32,3
26.	94	3,0	76	100	7,7	107,7	÷ 31,7
27.	93	2,6	66	92	10,4	102,4	÷ 36,4
28.	90	2,8	71	94	7,1	101,1	÷ 30,1
29.	88	2,6	66	88	3,8	91,8	÷ 25,8
30.	87	1,8	46	84	7,5	91,5	÷ 45,5
31.	85	3,2	81	98	7,5	95,8	÷ 14,8
1./11.	84	1,6	41	74	7,4	81,4	÷ 40,4
2.	83	3,1	79	92	6,9	98,9	÷ 19,9
3.	83	2,8	71	100	8,1	108,1	÷ 37,1
4.	82	3,0	76	96	7,0	103,0	÷ 27,0
5.	78	2,0	51	104	11,5	115,5	÷ 64,5

Aus diesem Versuche geht hervor, daß das Asparagin nicht imstande war, den Abgang von Stickstoff aus dem Organismus zu verhindern, ja, der Verlust an Stickstoff ist so bedeutend, daß nicht einmal von einer Herabsetzung des Stickstoffabganges durch Asparaginfütterung die Rede zu sein scheint. Daß wirklich keine solche Ersparnis stattfindet, ergibt folgender Versuch.

Versuch II.

Das Futter war: Vom 15./12. 04 bis 22./12. 04: 180 g Fett, 70 g Zucker, 30 g Cellulose, 10 g Salze. Vom 22./12. bis 29./12. war das Futter: 20 g Asparagin, 90 g Fett, 15 g Zucker, 15 g Cellulose, 5 g Salze. N = 2,60%. Vom 29.12.04 bis 5./1.05 war das Futter dasselbe wie während der Periode I.

	Ge- wicht	g Futter	mg N aufge- nommen	mg N im Urin	mg N in den Faeces	Total- N	N abgesetzt.	
15. 12. 04	220	—	—	—	—	—	—	Periode I
16.	204	—	—	173	—	—	—	
17.	196	6,0	—	193	—	—	—	
18.	195	6,0	—	98	14,4	112,4	÷ 112,4	
19.	192	6,0	—	121	12,2	133,2	÷ 133,2	
20.	189	6,0	—	83	17,7	100,7	÷ 100,7	
21.	?	6,0	—	66	13,9	79,9	÷ 79,9	
22.	187	6,0	156,0	201	11,1	212,1	÷ 56,1	Periode II
23.	188	6,0	156,0	220	10,9	230,9	÷ 74,9	
24.	183	6,0	156,0	207	14,7	221,7	÷ 65,7	
25.	181	6,0	156,0	211	21,8	232,8	÷ 76,8	
26.	182	6,0	156,0	211	10,0	221,0	÷ 65,0	
27.	180	6,0	156,0	190	37,9	227,9	÷ 71,9	
28.	178	6,0	156,0	207	11,2	218,2	÷ 62,2	
29.	176	6,0	—	67	15,6	82,6	÷ 82,6	Periode III
30.	173	6,0	—	50	14,4	64,4	÷ 64,4	
31.	173	6,0	—	45	11,7	56,7	÷ 56,7	
1./1. 05	173	6,0	—	45	11,1	56,1	÷ 56,1	
2.	173	5,6	—	55	8,8	63,8	÷ 63,8	
3.	167	6,0	—	42	23,6	65,6	÷ 65,6	
4.	169	6,0	—	39	9,0	48,0	÷ 48,0	

In diesem Versuche wurde während der Periode I ein Futter gegeben, das keinen Stickstoff enthielt. Am letzten Tage dieser Periode betrug der Stickstoffverlust 79,9 mg N. Während der Periode II, wo die Nahrung Asparagin enthielt, sank der Stickstoffverlust bis auf 67,5 mg (Durchschnitt der Zahlen vom 22./12. bis 28./12.). Während der Periode III war das Futter wieder stickstofffrei und hier war der durchschnittliche Stickstoffabgang (wenn die Zahl für den 29./12. nicht mitgerechnet wird) = 59,0 mg. Aus diesem Versuch geht also hervor, daß der Asparaginzusatz keine Ersparnis des Stickstoffverlustes ergeben hat, indem dieser während der Periode III geringer ist als während der Periode II. Das Asparagin scheint mithin für den Stickstoffumsatz zunächst ohne irgendwelche Bedeutung gewesen zu sein.

Versuch III.

Das Futter war: 49 g trockener Extrakt aus Malzkeimen, 30 g Fett, 30 g Cellulose und ca. 25 g Wasser. N = 1,67%.

	Ge- wicht	g Futter	mg N im Futter	mg N im Harn	mg N in den Faeces	Total- N	N abgesetzt
10./11. 04	158	—	—	—	—	—	—
11.	144	0	—	122	—	—	—
12.	144	7	117	166	—	—	—
13.	140	7	117	142	71,6	213,6	÷ 96,6
14.	134	7	117	166	47,7	213,7	÷ 96,7
15.	130	7	117	182	61,0	243,0	÷ 126,0
16.	130	10	167	188	90,4	278,4	÷ 111,4
17.	130	10	167	167	87,6	254,6	÷ 87,6
18.	131	10	167	147	98,5	245,5	÷ 78,5
19.	129	10	167	130	104,0	234,0	÷ 67,0
20.	131	10	167	132	77,5	209,5	÷ 42,5
21.	128	10	167	135	104,2	239,2	÷ 72,2
22.	123	10	167	122	111,1	233,1	÷ 66,1
23.	119	10	167	133	103,9	236,9	÷ 69,9
24.	118	10	167	130	121,2	251,2	÷ 84,2
25.	119	10	167	125	86,2	211,2	÷ 44,2

Die in diesem Versuche angewandte «Amidsubstanz» war aus gedörrten Malzkeimen dargestellt worden, die mehrmals mit siedendem Wasser ausgezogen wurden. Der gewonnene Auszug wurde eingedampft, wodurch eine stark hygroskopische Masse entstand, die sich erst nach Zusatz von Cellulose trocknen und darauf pulverisieren ließ. Aus den Versuchszahlen geht deutlich hervor, daß der angewandte stickstoffhaltige Stoff nicht vermochte, den Organismus in N-Gleichgewicht zu bringen — der tägliche Stickstoffverlust ist im Gegenteil so groß, daß nicht einmal von einer nennenswerten ersparenden Wirkung der «Amide» auf den Stickstoffumsatz die Rede sein kann, trotzdem die zugeführte Menge Stickstoff im Verhältnis zur Größe des Tieres als reichlich bezeichnet werden muß.

Die nächsten drei Versuche wurden mit ca. 8 Tage alten etiolierten Keimlingen der *Vicia Faba* angestellt. Die Keimlinge wurden in einer Fleischzerkleinerungsmaschine zerlegt und darauf gepreßt: der Preßkuchen wurde mit siedendem Wasser ausgezogen; der Saft + Wasser wurde bis zum Sieden erhitzt und man setzte behutsam Essigsäure zu; darauf wurde filtriert und das Filtrat wurde im Vakuum eingedampft.

Versuch IV.

Futter: Extrakt aus Keimlingen der *Vicia Faba* = 20 g, Fett = 60 g,
Cellulose = 12 g, Salze = 3 g, N = 2,135%.

	Ge- wicht	g Futter	mg N aufge- nommen	mg N im Urin	mg N in den Faeces	Total- N	N abgesetzt
14./3. 06	177	—	—	—	—	—	—
15.	159	0	—	100	—	—	—
16.	154	6	128,1	149	—	—	—
17.	154	6	128,1	220	—	—	—
18.	157	6	128,1	110	—	—	—
19.	155	6	128,1	160	31,0	191,0	÷ 62,9
20.	154	6	128,1	160	32,7	192,7	÷ 64,6
21.	152	6	128,1	157	27,8	184,8	÷ 56,7
22.	153	6	128,1	147	34,2	181,2	÷ 53,1
23.	151	5,6	119,6	142	35,8	177,8	÷ 58,2

Dieser Versuch ist von ganz kurzer Dauer, da das Tier zu fressen aufhörte, ein Umstand, der nicht so gar selten eintritt und der bewirkt, daß eine nicht geringe Anzahl der Versuche kassiert werden muß. Indes zeigt der Versuch doch einen deutlichen Stickstoffabgang trotz Zufuhr reichlichen Stickstoffs.

Versuch V.

Das Futter war vom 27./3. 06 bis 5./4. 06: Extrakt aus Keimlingen der *Vicia Faba* = 20 g, Cellulose = 12 g, Fett = 60 g, Salze = 3 g, N = 2,175%. Vom 5./4. 06 war das Futter: Zucker = 20 g, Cellulose = 12 g, Fett = 60 g, Salze = 3 g.

	Ge- wicht	g Futter	mg N aufge- nommen	mg N im Urin	mg N in den Faeces	Total- N	N abgesetzt	
27./3. 06	210	—	—	—	—	—	—	
28.	191	0	—	91	—	—	—	
29.	188	7	152,3	218	—	—	—	
30.	187	7	152,3	187	49,2	236,2	—	
31.	183	7	152,3	150	35,9	185,9	÷ 33,6	Periode I
1./4.	184	7	152,3	173	26,5	199,5	÷ 47,2	
2.	183	7	152,3	165	46,0	211,0	÷ 58,7	
3.	181	7	152,3	197	35,7	232,7	÷ 80,4	
4.	182	7	152,3	170	40,4	210,4	÷ 58,1	
5.	183	7	0	101	31,8	132,8	÷ 132,8	Periode II
6.	183	6	0	56	20,7	76,7	÷ 76,7	
7.	178	7	0	73	19,0	92,0	÷ 92,0	
8.	174	5,6	0	53	12,1	65,1	÷ 65,1	
9.	172	5,7	0	36	12,3	48,3	÷ 48,3	
10.	171	6,1	0	42	17,2	59,2	÷ 59,2	
11.	167	5,7	0	59	12,2	71,2	÷ 71,2	

Aus diesem Versuche geht ebenfalls hervor, daß die in Pflanzenkeimen befindlichen stickstoffhaltigen Stoffe, die keine Albuminstoffe sind, nicht das Vermögen besitzen, das Stickstoffgleichgewicht im Organismus herzustellen, indem vom 31. 3. bis 5. 4. durchschnittlich ein täglicher Verlust von 55,6 mg N stattfindet. Indes zeigt der Versuch, daß zweifelsohne doch

einige Ersparnis am Stickstoffumsatz anzutreffen ist: während des oben genannten Zeitraums, wo das Tier täglich 152,3 mg N im Futter erhielt, war der Stickstoffverlust, wie gesagt, 55,6 mg täglich. Während der folgenden Periode, wo die Nahrung keinen Stickstoff enthielt, stieg der tägliche Stickstoffverlust (wenn man die Zahl für den 5. 4. außer Betracht läßt) bis auf 68,8. Da nun der Stickstoffverlust in allen unseren Versuchen bei gleichartiger Fütterung ein fortwährendes Sinken darbietet, je nachdem der Versuch fortschreitet, sind die hier gefundenen Verhältnisse gewiß als eine albuminstoffersparende Wirkung der «Amidsubstanz» der Pflanzenkeime zu erklären; von einer starken Wirkung kann hier aber keine Rede sein.

Versuch VI.

Das Futter war: Vom 23./2. 06 bis 7./3. 06: Trockener Wasserextrakt aus Keimlingen der *Vicia Faba* = 19,8 g, Fett = 50 g, Cellulose = 4 g, Salze = 2 g, N = 2,09%. Vom 7./3. 06 bis 8./3. 06 war das Futter: Witte-Pepton = 10 g, Zucker = 10 g, Cellulose = 6 g, Fett = 50 g, Salze = 2 g, N = 1,94%.

	Ge- wicht	g Futter	mg N aufge- nommen	mg N im Urin	mg N in den Faeces	Total- N	N abgesetzt
23./2. 06	187	—	—	—	—	—	—
24.	158	0	—	82	—	—	—
25.	157	6	125,4	143	—	—	—
26.	156	6	125,4	216	44,6	260,6	÷ 135,2
27.	155	6	125,4	168	31,1	199,1	÷ 73,7
28.	156	6	125,4	153	30,5	183,5	÷ 58,1
1./3.	156	6	125,4	137	—	—	—
2.	154	6	125,4	184	33,3	217,3	÷ 91,9
3.	148	6	125,4	136	45,9	181,9	÷ 56,5
4.	151	6	125,4	176	34,4	210,4	÷ 85,0
5.	148	6	125,4	158	34,8	192,8	÷ 67,4
6.	146	6	125,4	168	36,6	204,6	÷ 79,2
7.	146	6	116,4	70	22,5	92,5	+ 23,9
8.	149	6	116,4	80	19,1	99,1	+ 17,3

Auch in diesem Versuche ist der tägliche Verlust an Stickstoff bei Fütterung mit «Amidsubstanz» sehr beträchtlich. An den beiden letzten Tagen des Versuches, am 7. 3. und 8. 3., wurde die «Amidsubstanz» der Nahrung gegen Wittepepton umgetauscht, was eine schlagende Wirkung hervorbringt. Trotzdem die Stickstoffmenge des Futters von 125,4 mg auf 116,4 mg sinkt, bewirkt der Umtausch dennoch, daß der Stickstoffumsatz eine Änderung von $\div 79,2$ in $+ 23,9$, bzw. $+ 17,3$ erfährt, d. h. statt eines bedeutenden Stickstoffverlustes tritt jetzt eine erhebliche Stickstoffablagerung ein.

Versuch VII.

Das Futter war: Vom 28./4. 06 bis 3./5. 06: Fett = 50 g, Cellulose = 12 g, Zucker = 30 g, Salze = 3 g. Vom 3./5. 06 bis 13./5. 06 war das Futter: Extrakt aus Keimlingen von *Phaseolus vulgaris* = 30 g, Cellulose = 12 g, Fett = 50 g, Salze = 3 g, N = 2,28%. Vom 13./5. bis 20./5. war das Futter wie während der Periode I.

	Ge- wicht	g Futter	mg N aufge- nommen	mg N im Urin	mg N in den Faeces	Total- N	N abgesetzt	
28./4. 06	161	5	—	43	9,9	52,9	$\div 52,9$	Periode I
29.	164	5	—	37	10,3	47,3	$\div 47,3$	
30.	160	5	—	37	7,7	44,7	$\div 44,7$	
1./5.	158	5	—	33	12,3	45,3	$\div 45,3$	
2.	161	5	—	27	8,2	35,2	$\div 35,2$	
3.	156	5	114,0	112	36,4	148,4	$\div 34,4$	Periode II
4.	155	5	114,0	115	40,3	155,3	$\div 41,3$	
5.	156	5	114,0	108	21,4	129,4	$\div 15,4$	
6.	154	5	114,0	107	50,2	157,2	$\div 43,2$	
7.	151	5	114,0	120	44,3	164,3	$\div 50,3$	
8.	149	5	114,0	140	36,0	176,0	$\div 62,0$	
9.	148	5	114,0	112	35,2	147,2	$\div 33,2$	
10.	148	5	114,0	130	36,6	166,6	$\div 52,6$	
11.	147	5	114,0	88	40,1	128,1	$\div 14,1$	
12.	145	5	114,0	108	37,8	145,8	$\div 31,8$	

Versuch VII. — Fortsetzung.

	Ge- wicht	g Futter	mg N aufge- nommen	mg N im Urin	mg N in den Faeces	Total- N	N abgesetzt	
13.	145	5	—	70	29,1	99,1	÷ 99,1	Periode III
14.	143	5	—	39	8,8	47,8	÷ 47,8	
15.	143	5	—	30	11,5	41,5	÷ 41,5	
16.	143	5	—	34	10,8	44,8	÷ 44,8	
17.	139	5	—	36	10,2	46,2	÷ 46,2	
18.	139	5	—	25	9,6	34,6	÷ 34,6	
19.	138	4,8	—	34	10,3	44,3	÷ 44,3	

In diesem Versuche kam der Auszug aus ca. 8 Tage alten etiolierten Keimlingen der Zwergbohne (*Phaseolus vulgaris*) zur Anwendung. Auch dieser Versuch zeigt das Unvermögen der «Amidsubstanzen», das Stickstoffgleichgewicht im Körper herzustellen: andererseits legen die Zahlen für den Stickstoffverlust aber dar, daß diese Stoffe albuminersparend wirken können, wenn auch nicht in hohem Maße. Während der Periode I, wo das Futter stickstofffrei ist, beträgt die Stickstoffabgabe durchschnittlich 45,8 mg pro Tag. Während der Periode II, wo das Futter 114 mg N («Amidsubstanzen») enthält, ist diese Abgabe bis auf 37,8 gesunken, um während der Periode III (die Zahl für den 13. 5. nicht mitgerechnet), wo das Futter wieder stickstofffrei ist, abermals bis auf 43,2 zu steigen.

Versuch VIII.

Das Futter war vom 30./12. 04 bis 8./1. 05: Fett = 18 g, Zucker = 7 g, Cellulose = 3 g, Salze = 1 g. Vom 8./1. bis 15./1. war das Futter: «Amidsubstanzen» aus Kartoffeln = 83 g, Fett = 100 g, Cellulose = 17 g, NaCl = 3 g, N = 2,64‰.

	Ge- wicht	g Futter	mg N aufge- nommen	mg N im Urin	mg N in den Faeces	Total- N	N abgesetzt
29./12. 04	181	—	—	—	—	—	—
30.	168	5	—	173	—	—	—
31.	161	5	—	206	—	—	—
1./1. 05	155	5	—	114	30,5	144,5	÷ 144,5
2.	148	5	—	157	26,1	183,1	÷ 183,1
3.	144	5	—	192	16,8	208,8	÷ 208,8
4.	141	5	—	155	15,1	170,1	÷ 170,1
5.	136	6	—	91	?	?	?
6.	135	6	—	47	25,7	72,7	÷ 72,7
7.	134	6	—	43	14,2	57,2	÷ 57,2
8.	137	6	158,4	144	32,9	176,9	÷ 18,5
9.	140	5,9	155,8	156	33,5	189,5	÷ 33,7
10.	141	5,9	155,8	172	22,4	194,4	÷ 38,6
11.	134	4,8	126,7	192	48,0	240,0	÷ 113,3
12.	137	5,9	155,8	160	59,6	219,6	÷ 63,8
13.	132	5,8	153,1	180	45,8	225,8	÷ 72,7
14.	133	4,6	121,4	152	43,1	195,1	÷ 73,7
15.	126	3,8	100,3	143	23,8	166,8	÷ 66,5

In diesem Versuche wurden «Amidsubstanzen» aus Futterrüben angewandt. Wir stellten nicht so gar wenige Versuche mit diesen, aus Wurzelfrüchten dargestellten Stoffen an, meistens gelang deren Durchführung aber nicht, weil die Tiere oft Verdauungsstörungen bekamen und bald zu fressen aufhörten. Einige Male versuchten wir, die Kalisalze aus der «Amidsubstanz» zu entfernen, indem wir davon ausgingen, daß diese Salze möglicherweise die unangenehmen Wirkungen hervorrufen könnten, auch dieses Verfahren gab aber kein gutes Resultat. Aus dem Versuche geht übrigens hervor, daß der Stickstoffabgang trotz der reichlichen Stickstoffmenge des Futters sehr beträchtlich ist.

Versuch IX.

Das Futter war vom 9./1.07 bis 16.1.07: Amidsubstanzen aus Rüben + Cellulose = 75 g, Leimpepton = 12 g, Fett = 50 g, N = 1,82%. Vom 16./1. bis 22./1. war das Futter: Amidsubstanzen + Cellulose = 72 g, Cellulose = 3 g, Leimpepton = 12 g, Fett = 50 g, CaCO₃ = 2 g, N = 1,76%.

	Ge- wicht	g Futter	mg N aufge- nommen	mg N im Urin	mg N in den Faeces	Total- N	N abgesetzt
9./1. 07	132	—	—	—	—	—	—
10.	115	0	—	82	—	—	—
11.	116	4,6	83,7	88	—	—	—
12.	113	5	91,0	106	—	—	—
13.	113	5	91,0	93	15,1	108,1	÷ 17,1
14.	111	5	91,0	96	28,0	124,0	÷ 33,0
15.	111	5	91,0	83	18,9	101,9	÷ 10,9
16.	110	5	88,0	123	18,9	141,9	÷ 53,9
17.	107	5	88,0	111	25,2	136,2	÷ 48,2
18.	108	5	88,0	98	19,5	117,5	÷ 29,5
19.	110	7	123,2	121	19,7	140,7	÷ 17,5
20.	108	5	88,0	100	25,0	125,0	÷ 37,0
21.	105	3,7	65,1	84	18,7	102,7	÷ 37,6

Versuch X.

Das Futter war: Vom 7./1.07 bis 15./1.07: Amidsubstanzen aus Rüben + Cellulose = 75 g, Leimpepton = 12 g, Fett = 50 g, N = 1,82%. Vom 15./1.07 bis 24./1.07 war das Futter: Amidsubstanzen + Cellulose = 72 g, Cellulose = 3 g, Leimpepton = 12 g, Fett = 50 g, CaCO₃ = 2 g, N = 1,76%.

	Ge- wicht	g Futter	mg N aufge- nommen	mg N im Urin	mg N in den Faeces	Total- N	N abgesetzt
7./1. 07	267	—	—	—	—	—	—
8.	244	0	—	135	—	—	—
9.	250	10	182	184	—	—	—
10.	249	10	182	229	35,0	264	÷ 82,0
11.	253	10	182	213	32,7	245,7	÷ 63,7
12.	252	9	163,8	176	36,8	212,8	÷ 49,0
13.	248	10	182	235	37,0	272,0	÷ 90,0
14.	247	10	182	175	57,2	232,2	÷ 50,2
15.	246	8,4	147,8	186	37,0	223,0	÷ 75,2
16.	243	10	176	192	65,0	257,0	÷ 81,0
17.	238	10	176	203	71,6	274,6	÷ 98,6
18.	237	10	176	147	?	?	?
19.	240	11,3	198,9	201	46,5	247,5	÷ 48,6
20.	238	9,6	169	178	41,7	219,7	÷ 50,7
21.	236	10,7	188,3	180	50,3	230,3	÷ 42,0
22.	233	8,5	149,6	173	63,9	236,9	÷ 87,3
23.	233	9,5	167,2	176	25,9	201,9	÷ 34,7
24.	233	8,0	140,8	153	38,0	191,0	÷ 50,2

Diese beiden Versuche wurden angestellt, um zu untersuchen, ob es möglich sei, das Stickstoffgleichgewicht herzustellen, wenn man außer den aus Futterrüben dargestellten «Amiden» zugleich auch Leimpeptone verfütterte. Da die Exkreme an den ersten Tagen ziemlich dünn waren, änderten wir die Zusammensetzung des Futters ein wenig, u. a. durch Zusatz von mehr Cellulose und von ein wenig CaCO_3 , worauf die Exkreme wieder normal wurden. Das Ergebnis der Versuche ist, daß bei weitem kein Stickstoffgleichgewicht zustande gebracht wurde. Besonders im Versuch X ist die tägliche Stickstoffabgabe bedeutend.

Das Resultat der von uns an Ratten angestellten Fütterungsversuche ist in Kürze folgendes:

1. Asparagin als einzige stickstoffhaltige Substanz der

Nahrung ist nicht imstande, einen fortwährenden Verlust an Stickstoff zu verhüten.

2. Asparagin, als Zuschuß zu einem stickstofffreien Futter gegeben, ist ebenfalls nicht imstande, eine Ersparnis an dem fortwährend geschehenden Stickstoffverlust hervorzubringen.

3. «Amidsubstanzen», die aus ca. 8 Tage alten etiolierten Keimlingen (*Vicia Faba*, Malzkeimen, *Phaseolus vulgaris*) gewonnen werden, vermögen die Eiweißstoffe der Nahrung nicht zu ersetzen, können aber eine — wenn auch nur geringe — Ersparnis am täglichen Stickstoffverbrauch bewirken.

4. «Amide», die aus Kartoffeln dargestellt werden, scheinen keine Bedeutung als eiweißersparende Stoffe zu besitzen.

5. Amide aus Rüben im Verein mit Leimpeptonen sind nicht imstande, den Stickstoffverlust des Organismus zu decken.

Wie oben bemerkt, gilt das hier Gesagte von einem allesfressenden Tiere wie der Ratte, während die Sache sich für pflanzenfressende, besonders für wiederkauende Tiere, wie erwähnt, ganz anders stellt.