

Stoffwechselversuche mit Elastin.

Von

Emil Abderhalden und Ernst Ruehl.

(Aus dem physiologischen Institut der tierärztlichen Hochschule, Berlin.)

(Der Redaktion zugegangen am 20. September 1910.)

Wir verfolgten mit der folgenden Untersuchung zwei Fragestellungen. Einmal interessierte es uns, zu erfahren, wie dieses Albuminoid im tierischen Organismus verwertet wird, und dann versuchten wir festzustellen, ob dem Elastin eine eiweißsparende Wirkung zukommt. Das Elastin ist ein Protein, das in seiner Zusammensetzung wesentlich von derjenigen der gewöhnlichen Nahrungsproteine abweicht. Es enthält viel Glykokoll, Leucin und auffallend wenig Glutaminsäure.¹⁾ Histidin ist jüngst in einem Abbauprodukt des Elastins, dem sogenannten Hemi-elastin, nachgewiesen worden,²⁾ dagegen soll dem ganz «reinen» Elastin das Tryptophan fehlen.³⁾ Die Frage der Verwertbarkeit von Elastin im tierischen Organismus hat auch praktisches Interesse. Elastinhaltige Gewebe werden oft in beträchtlichem Umfange zu Wurstwaren verwendet.

Als Versuchstiere wählten wir Hunde. Das Elastin stellten wir nach der Vorschrift von Richards und Gies⁴⁾ aus Nackenbändern von Ochsen dar. Das erhaltene Präparat zeigte nach Verdauung mit Pepsinsalzsäure und auch nach Einwirkung von 25%iger Schwefelsäure bei 37° deutlich positive Glyoxylsäure-

¹⁾ Vgl. die Zusammenstellung bei Emil Abderhalden, Neuere Ergebnisse auf dem Gebiete der speziellen Eiweißchemie. Fischer, Jena, 1909.

²⁾ E. Wechsler, Zur Kenntnis des Hemi-elastins. Diese Zeitschrift, Bd. LXVII, S. 486, 1910.

³⁾ Vgl. hierzu L. Borchardt, Über die Assimilationsweise der Elastinalbumosen. Diese Zeitschrift, Bd. LI, S. 507, 1907.

⁴⁾ Vgl. Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden, Bd. II, S. 435, 1910.

reaktion. Ferner gab das Verdauungsprodukt Hemi-elastinreaktion. Da von früheren Autoren ein Tryptophangehalt resp. eine Glyoxylsäurereaktion beim Elastin nicht festgestellt werden konnte, müssen wir vorläufig annehmen, daß trotz aller Reinigungsversuche unser Elastinpräparat nicht ganz frei von Beimengungen war. Wir werden diesem Punkte noch ganz besondere Aufmerksamkeit widmen.

Die unten mitgeteilten Tabellen geben die erhaltenen Resultate wieder. In beiden Versuchsreihen machten wir zunächst die auffallende Beobachtung, daß die Resorption des in Form des Elastins verabreichten Stickstoffs mehr und mehr abnahm. Der Kotstickstoff war in der ersten Zeit gering. Schließlich erreichte er sehr hohe Werte. Wir haben, um einen besseren Einblick in die einzelnen Bilanzen geben zu können, den Kotstickstoff in einer besonderen Rubrik vom aufgenommenen Stickstoff abgezogen. Die immer schlechter werdende Ausnützung des Elastins erschwert etwas die Beurteilung der Resultate. Sicher ist das Elastin dem Fleisch nicht gleichwertig. Es vermochte dieses nicht zu ersetzen. Durch Casein und andere der gewöhnlichen Nahrungsproteine wäre ein Ersatz sicher möglich gewesen. Elastin ist ohne Zweifel den gewöhnlichen Proteinen nicht gleichwertig. Dagegen ist es ohne Zweifel imstande, Eiweiß zu sparen. Dafür sprechen die Versuchsperioden, in denen entweder ausschließlich Elastin gegeben wurde oder aber neben Fleisch Elastin zugeführt wurde. Da dem von uns verfütterten Elastin kein bekannter Baustein ganz fehlte, so schien es uns möglich, bei sehr reichlicher Elastinzufuhr schließlich zu einem Stickstoffgleichgewicht zu kommen. Leider scheiterten vorläufig alle diese Versuche daran, daß die Resorption nach wenigen Tagen so stark herabging, daß bald wieder negative Bilanzen und Gewichtsverluste auftraten. Jedenfalls scheint das von uns verwendete Elastin dem Leim, dem Bausteine ganz fehlen, überlegen zu sein.

Wir haben bei Gelegenheit dieser Versuche den Harn der Versuchstiere nach den Angaben von Borchardt¹⁾ auf

¹⁾ L. Borchardt, l. c. und Über das Vorkommen von Nahrungsalbumosen im Blut und im Urin. Diese Zeitschrift, Bd. LVII, S. 305, 1908.

Hemielastin untersucht. Der Erfolg war stets ein negativer. Wir prüften zunächst den unverdünnten Harn. Dann dampften wir ihn auf ein Zehntel ein usw., bis schließlich nur noch eine ganz geringe Flüssigkeitsmenge übrig blieb. Schließlich vereinigten wir die konzentrierten Harne verschiedener Tage und engten noch weiter ein. Trotz aller Bemühungen vermochten wir an keinem Tage auch nur eine Andeutung einer Elastinreaktion festzustellen. Dagegen wurde die Reaktion sofort positiv, wenn wir dem Harn sehr geringe Mengen einer peptischen Verdauungsflüssigkeit von Elastin zusetzten. Biuretreaktion war gleichfalls nie vorhanden.

Wir haben auf Grund dieser Beobachtungen zwei Hunden je 60 g Elastinpulver in Milch vermischt gegeben. Die beiden Versuchstiere nahmen das Futter freiwillig auf. Sie hatten vor der Fütterung 48 Stunden gehungert. Hund 1 wog 3500 g. Er wurde 5 Stunden nach der Elastineingabe getötet. Hund 2, vom Körpergewicht 5000 g, töteten wir 6 Stunden nach der Fütterung. In beiden Fällen war der Magen noch mit reichlichen Mengen von fast unverändertem Elastin gefüllt. Von der Milch waren nur noch Spuren zu entdecken. Bei beiden Versuchen entbluteten wir die Tiere in Äthernarkose von der Pfortader aus. Im ersten Falle gewannen wir 200 ccm Blut und bei Hund 2 300 ccm. Wir haben ferner den Magen und den ganzen Dünndarm, die Leber, die Nieren und die Milz zur Untersuchung auf Hemielastin verwendet. Ferner prüften wir den Mageninhalt auf dieses Abbauprodukt aus Elastin. Wir hielten uns bei der Verarbeitung des Blutes und der Organe genau an die Vorschriften von Borchardt. Wir gingen nur insofern weiter als er, daß wir nach den negativen Ergebnissen alle Organrückstände immer und immer wieder mit kaltem Wasser zerrieben und auspreßten. Stets prüften wir auch hier in verschiedenen Konzentrationen auf Hemielastin. Das Resultat war stets ein völlig negatives. Auch der aus der Harnblase entnommene Harn gab keine Reaktion. Stets war auch die Biuretreaktion negativ. Wir hatten nach der Mitteilung von Borchardt mit Bestimmtheit eine positive Reaktion erwartet und vermutet, daß vielleicht die unzweifelhaft vorhandene ge-

Versuchshund: Weißbrauner Wolfspitzbastard, männlich.

Datum	Ge- wicht in g	Futter	N des Futters in g	N des Fleisches in g	N des Elastins in g	Wasser in ccm	Harn- menge in ccm	Harn- menge in g	Kot- menge in g	Kot- menge in g	Gesamt- N-Aus- scheidung in g	N- des Futters Kotes in g	N- des Bilanz in g	Bemer- kungen
28. VII.	6700	—	—	—	—	100	70	2,4	—	0,08	2,48	—	—	2,48
29.	6750	40 g Fleisch	5,14	5,14	—	300	140	2,98	—	0,09	3,07	5,05	+ 2,07	
30.	6800	30 » Stärke	5,14	5,14	—	300	110	3,99	5,0	0,09	4,08	5,05	+ 1,06	
31.	6750	20 » Rohrzucker	5,14	5,14	—	200	—	2,90	—	0,65	3,55	4,49	+ 1,59	
1. VIII.	6850	25 » Fett	5,14	5,14	—	250	430	2,90	31,0	0,65	3,55	4,49	+ 1,59	
2.	6850	5 » Knochen- asche	5,14	5,14	—	250	110	3,29	—	0,29	3,58	4,85	+ 1,56	
3.	7050	—	5,14	5,14	—	250	115	3,06	11,0	0,28	3,34	4,86	+ 1,80	
4.	7050	20 g Fleisch	5,05	2,57	2,48	280	220	2,78	—	0,25	3,03	4,80	+ 2,02	
5.	7050	17 » Elastin 30 » Stärke 20 » Zucker	5,05	2,57	2,48	170	270	3,36	—	0,25	3,61	4,80	+ 1,45	
6.	7050	25 » Fett 5 » Knochenasche	5,05	2,57	2,48	280	225	3,60	—	0,25	3,85	4,80	+ 1,20	
7.	7050	20 g Fleisch	2,57	2,57	—	150	115	2,90	—	0,25	3,15	2,32	0,58	
8.	7050	30 » Stärke 20 » Zucker 25 » Fett	2,57	2,57	—	170	145	2,63	—	0,25	2,88	2,32	0,31	
9.	6900	5 » Asche	2,57	2,57	—	230	255	2,67	32,0	0,25	2,92	2,32	0,35	
10.	6850	17 g Elastin	2,48	—	2,48	275	265	2,42	—	0,66	3,08	1,82	—	0,60
11.	6750	30 » Stärke	2,48	—	2,48	275	280	2,54	—	0,66	3,20	1,82	—	0,72
12.	6720	20 » Zucker	2,48	—	2,48	300	285	2,66	—	0,66	3,32	1,82	—	0,81
13.	6600	25 » Fett	2,48	—	2,48	275	305	2,21	—	0,66	2,87	1,82	—	0,39
14.	6650	5 » Knochen- asche	2,48	—	2,48	185	160	1,92	32,0	0,66	2,58	1,82	—	0,10

Fortsetzung.

Datum	Ge- wicht in g	Futter	N des Futters in g	N des Fleisches in g	N des Elastins in g	Wasser in ccm	Harn- menge in ccm	Harn- N in g	Kot- menge in g	Kot- N in g	Gesamt- N-Aus- scheidung in g	N des Futters Kot- in g	N- Bilanz in g	Bemer- kungen
15.VIII.	6650	20 g Fleisch 17 „ Elastin 30 „ Stärke 20 „ Zucker 25 „ Fett	5,05	2,57	2,48	225	170	2,40	—	0,84	3,24	4,21	+1,81	
16.	6650	—	5,05	2,57	2,48	225	170	3,28	28,0	0,84	4,12	4,21	+0,93	
17.	6500	—	—	—	—	130	160	1,99	—	—	1,99	—	—	1,99 Hungertag
18.	6400	—	—	—	—	130	120	2,93	—	—	2,93	—	—	2,93
19.	6320	—	—	—	—	110	110	1,43	—	—	1,43	—	—	1,43
20.	6370	28 g Elastin	4,09	—	4,09	255	205	2,56	12,0	0,78	3,34	3,31	+0,75	
21.	6330	30 „ Stärke	4,09	—	4,09	285	255	4,18	12,0	0,78	4,96	3,31	-0,87	
22.	6320	20 „ Zucker	4,09	—	4,09	275	305	2,74	12,0	0,78	3,52	3,31	+0,57	
23.	6320	25 „ Fett	4,09	—	4,09	580	480	4,05	12,0	0,78	4,83	3,31	-0,74	
24.	6250	5 „ Knochen- asche	4,09	—	4,09	400	400	3,05	12,0	0,78	3,83	3,31	+0,26	
25.	6200	—	4,09	—	4,09	600	505	2,83	26,0	2,08	4,91	2,01	-0,82	
26.	6170	—	4,09	—	4,09	365	390	3,13	24,0	1,99	5,12	2,10	-1,03	
27.	6150	20 g Fleisch	2,57	2,57	—	250	280	2,22	12,0	0,62	2,84	1,95	-0,27	
28.	6150	30 „ Stärke	2,57	2,57	—	180	140	1,54	13,0	0,62	2,16	1,95	+0,41	
29.	6150	25 „ Fett	2,57	2,57	—	180	140	1,39	12,0	0,62	2,01	1,95	+0,56	
30.	6150	5 „ Knochen- asche	2,57	2,57	—	270	215	1,69	12,0	0,62	2,31	1,95	+0,26	

Fortsetzung.

Datum	Ge- wicht in g	Futter	N des Futters in g	N des Fleisches in g	N des Elastins in g	Wasser in ccm	Harn- menge in g	Harn- N in g	Kot- menge in g	Kot- N in g	Gesamt- N-Aus- scheidung in g	N des Futters - N des Kotes in g	N- Bilanz in g	Bemer- kungen
31.VIII.	6150	27 g Elastin	3,97	—	3,97	125	180	2,65	13,5	1,0	3,65	2,97	+ 0,32	
1. IX.	6100	30 » Stärke	3,97	—	3,97	360	350	2,73	13,5	1,0	3,73	2,97	+ 0,24	
2.	6050	20 » Zucker	3,97	—	3,97	275	245	2,51	25,0	1,97	4,48	2,00	- 0,51	
3.	6030	25 » Fett	3,97	—	3,97	340	330	3,10	24,0	2,19	5,29	1,78	- 1,32	
4.	6000	5 » Knochen- asche	3,97	—	3,97	210	225	2,81	24,0	2,18	4,99	1,81	- 1,02	
5.	5950		3,97	—	3,97	300	320	3,12	25,0	1,92	5,04	2,05	- 1,07	
6.	5850		3,97	—	3,97	460	410	2,83	25,0	1,92	4,75	2,05	- 0,78	
7.	5900	10 g Elastin	3,01	1,54	1,47	600	480	2,60	17,5	1,26	3,86	1,75	- 0,85	
8.	5850	12 » Fleisch	3,01	1,54	1,47	300	280	2,16	16,5	1,19	3,35	1,82	- 0,34	
9.	5800	20 » Zucker	3,01	1,54	1,47	300	310	2,66	31,2	2,18	4,84	0,83	- 1,83	
10.	5800	30 » Stärke	3,01	1,54	1,47	300	310	2,66	31,2	2,18	4,84	0,83	- 1,83	
		25 » Fett	3,01	1,54	1,47	300	310	2,66	31,2	2,18	4,84	0,83	- 1,83	
		5 » Knochen- asche	3,01	1,54	1,47	230	200	1,92	10,4	0,70	2,62	2,31	+ 0,43	
11.	5800	17 g Elastin	4,04	1,54	2,50	300	250	2,58	10,7	1,04	3,62	3,00	+ 0,42	
12.	5700	12 » Fleisch	4,04	1,54	2,50	300	300	3,19	21,9	1,62	4,81	2,42	- 0,77	
		20 » Zucker	4,04	1,54	2,50	300	300	3,19	21,9	1,62	4,81	2,42	- 0,77	
		25 » Fett	4,04	1,54	2,50	350	300	3,28	13,1	1,04	4,32	3,00	- 0,28	
13.	5780	30 » Stärke	4,04	1,54	2,50	350	300	3,28	13,1	1,04	4,32	3,00	- 0,28	
14.	5740	5 » Knochen- asche	4,04	1,54	2,50	500	480	2,83	32,2	2,35	5,18	1,69	- 1,14	

Versuchshund: Schwarzer Spitz, männlich.

Datum	Ge- wicht in g	Futter	N des Futters in g	N des Fleisches Elastins in g	N des Elastins in g	Wasser in cem	Harn- menge in cem	Harn- N in g	Kot- menge in g	Kot- N in g	Gesamt- N-Aus- scheidung in g	N des Futters Kotes in g	N- Bilanz in g	Bemer- kungen
31. VII.	9200	16 g Fleisch 20 » Elastin	4,90	1,99	2,91	—	—	2,38	3,5	0,26	2,64	4,64	+ 2,26	
1. VIII.	8800	40 » Stärke	4,90	1,99	2,91	125	215	2,38	3,6	0,25	2,63	4,65	+ 2,27	
2.	8700	20 » Rohrzucker 30 » Fett	4,90	1,99	2,91	—	205	3,87	3,5	0,26	4,13	4,64	+ 0,77	
3.	8920	5 » Knochen- asche	4,90	1,99	2,91	50	—	3,87	3,6	0,25	4,12	4,65	+ 0,78	
4.	8800		4,90	1,99	2,91	175	365	3,87	3,6	0,26	4,13	4,64	+ 0,77	
5.	8650	16 g Fleisch 40 » Stärke	1,99	1,99	—	300	—	1,96	3,6	0,26	2,22	1,73	— 0,23	
6.	8850	20 » Zucker 30 » Fett	1,99	1,99	—	150	—	1,96	7,0	0,41	2,37	1,58	— 0,38	
7.	8970	5 » Asche	1,99	1,99	—	100	285	1,96	7,0	0,40	2,36	1,59	— 0,37	
8.	8750	20 g Elastin	2,91	—	2,91	275	405	1,96	7,0	0,41	2,37	2,50	+ 0,54	
9.	8820	40 » Stärke 20 » Zucker	2,91	—	2,91	120	—	3,13	12,2	0,52	3,65	2,39	— 0,74	
10.	8940	30 » Fett	2,91	—	2,91	85	—	3,13	12,1	0,51	3,64	2,40	— 0,73	
11.	8650	5 » Asche	2,91	—	2,91	300	445	3,13	12,2	0,52	3,65	2,39	— 0,74	
12.	8800	16 g Fleisch 20 » Elastin	4,97	2,06	2,91	155	—	2,04	19,0	1,06	3,10	3,91	+ 1,87	
13.	8820	40 » Stärke 30 » Fett	4,97	2,06	2,91	120	—	2,04	19,0	1,05	3,09	3,92	+ 1,88	
14.	8850	5 » Asche	4,97	2,06	2,91	185	—	2,04	19,0	1,06	3,10	3,91	+ 1,87	

Fortsetzung.

Datum	Ge- wicht in g	Futter	N des Futters in g	N des Fleisches in g	N des Elastins in g	Wasser in ccm	Harn- menge in ccm	Harn- N in g	Kot- menge in g	Kot- N in g	Gesamt- N-Aus- scheidung in g	N des Futters N des Kotes in g	N- Bilanz in g	Bemer- kungen
15. VIII.	8650	20 g Elastin 40 » Stärke	2,91	—	2,91	130	200	2,04	5,3	0,29	2,33	2,62	+ 0,58	
16.	8650	20 » Zucker 30 » Fett	2,91	—	2,91	155	100	3,68	5,4	0,30	3,98	2,61	- 1,07	
17.	8440	5 » Asche	2,91	—	2,91	165	320	3,68	5,3	0,29	3,97	2,62	- 1,06	
18.	8120	—	—	—	—	300	390	2,92	—	—	2,92	—	- 2,92	hungert
19.	8050	—	—	—	—	20	—	2,37	—	—	2,37	—	- 2,37	hungert
20.	8050	—	—	—	—	240	—	2,36	—	—	2,36	—	- 2,36	hungert
21.	7720	—	—	—	—	5	235	2,37	—	—	2,37	—	- 2,37	hungert
22.	8050	28 g Elastin	4,09	—	4,09	20	—	4,07	7,5	0,45	4,52	3,64	- 0,43	
23.	7950	40 » Stärke 20 » Zucker	4,09	—	4,09	405	490	4,07	7,5	0,45	4,52	3,64	- 0,43	
24.	8100	30 » Fett	4,09	—	4,09	140	—	3,88	7,5	0,45	4,33	3,64	- 0,24	
25.	7900	5 » Asche	4,09	—	4,09	500	370	3,88	7,5	0,45	4,33	3,64	- 0,24	

ringere Verwertbarkeit des Elastins verglichen mit den gewöhnlichen Nahrungsproteinen darauf zurückzuführen sei, daß ein Teil des Elastinstickstoffs dem Organismus in Form von Hemi-elastin entzogen wird. Für unsere Versuchstiere haben wir nach dieser Richtung keine Anhaltspunkte gewinnen können. Borchardt hat im Gegensatz zu unserer Feststellung die Hemi-elastinreaktion im Blute und den Geweben beobachtet. Wir dürfen deshalb aus unseren Versuchen vorläufig nur schließen, daß nach Verabreichung großer Elastinmengen und nach über viele Tage sich erstreckender Fütterung von Elastin Hemi-elastin weder im Harn, noch im Blute und den Geweben zu erscheinen braucht. Wir betrachten die ganze Frage noch nicht für spruchreif und werden durch weitere Versuche festzustellen suchen, unter welchen Bedingungen Hemi-elastin die Darmwand passiert.