

Über die Verwertung einzelner Aminosäuren im Organismus des Hundes unter verschiedenen Bedingungen.

Von

Emil Abderhalden und Joseph Markwalder.

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

(Der Redaktion zugegangen am 27. März 1911.)

Im hiesigen Institut ist die Frage in Angriff genommen worden, welche Aminosäuren unentbehrlich sind. Die Grundlage für die Durchführbarkeit derartiger Untersuchungen gab der exakte Nachweis, daß vollständig bis zu Aminosäuren abgebautes Eiweiß für solches im Stoffwechsel eintreten kann. Zunächst wurde das Tryptophan entfernt.¹⁾ Es zeigte sich, daß dann das vorher bestehende Stickstoffgleichgewicht nicht mehr aufrecht erhalten werden konnte, sobald an Stelle von vollständig abgebautem Casein das gleiche Präparat minus Tryptophan verabreicht wurde.²⁾ Der Harn wurde während des ganzen Versuches gesammelt und auf Aminosäuren mit Hilfe von β -Naphthalinsulfochlorid verarbeitet. Während bei der Verfütterung des abgebauten Caseins in dem gesamten Harn nur geringfügige Mengen von Aminosäure nachweisbar waren, ergab der Urin, welcher während der Verfütterung von Casein minus Tryptophan gesammelt worden war, einen auffallend großen Gehalt an Aminosäuren. Bemerkenswerterweise war auch Glykokoll vorhanden, obwohl im verfütterten Materiale diese Aminosäure fehlte. Neben Glykokoll ließen sich noch mit Sicherheit Alanin und Tyrosin nachweisen. Mit dem Fehlen des Tryptophans war offenbar die Verwertbarkeit der noch vorhandenen Aminosäuren herabgesetzt. In einer späteren Arbeit³⁾

¹⁾ Vgl. hierzu Emil Abderhalden, Weiterer Beitrag zur Frage nach der Verwertung von tief abgebautem Eiweiß im tierischen Organismus. VIII. Mitt. Diese Zeitschrift. Bd. LVII. S. 348, 1908.

²⁾ Für diese Frage kommen die kürzlich veröffentlichten, allzu kurzfristigen Versuche von Loeb selbstverständlich nicht in Betracht. Vgl. Adam Loeb, Über den Eiweißstoffwechsel des Hundes und über die Abscheidung der Galle bei Fütterung mit Eiweiß und Eiweißabbauprodukten, mit besonderer Berücksichtigung der zeitlichen Verhältnisse. Zeitschrift für Biologie, Bd. LV. S. 167, 1910.

³⁾ Emil Abderhalden und Dimitrie Manoliu, Weiterer Beitrag

ist versucht worden, die Gelatine durch Zusatz der fehlenden und der in geringer Menge vorhandenen Aminosäuren in ihrem Werte als Eiweißersatz zu heben. Gleichzeitig wurde die Gelatine vor der Verfütterung bis zu den einfachsten Bausteinen, den Aminosäuren, abgebaut. Auch bei diesen Versuchen haben wir den Harn während der einzelnen Perioden gesammelt und auf Aminosäuren untersucht. Es zeigte sich, daß die meisten Aminosäuren im Harn erschienen, wenn die Gelatine mit dem Zusatze am wenigsten imstande war, für Eiweiß einzutreten. Diese Erfahrungen ließen es als wünschenswert erscheinen, auf einer breiteren Grundlage das Verhalten einzelner Aminosäuren im tierischen Organismus unter verschiedenen Bedingungen zu verfolgen. Wir gingen zunächst von möglichst einfachen Verhältnissen aus und prüften, ob während einer Hungerperiode verabreichte Aminosäuren ein verschiedenes Verhalten zeigen, je nachdem sie allein oder bei gleichzeitigem Zusatz von Kohlenhydraten resp. Fett verfüttert werden. Die vorliegende Fragestellung gewinnt ein weiteres Interesse durch eine Beobachtung von Knoop.¹⁾ Dieser Forscher hat vor kurzem gezeigt, daß β -Benzylbrenztraubensäure im Organismus des Hundes amidiert und in Phenylaminobuttersäure übergeführt wird. Ferner hat neuerdings Embden²⁾ Beziehungen zwischen stickstofffreien und stickstoffhaltigen Verbindungen festgestellt. Embden lenkt in dieser Mitteilung die Aufmerksamkeit auf eine Arbeit von Lüthje³⁾ hin, in der bereits auf nahe Beziehungen zwischen Kohlenhydraten und Aminosäuren hingewiesen wird.

Wir haben bei unsern Versuchen zunächst im Harn von

zur Frage nach der Verdauung von tief abgebautem Eiweiß im tierischen Organismus. Diese Zeitschrift, Bd. LXV, S. 336, 1910.

¹⁾ F. Knoop. Über den physiologischen Abbau der Säuren und die Synthese einer Aminosäure im Tierkörper. Diese Zeitschrift, Bd. LXVII, S. 489, 1910.

²⁾ Gustav Embden und Ernst Schmitz. Über synthetische Bildung von Aminosäuren in der Leber. Biochemische Zeitschrift, Bd. XXIX, S. 423, 1910.

³⁾ H. Lüthje. Zur Frage der Eiweißsynthese im tierischen Körper. Pflügers Archiv, Bd. CXIII, S. 547, 1906.

Hunden, welche hungerten, den Stickstoffgehalt, die Menge des Ammoniak- und des Aminostickstoffes nach Sörensen ermittelt. Dann gaben wir bestimmte Aminosäuren in Mengen von je 10 g. In einer weiteren Periode fügten wir Rohrzucker oder Fett hinzu. In allen Perioden wurden im Harn die gleichen Werte, wie oben erwähnt, festgestellt. Die erhaltenen Resultate ergeben sich aus der folgenden Übersicht.

Versuch I.

Dachshündin, eingesetzt am 9. I. 1911.

Monat Januar	Körper- gewicht in g	Wasser- auf- nahme in ccm	Urin- menge in ccm	Gesamtstickstoff des Urins in g	Ammoniak- stickstoff in g	Amino- stickstoff in g
I. Hungerperiode.						
10.	4800	150	200	5,807 (2,403 p. d.)	0,347 (0,173)	0,199 (0,099)
11.	4550	—				
12.	4450	30	85	2,516	0,167	0,067
13.	4350	50	75	2,223	0,176	0,043
14.	4250	150	180	2,509	0,161	0,049
15.	4140	150	205	3,220	0,201	0,086
II. Periode: 10 g Glykokoll = 1,866 g N.						
16.	3950	150	250	5,075	0,277	0,461
17.	3850	150	305	6,881	0,160	0,694
III. Periode: 10 g Glykokoll = 1,866 g N + 50 g Rohrzucker + 20 g Schweinefett.						
18.	3650	150	220	5,352	0,254	0,138
19.	3500	150	120	4,508	0,126	0,333

Mittelzahlen aus den einzelnen Perioden.

	Urin- menge in ccm	Stickstoff- gehalt des Urins in ccm	Ammoniak- stickstoff in g	Amino- stickstoff in g
I. Hungerperiode	124	2,713	0,175	0,074
II. 10 g Glykokoll = 1,866 g N .	277	5,978	0,219	0,578
III. 10 g Glykokoll = 1,866 g N + 50 g Rohrzucker + 20 g Schweinefett	170	4,930	0,190	0,235

Versuch II.

Spitzhündin, eingesetzt am 19. I. 1911.

Monat und Tag	Körpergewicht in g	Wasser- auf- nahme in ccm	Urin- menge in ccm	Gesamt- stick- stoff in g	Am- moni- stickstoff in g	Amino- stick- stoff in g	Be- merkungen
I. Hungerperiode.							
Januar 20.	4900	200	135	2,153	0,168	0,042	
„ 21.	4800	200	210	2,705	0,147	0,073	
„ 22.	4700	200	160	1,224	0,191	0,124	
„ 23.	4600	200	250	2,561	0,274	0,174	
„ 24.	4550	200	150	1,055	0,048	0,047	
„ 25.	4450	200	210	2,038	0,100	0,068	
II. Periode: 10 g Glykokoll = 1,866 g N.							
„ 26.	4400	200	180	1,459	0,008	1,213	
„ 27.	4250	200	255	3,919	0,120	1,294	
III. Periode: Hunger.							
„ 28.	4150	200	225	3,277	0,134	0,090	
„ 29.	4100	200	200	2,313	0,123	0,079	
IV. Periode: 10 g Glykokoll + 50 g Rohrzucker.							
„ 30.	4050	200	—	—	—	—	} Erbrochen
„ 31.	3950	200	—	—	—	—	
Februar 1.	3750	200	—	—	—	—	
„ 2.	3750	200	150	1,994	0,084	0,651	
„ 3.	3650	200	290	2,594	0,067	0,689	
„ 4.	3700	200	220	2,261	0,055	0,764	
„ 5.	3600	200	260	2,117	0,081	0,773	
V. Periode: 10 g Glykokoll = 1,866 g N.							
„ 6.	3800	200	260	2,451	0,095	1,207	
„ 7.	3500	200	165	2,086	0,050	0,822	

Mittelzahlen aus den einzelnen Versuchsperioden.

	Urin- menge in ccm	Gesamt- stickstoff in g	Ammoni- stickstoff in g	Amino- stickstoff in g
I. Hungerperiode	186	1,956	0,155	0,088
II. 10 g Glykokoll = 1,866 g N .	218	2,689	0,064	1,249
III. Hungerperiode	212,5	2,795	0,129	0,085
IV. 10 g Glykokoll = 1,866 g N + 50 g Rohrzucker (2. II.—5. II.) . . .	230	2,241	0,068	0,679
V. 10 g Glykokoll = 1,866 g N .	212,5	2,269	0,073	1,015

Versuch III.

Terrierhündin, eingesetzt am 28. I.

Monat und Tag	Körpergewicht in g	Wasser-aufnahme in ccm	Urin-menge in ccm	Gesamtstickstoff in g	Ammoniakstickstoff in g	Aminostickstoff in g	Bemerkungen
I. Hungerperiode.							
Januar 29.	4900	200	130	1,641	0,068	0,089	
30.	4850	200	165	1,499	0,084	0,094	
31.	4750	200	220	1,820	0,084	0,074	
II. Periode: 10 g d-Alanin = 1,573 g N.							
Februar 1.	4600	200	220	2,532	0,014	0,396	
2.	4450	200	280	2,646	0,112	0,798	
III. Periode: Hunger.							
3.	4400	200	80	1,373	0,060	0,045	
4.	4400	200	160	1,981	0,096	0,051	
IV. Periode: 10 g d-Alanin = 1,573 g N + 50 g Rohrzucker.							
5.	4200	200	260	2,230	0,094	0,326	
6.	4100	200	200	1,593	0,042	0,598	Erbrochen
7.	4150	200	135	3,622	0,130	0,151	
8.	4000	200	230	2,226	0,121	0,257	

Mittelzahlen aus den einzelnen Versuchsperioden.

	Urin-menge in ccm	Gesamtstickstoff in g	Ammoniakstickstoff in g	Aminostickstoff in g
I. Hungerperiode	172	1,653	0,082	0,086
II. 10 g d-Alanin = 1,573 g N .	250	2,614	0,063	0,597
III. Hungerperiode	120	1,677	0,078	0,048
IV. 10 g d-Alanin = 1,573 g N + 50 g Rohrzucker	206	2,418	0,097	0,340

Versuch IV.

Wolfspitz, eingesetzt am 8. Februar 1811.

Monat und Tag	Körpergewicht in g	Wasser- aufnahme in ccm	Urin- menge in ccm	Stickstoff- gehalt des Harnes in g	Am- moniak- stickstoff in g	Amino- stickstoff in g
I. Periode: Hunger.						
Februar 9.	8100	300	200	4.989	—	—
» 10.	8000	350	220	1.116	0,034	0,064
» 11.	7850	350	320	3.280	0,142	0,082
» 12.	7600	350	380	2.267	0,106	0,076
» 13.	7500	350	330	2.968	0,093	0,75
II. Periode: 10 g d-Alanin = 1,573 g Aminostickstoff.						
» 14.	7450	350	320	3,044	0,109	0,115
» 15.	7200	350	360	4,564	0,280	0,210
III. Periode: Hunger.						
» 16.	7100	350	280	2,097	0,059	0,109
» 17.	6950	350	360	2,087	0,092	0,076
IV. Periode: 10 g d-Alanin = 1,573 g N + 80 g Rohrzucker.						
» 18.	7000	350	270	2,463	0,154	0,098
» 19.	6850	350	370	3,711	0,196	0,126
» 20.	6900	350	100	1,098	0,061	0,048
» 21.	6750	350	380	3,402	0,252	0,158
» 22.	6750	350	300	2,519	0,093	0,103
V. Periode: 80 g Rohrzucker.						
» 23.	6650	350	300	1,899	0,084	0,084
» 24.	6550	350	400	1,865	0,123	0,073

Versuch IV.

Fortsetzung.

Monat und Tag	Körpergewicht in g	Wasser- aufnahme in ccm	Urin- menge in ccm	Stickstoff- gehalt des Harnes in g	Am- moniak- stickstoff in g	Amino- stickstoff in g
---------------	-----------------------	-------------------------------	--------------------------	---	--------------------------------------	------------------------------

VI. Periode: 10 g d-Alanin = 1,573 g N + 34 g Schweinefett.

Februar 25.	6500	350	320	2,346	0,095	0,115
26.	6550	350	290	2,225	0,075	0,121

VII. Periode: 34 g Schweinefett.

27.	6500	350	270	1,418	0,070	0,068
28.	6380	350	350	1,625	0,081	0,087
März 1.	6340	350	350	1,458	0,064	0,076

Mittlere Werte der einzelnen Perioden.

	Urin- menge in ccm	Stick- stoff- gehalt des Harnes in g	Am- moniak- stickstoff in g	Amino- stickstoff in g
I. Periode: Hunger	290	2,924	0,093	0,074
II. Periode: 10 g d-Alanin = 1,573 g Aminostickstoff	340	3,804	0,194	0,162
III. Periode: Hunger	320	2,092	0,075	0,092
IV. Periode: 10 g d-Alanin = 1,573 g N + 80 g Rohrzucker	285	2,638	0,151	0,106
V. Periode: 80 g Rohrzucker	350	1,882	0,104	0,078
VI. Periode: 20 g d-Alanin = 1,573 g N + 34 g Schweinefett	300	2,285	0,085	0,118
VII. Periode: 34 g Schweinefett	320	1,500	0,071	0,077

Versuch V.

Dachsbastard, eingesetzt am 8. Februar 1911.

Monat Februar Tag	Körper- gewicht in g	Wasser- auf- nahme in ccm	Urin- menge in ccm	Stickstoff- gehalt des Harns in g	Am- moniak- stickstoff in g	Amino- stick- stoff in g	Bemerkungen
I. Periode: Hunger.							
9.	5400	200	180	2,318	—	—	
10.	5300	200	200	1.865	0.105	0.063	
11.	5250	200	220	3.168	0.133	0.077	
12.	5050	200	275	2.850	0.132	0.057	
13.	4900	200	370	2.236	0.112	0.084	
II. Periode: 10 g Glykokoll = 1.866 g Aminostickstoff.							
14.	4800	200	250	3.361	0.109	0.195	
15.	4680	200	250	3.521	0.100	0.183	
III. Periode: Hunger.							
16.	4600	200	150	1.371	0.059	0.067	
17.	4500	200	210	2.062	0.094	0.043	Kot. Spuren von N
IV. Periode: 10 g Glykokoll = 1.866 g N + 50 g Rohrzucker.							
18.	4300	200	160	2.765	0.140	0.080	
19.	4300	200	180	2.297	0.121	0.079	
20.	4250	200	180	1.896	0.052	0.053	
V. Periode: 50 g Rohrzucker.							
21.	4250	200	170	1.673	0.069	0.057	
22.	4200	200	170	1.638	0.032	0.052	

Mittlere Werte der einzelnen Perioden.

	Urin- menge in ccm	Stickstoff- gehalt des Harns in g	Ammoniak- stickstoff in g	Amino- stickstoff in g
I. Periode: Hunger	250	2.487	0.120	0.070
II. Periode: 10 g Glykokoll = 1.866 g Aminostickstoff	250	3.441	0.104	0.189
III. Periode: Hunger	180	1.716	0.077	0.055
IV. Periode: 10 g Glykokoll = 1.866 g N + 10 g Rohrzucker	180	2.319	0.104	0.076
V. Periode: 50 g Rohrzucker	170	1.656	0.050	0.054

Versuch VI.

Pinscherbastard ♂, eingesetzt am 25. Februar 1911.

Monat und Tag	Körpergewicht in g	Wasser- auf- nahme in g	Urin- menge in ccm	Stickstoff- gehalt des Harns in g	Am- moniak- stick- stoff in g	Amino- stick- stoff in g	An- merkungen
I. Periode: Hunger.							
Febr. 27.	6800	300	270	1.169	0.069	0.066	
28.	6600	300	350	2.995	0.182	0.084	
II. Periode: 10 g Glykokoll = 1.866 g Aminostickstoff + 70 g Rohrzucker.							
März 1.	6500	300	300	3.864	0.179	0.073	
2.	6500	300	300	3.647	0.182	0.084	
III. Periode: 70 g Rohrzucker.							
3.	6400	300	300	1.735	0.112	0.070	
4.	6350	300	300	1.638	0.098	0.070	
IV. Periode: 10 g Glykokoll = 1.866 g N + 30 g Schweinefett.							
5.	6220	300	420	3.763	0.172	0.125	Kot
6.	6200	200	175	2.783	0.090	0.067	
7.	6100	300	330	4.000	0.173	0.135	Kot
8.	6100	300	260	2.810	0.081	0.101	
V. Periode: 30 g Fett.							
9.	6050	300	300	3.092	0.168	0.112	
10.	6000	300	330	2.148	0.104	0.106	Kot
VI. Periode: 10 g Glykokoll = 1.866 g N.							
11.	5750	300	400	3.315	0.106	0.202	
12.	5650	300	330	2.760	0.059	0.165	
13.	5500	350	450	2.988	0.098	0.182	
VII. Periode: Hunger.							
14.	6500	300	240	2.629	0.107	0.061	
15.	5400	300	325	2.870	0.145	0.065	

Versuch VI.

Fortsetzung.

Monat und Tag	Körpergewicht in g	Wasser- auf- nahme in g	Urin- menge in ccm	Stickstoff- gehalt des Harns in g	Am- moniak- stick- stoff in g	Amino- stick- stoff in g	An- merkungen
VIII. Periode: 10 g Tyrosin = 0,774 g Aminostickstoff.							
März 16.	5300	300	470	3,857	0,175	0,070	
„ 17.	5280	300	320	3,501	0,140	0,084	Kot 23 g N = 0,998 g N
IX. Periode: 70 g Rohrzucker.							
„ 18.	5200	300	270	2,437	0,130	0,054	
X. Periode: 10 g Tyrosin = 0,774 g N + 70 g Rohrzucker.							
„ 19.	5150	300	370	3,360	0,140	0,105	
„ 20.	5050	300	320	3,348	0,100	0,092	Kot 25,1 g = 0,882 g N

Mittelwerte der einzelnen Perioden.

	Urin- menge in ccm	Stickstoff- gehalt des Harns in g	Am- moniak- stickstoff in g	Amino- stickstoff in g
I. Periode: Hunger	310	2,082	0,125	0,075
II. Periode: 10 g Glykokoll = 1,866 g Aminostickstoff + 70 g Rohrzucker	300	3,755	0,180	0,078
III. Periode: 70 g Rohrzucker	300	1,686	0,105	0,070
IV. Periode: 10 g Glykokoll = 1,866 g N + 30 g Schweinefett	296	3,339	0,129	0,107
V. Periode: 30 g Schweinefett	315	2,620	0,136	0,109
VI. Periode: 10 g Glykokoll = 1,866 g Aminostickstoff	390	3,021	0,088	0,183
VII. Periode: Hunger	280	2,749	0,126	0,063
VIII. Periode: 10 g Tyrosin = 0,774 g Aminostickstoff	395	3,679	0,157	0,077
IX. Periode: 70 g Rohrzucker	270	2,437	0,130	0,054
X. Periode: 10 g Tyrosin = 0,774 g N + 70 g Rohrzucker	345	3,354	0,120	0,098

Versuch VII.

Hofhund ♀, eingesetzt am 26. Februar 1911.

Monat März Tag	Körper- gewicht in g	Wasser- auf- nahme in ccm	Urin- menge in ccm	Stickstoff- gehalt des Harnes in g	Am- moniak- stickstoff in g	Amino- stick- stoff in g	Be- merkungen
I. Periode: Nach 4 Hungertagen 10 g d-Alanin = 1.573 g Aminostickstoff + 90 g Rohrzucker.							
2.	8550	350	320	2.915	0.214	0.104	
3.	8500	350	300	2.710	0.200	0.098	
II. Periode: 90 g Rohrzucker.							
4.	8450	350	340	1.605	0.084	0.126	
5.	8300	350	370	1.379	0.173	0.107	Kot
III. Periode: 10 g d-Alanin = 1.573 g N + 38.5 g Schweinefett.							
6.	8250	350	260	2.520	0.134	0.076	
7.	8300	350	230	2.434	0.093	0.103	
8.	8200	350	380	3.363	0.196	0.112	Kot
IV. Periode: 38.5 g Schweinefett.							
9.	8150	350	300	2.338	0.093	0.089	
10.	8050	350	370	1.951	0.112	0.056	
V. Periode: 10 g d-Alanin = 1.573 g N.							
11.	7900	350	330	2.071	0.076	0.106	
12.	7650	350	480	4.784	0.196	0.136	
13.	7550	350	300	2.943	0.128	0.124	
VI. Periode: Hunger.							
14.	7580	350	270	1.771	0.070	0.070	
15.	7400	350	400	2.698	0.164	0.046	
VII. Periode: 10 g Leucin = 1.069 g Aminostickstoff.							
16.	7300	350	390	2.944	0.170	0.045	
17.	7200	350	370	2.919	0.157	0.053	Kot 12.8 g = 0.34 g N
VIII. Periode: 90 g Rohrzucker.							
18.	7150	350	330	1.800	0.140	0.032	
IX. Periode: 10 g Leucin = 1.069 g N + 90 g Rohrzucker.							
19.	7070	350	350	2.120	0.256	0.097	
20.	7100	350	310	2.050	0.227	0.088	

Versuch VII.

Fortsetzung.

Mittlere Werte der einzelnen Perioden.

	Urin- menge in ccm	Stick- stoff- gehalt des Harnes in g	Am- moniak- stickstoff in g	Amino- stickstoff in g
I. Periode: 10 g d-Alanin = 1.573 g Aminostickstoff + 90 g Rohrzucker	310	2.812	0.207	0.101
II. Periode: 90 g Rohrzucker	355	1.492	0.128	0.116
III. Periode: 10 g d-Alanin = 1.573 g N + 38.5 g Schweinefett	290	2.772	0.141	0.097
IV. Periode: 38.5 g Schweinefett	335	2.144	0.101	0.072
V. Periode: 10 g d-Alanin = 1.573 g N	370	3.279	0.133	0.122
VI. Periode: Hunger	335	2.234	0.117	0.058
VII. Periode: 10 g Leucin = 1.069 g Aminostickstoff	380	2.931	0.163	0.049
VIII. Periode: 90 g Rohrzucker	330	1.800	0.140	0.032
IX. Periode: 10 g Leucin = 1.069 g N + 90 g Rohrzucker	330	2.085	0.241	0.092

Versuch I und II zeigen deutlich, daß die gleichzeitige Verabreichung von Rohrzucker den Aminostickstoffwert des Harns herabsetzt. In einem Falle (Versuch I) wurde neben Rohrzucker noch Schweinefett gegeben. Auch bei Eingabe von d-Alanin ist ein Einfluß der Kohlenhydratzugabe auf den Aminostickstoffwert des Harnes deutlich vorhanden.

Vergleicht man bei Versuch IV die Mittelzahlen aus den einzelnen Perioden, so ergibt sich, wie bei den analogen Perioden der Versuche I–III, daß nach Zufuhr von 10 g d-Alanin = 1,573 g Stickstoff der Ammoniakstickstoff und der Aminostickstoff anstieg, verglichen mit der reinen Hungerperiode. Der Zusatz von 80 g Rohrzucker resp. 34 g Schweinefett zum d-Alanin bewirkte in Übereinstimmung mit Versuch III, daß beide Werte niedriger ausfielen. Vergleicht man die Gesamtstickstoffwerte des Urins, dann zeigt sich, daß bei den einzelnen Perioden zum Teil beträchtliche Retentionen stattgefunden haben.

Versuch V zeigt, wie Versuch I und II, die Ausscheidung von Aminostickstoff nach Verabreichung von Glykokoll mit und ohne Zusatz von Rohrzucker. Wurde gleichzeitig Rohrzucker gegeben, dann sank der Aminostickstoffwert beträchtlich; während die Ammoniakausscheidung gleich blieb. Die Resorption der verabreichten Aminosäure war in allen Fällen eine sehr gute.

Bei Versuch VI haben wir vergleichende Versuche mit Glykokoll und Rohrzucker und der gleichen Aminosäure — Fett ausgeführt. Bei Verabreichung des Kohlenhydrates war der Aminostickstoffwert geringer, als bei Zusatz von Fett und in beiden Fällen bedeutend niedriger, als wenn Glykokoll allein verabreicht wurde. Endlich haben wir auch l-Tyrosin gegeben. Der größte Teil dieser Aminosäure blieb unresorbiert. Wir konnten aus dem Kot 7,5 g (18. III.) resp. 7,2 g (20. III.) Tyrosin wiedergewinnen. Die gewonnenen Resultate lassen sich aus diesem Grunde zur Entscheidung unserer Fragestellung nicht verwerten. Auffallend ist, daß während der Tyrosinperiode, trotz der geringen Resorption, der Stickstoffgehalt des Urins beträchtlich anstieg.

Der siebente Versuch gibt einen Einblick in das Verhalten des Organismus gegenüber d-Alanin bei Zugabe von Rohrzucker resp. Schweinefett und ohne jeden Zusatz. Beim d-Alanin machte sich die Beigabe von Kohlenhydraten resp. von Fett, im Gegensatz zu dem Verhalten von Glykokoll, wenig bemerkbar. Der Versuch mit l-Leucin ist wegen der vereinzelt beobachteten Beobachtung noch nicht diskutierbar. Aus dem Kot konnten wir 0,15 g l-Leucin isolieren.

Fassen wir alle Beobachtungen zusammen, dann ergibt sich zunächst aus unseren Versuchen ein verschiedenes Verhalten von Glykokoll und d-Alanin im Organismus des Hundes. Bei ersterem machte sich ein Zusatz von stickstofffreien Substanzen — Rohrzucker resp. Schweinefett — deutlich in der Art bemerkbar, daß der im Harn ausgeschiedene Aminostickstoff erheblich abfiel. Beim d-Alanin war dieser Einfluß auch deutlich vorhanden, jedoch in nicht so ausgesprochenem Maße. Bei Eingabe von d-Alanin erschien im allgemeinen auch weniger

Aminostickstoff im Urin als bei Verabreichung von Glykokoll.

Erwähnt sei noch, daß wir die Resultate der Formoltitration in einzelnen Fällen mit Hilfe von Triketohydrindenhydrat (Ruhemann) kontrolliert haben. Wir gingen so vor, daß wir den Urin so lange mit Wasser verdünnten, bis die Blaufärbung bei Zusatz des erwähnten Reagens ausblieb. Wir setzten dann den Stickstoffgehalt des gesamten Urins in Beziehung zu der eine eben noch positive Reaktion gebenden Verdünnung. Die Resultate stimmten mit den nach Sörensen gefundenen Aminostickstoffwerten überein, doch stießen wir insofern auf Schwierigkeiten, als der Ammoniakgehalt des Harns erheblich stört. Wir können deshalb unseren vorläufigen Versuchen noch keine Beweiskraft zuerkennen. Endlich wurde auch der in den einzelnen Perioden gesammelte Urin der Behandlung mit β -Naphthalinsulfochlorid unterworfen. Es konnten die einzelnen verfütterten Aminosäuren nachgewiesen werden. Von einer auch nur annähernd quantitativen Bestimmung war keine Rede. Entspricht man der unerläßlichen Forderung der Reindarstellung der isolierten β -Naphthalinsulfoprodukte, dann schrumpfen die zuerst erhaltenen Mengen ganz erheblich zusammen. Rohprodukte in Rechnung zu setzen, ist nach unseren reichlichen Erfahrungen auf diesem Gebiete ganz unstatthaft. Alle Angaben in der Literatur, die sich nur auf die Tatsache der Bildung eines β -Naphthalinsulfoderivates oder auch eines anderen Aminosäurederivates beziehen, ohne ausgeführte Identifizierung, sind wertlos.

Versuche unter ganz analogen Bedingungen mit Ammonsalzen — Ammoniumcarbonat und Ammoniumacetat — unter Zusatz von Kohlenhydraten resp. Fett und ferner von Ketosäuren (auf Grund der Versuche von Neubauer und Knoop) sind im hiesigen Institute im Gange.

Anhangsweise seien noch kurz Versuche gestreift, die von Emil Abderhalden in Angriff genommen worden sind, um die Frage nach der Herkunft des Glukosamins im Mucin zu entscheiden. Es ist nach den Erfahrungen von Knoop¹⁾ nicht unwahrscheinlich, daß Kohlenhydrate im Organismus direkt

¹⁾ l. c.

amidiert werden können. Ein derartiger Prozeß muß sich am leichtesten in den Speicheldrüsen nachweisen lassen. Die Zellen dieser Drüsen entnehmen dem Blut resp. der Lymphe das Baumaterial zur Bildung des Speichels. Im Mucin, dem charakteristischen Protein dieses Sekretes, findet sich auffallend viel Glukosamin. Es sprechen alle Beobachtungen dafür, daß in den Zellen der Speicheldrüsen dieser Aminosucker synthetisch aufgebaut wird. Wir haben nun versucht, eine derartige Synthese nachzuweisen. Die ersten Versuche wurden so ausgeführt, daß ganz frische Speicheldrüsen vom Pferde fein zerhackt wurden. Dann wurde der Brei mit Wasser verrührt und Traubenzucker resp. Lävulose und Aminosäuren (d-Alanin, l-Leucin und Glykoll) zugesetzt. Kontrollproben mit dem Brei allein, dem Brei + Dextrose resp. Lävulose und dem Brei + Aminosäuren wurden gleichzeitig angesetzt. Nach 24—48 stündigem Stehen bei 37° wurde das Gemisch mit Eisenhydroxyd enteweißt. Dann gaben wir zur Vergärung des Zuckers und der Aminosäure Hefe hinzu. Nachdem alles vergoren war, wurde wieder mit Eisenhydroxyd geschüttelt, filtriert und das Filtrat stark eingengt. Wir versuchten dann etwa vorhandenes Glukosamin als Hydantoin oder als salzsaures Salz abzuscheiden. Die Kontrollversuche verliefen alle ohne Ausnahme negativ, dagegen gelang es in zwei Fällen, bei Zusatz von d-Alanin + Traubenzucker und in einem Falle bei Zusatz von Fruchtzucker + d-Alanin, Glukosamin in einwandfreier Weise nachzuweisen. Die Ausbeute war in beiden Fällen so gering — angewandt 50 g Speicheldrüsenbrei, 10 g d-Alanin und 10 g Zucker, gewonnen ca. 0,5 g Glukosamin —, daß wir es vorläufig nicht wagen, bestimmte Schlüsse zu ziehen. Erwähnt sei noch, daß wir selbstverständlich bei allen Kontrollversuchen, auch wenn kein Zusatz von Zucker oder Aminosäuren erfolgt war, Hefe angewandt haben, um zu prüfen, ob diese etwa Glukosamin bildet resp. abgibt. Nur eine sehr große Zahl von Versuchen kann entscheiden. Die wichtigste Fehlerquelle ist die Bildung von Glukosamin bei der Autolyse des Speicheldrüsenorgans. Versuche mit überlebenden Speicheldrüsen — Durchspülungsversuche — sind vielleicht noch eindeutiger.