

- Fig. 12. 2 Muskelzellen, denen ein feines Fäserchen anhängt; erhalten durch Zerpupfen von Muskelstückchen, die mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure behandelt waren. Hartn. Oc. III. Syst. 8.
- Fig. 13. Muskelzellen, denen Stücke des intramuskulären Netzes anhängen, erhalten durch Zerpupfen von Muskelstückchen, die in der Salzsäure — Glycerinmischung gelegen waren; bei b und c dringt eine Faser in die Zelle ein, bei c Theilung derselben. Hartn. Oc. III. Syst. 11.
- Fig. 14. Stückchen von Muskelzellen, deren intracelluläre Nervenfasern durch Gold gefärbt sind; bei b und c Theilungen derselben; a und b mit Hartn. Oc. III. Syst. 8, c mit Oc. III. Syst. 11 gezeichnet.

XVI.

Ueber das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff im Urin.

Von Dr. W. Zuelzer in Berlin.

Die Frage über die Bedeutung der mit dem Urin ausgeschiedenen Phosphorsäure ist bisher noch zu keiner allgemein acceptirten Lösung gediehen. Es ist zwar nachgewiesen, dass einzelnen physiologischen und pathologischen Zuständen gewisse regelmässig wiederkehrende Schwankungen im Gehalt des Urins an Phosphorsäure entsprechen; es ist aber bisher nicht gelungen, die Ursachen hiervon festzustellen und selbst über die absolute Menge der Ausscheidungen gehen die Angaben weit auseinander. Hierdurch wird es erklärlich, dass die Phosphorsäure, obgleich ihre grosse Bedeutung für den Aufbau wie für die Erhaltung des thierischen Organismus nicht verkannt wurde, bei den Untersuchungen über die Ernährung und den Stoffwechsel wenig in Rechnung gezogen werden konnte.

Vielfach richtete sich die Aufmerksamkeit auf die Beziehungen der Phosphorsäure-Ausscheidung zu dem Stoffwechsel der Nervensubstanz. Gestützt auf die Untersuchungen von N. Breed (*Annal. der Chemie u. Pharm.* Bd. 150), der eine Abnahme der Phosphorsäure während des Schlafes beobachtete, von Boecker (*Arch. f. gemeinsch. Arb.* Bd. 2), welcher eine Zunahme der Erdphosphate und ein erhebliches Sinken der an Alkalien gebundenen Phosphor-

säure im Schlaf wahrnahm, endlich von Mosler (s. u.), dass bei angestrengter geistiger Arbeit eine Vermehrung der Gesamtposphorsäure des Urins stattfindet, hält Donders ¹⁾ einen derartigen Zusammenhang für wahrscheinlich.

Freilich führten spätere Untersuchungen zu abweichenden Resultaten. Am meisten aber stand dieser Anschauung die Annahme entgegen, dass die Phosphate des Urins lediglich auf die Zersetzung der Eiweisskörper zurückzuführen seien. So kamen Bidder und Schmidt ²⁾ zu folgenden Schlüssen:

„Als stete Begleiter der Albuminate erscheinen die Phosphate nach Maassgabe der Betheiligung jener am Stoffwechsel in den intermediären und Endausscheidungen. Die Inanitionsreihe ³⁾ erweist unter Anderem diesen Parallelismus zur Evidenz. Der intermediäre Kreislauf umfasst nahezu die Hälfte der zur Nieren- und Darmexcretion bestimmten Quantität, beide werden durch den gleichzeitigen Oxydations- und Spaltungs-Prozess der in ihnen geeinten Albuminate bedingt.“

Dieselbe Anschauung wurde vielfach, namentlich durch v. Pettenkofer und Voit ⁴⁾, durch E. Bischoff ⁵⁾ u. A. m. vertreten. E. Bischoff resumirt die Resultate einer längeren Beobachtungsreihe folgendermaassen:

„Man ist im Stande beim Gleichgewichtszustande des Körpers mit der Nahrung nicht nur den Stickstoff, sondern auch die Phosphorsäure genau im Harn und Koth wiederzufinden. Giebt bei ungenügender Zufuhr der Körper von seiner eigenen Masse ab, so kommt nicht nur ein Plus im Stickstoff, sondern auch in der Phosphorsäure in den Excreten. Ist die Nahrung eine sehr reichliche oder werden Kohlehydrate oder Fett derselben beigegeben, so dass man nach dem Stickstoffdeficit einen Ansatz von eiweissartigen Stoffen annehmen muss, so fehlt auch eine gewisse Menge Phosphorsäure in den Aus-

¹⁾ Donders, Physiologie des Menschen, deutsche Ausg. v. Theile. 1856. S. 464.

²⁾ Bidder u. C. Schmidt, Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Mitau u. Leipzig, 1852. S. 409.

³⁾ Diese Reihe wird weiter unten mitgetheilt.

⁴⁾ v. Pettenkofer und Voit, Untersuchungen über den Stoffverbrauch des normalen Menschen. Zeitschr. f. Biologie. 1866. II. S. 544 u. a. m.

⁵⁾ E. Bischoff, Ueber die Ausscheidung der Phosphorsäure durch den Thierkörper. Zeitschr. f. Biologie. III. S. 309.

scheidungsproducten. Stickstoff und Phosphorsäure steigen und fallen also mit einander.“

Diese Annahme wurde zunächst von Engelmann ¹⁾ bestritten. Er untersuchte bei Gesunden bei ausreichender gleichmässiger Kost, im Zustande der Ruhe und Arbeit, die Ausscheidung des Harnstoffs und der Phosphorsäure und Schwefelsäure und kam zu dem Resultat, dass die Schwefelsäure- und Phosphorsäure-Ausscheidung durch körperliche Arbeit vermehrt wird. Dies geschieht aber nicht gleichmässig, sondern in der Weise, dass bei körperlicher Anstrengung die Schwefelsäure-Ausfuhr sofort ansteigt, die Vermehrung der Phosphorsäure ihr aber nur langsam nachfolgt. Der Harnstoff wird dagegen bei mässiger Arbeit vermindert, bei starker vermehrt. Demnach „herrsche kein Parallelismus in der Ausscheidung der Schwefelsäure (die Engelmann als ein sichereres Maass der Eiweisszersetzung betrachtet als den Stickstoff), der Phosphorsäure und des Harnstoffs“.

Allein, von diesen Einwänden abgesehen, erscheinen auch mannigfache anderweitige Beobachtungen mit jener Annahme nicht vereinbar. So bemerkte schon E. Bischoff selbst, dass beim Hungern eine verhältnissmässig grössere Menge Phosphorsäure, als dem Stickstoff entsprechen würde, ausgeschieden wird, „wahrscheinlich aus dem Plasma, ohne einen entsprechenden Eiweissumsatz“, da beim Hungern auch eine grössere Quantität Kochsalz und Gesamtasche im Harn gefunden wird als im zersetzten Fleisch enthalten ist.

Auch unter bestimmten anderen abnormen Bedingungen zeigt sich, dass die Ausscheidung der Phosphorsäure von wesentlich anderen Einflüssen abhängig ist als die des Stickstoffs.

So findet sich bei einem Geisteskranken Mendel's ²⁾ (Tabelle IX, hallucinatorische Verrücktheit, wobei zeitweise Bromkalium gereicht wurde) in 10 Tagen bei einer Gesamtzufuhr durch die Nahrung von 16,4 Grm. Phosphorsäure, eine Ausscheidung durch den Harn von 25,33 Grm., also ein Plus von fast 9 Grm., während sich der Harnstoff des Urins nur wenig alterirt zeigt.

Bei den Fütterungs-Versuchen mit an Phosphorsäure armer Nahrung ergeben sich ähnliche Resultate, die zum Theil noch er-

¹⁾ Engelmann, Schwefelsäure- und Phosphorsäure-Ausscheidung bei körperlicher Arbeit. Archiv f. Anatomie u. Physiol. 1871. S. 14.

²⁾ Mendel, Die Phosphorsäure im Urin von Gehirnkranken. Arch. f. Psych. III. S. 636.

hebrichere Differenzen im Verlauf der Curven für die Stickstoff- und Phosphorsäure-Ausscheidung darstellen.

Weiske ¹⁾ zeigte dass eine ausgewachsene Ziege, die 42 Tage hindurch mit Phosphorsäure-armer Nahrung gefüttert wurde und welche in derselben im Ganzen 52,5 Grm. Phosphorsäure erhielt, eine (nach einzelnen Versuchen berechnete) Ausscheidung durch den Harn, Koth und die Milch von 62,6 Grm. Phosphorsäure lieferte, also ein Plus von fast 20 pCt.

Forster ²⁾ unternahm eine grössere Versuchsreihe über die Fütterung von Thieren mit einer eiweissreichen Nahrung, der die Aschebestandtheile möglichst entzogen waren. Auch seine Versuchshunde schieden erheblich mehr Phosphorsäure aus, als in dem ihnen gereichten Futter enthalten war. In einem Versuche nahm der Hund in 33 Tagen im Ganzen 20,4 Grm. Phosphorsäure ein und entleerte 44,4 Grm.; in einem zweiten betrug die Gesamteinfuhr in 24 Tagen 21,9 und die Ausfuhr 51,7 Grm. Phosphorsäure. Dort wurden also 24, hier 29,8 Grm. Phosphorsäure mehr entleert als mit der Nahrung zugeführt, in beiden Fällen also mehr als die doppelte Quantität der in letzterer enthaltenen.

Dagegen betrug die Stickstoffausgabe im ersteren Falle 570 Grm. gegenüber einer Zufuhr von 510,7 Grm., der Verlust also nur 69,3 Grm. Im zweiten Falle sind eingenommen 576,7 und ausgeschieden 606,5 Grm. Stickstoff; der Körper des Versuchstieres verlor also nur 29,8 Grm. Stickstoff. — Würde man den Verlust, den die Thiere erlitten, auf „Fleisch“ berechnen, unter Zugrundelegung der weiterhin angeführten Analysen, wonach im Fleisch der Hunde auf 100 Stickstoff 13—14 Phosphorsäure enthalten sind, so würde dem Verlust an Phosphorsäure in dem einen Falle etwa das Dreifache, in dem anderen etwa das Siebenfache der Menge entsprechen, welche durch den Stickstoffverlust repräsentirt wird.

Diese und ähnliche Beobachtungen würden paradox erscheinen, wenn man die ausgeschiedenen Phosphate lediglich auf die Zersetzung der Eiweisskörper zurück führen wollte und deshalb annehmen müsste, dass der Stoffwechsel, wenn auch unter differenten Ein-

¹⁾ Weiske, Ueber den Einfluss von kalk- oder phosphorsäurearmer Nahrung auf die Zusammensetzung der Knochen. Zeitschr. f. Biologie. VII. S. 179 u. 333.

²⁾ Forster, Versuche über die Bedeutung der Aschebestandtheile in der Nahrung. Zeitschr. f. Biologie. IX. S. 297.

flüssen, die Componenten einer und derselben Substanz in höchst ungleichmässiger Weise betreffen könnte.

Bei der engen Beziehung der Phosphate zu den Albuminaten ist es zwar sicher, dass ein bestimmter Theil der Phosphorsäure in den Excreten, gleich dem Stickstoff in denselben, auf die Zersetzung der Eiweisskörper durch den Stoffwechsel zurückzuführen ist. Und soweit wird auch das Verhältniss zwischen beiden Stoffen in den Endausscheidungen, entsprechend der früheren Annahme, stabil bleiben müssen.

Dagegen haben wir alle Veranlassung, einen weiteren Theil der ausgeschiedenen Phosphorsäure auf die Zersetzung eines anderen dem Stoffwechsel unterliegenden Gewebsbildners zurückzuführen, und zwar des Lecithins, das, obgleich bei jeder Zellenbildung und als wesentlicher Bestandtheil des Nervenmarks von grosser Bedeutung, bei den Untersuchungen über den Stoffwechsel bisher keine Berücksichtigung gefunden hat.

Die Phosphorsäure ist auch in dieser Verbindung ein Begleiter des Stickstoffs; gegenüber den Eiweisskörpern aber ändert sich das Verhältniss zwischen beiden erheblich zu Gunsten der Phosphorsäure. Sobald daher der Stoffwechsel unter bestimmten Verhältnissen abwechselnd mehr die Lecithin- oder die Albumin-reichen Körperbestandtheile trifft, wird das Verhältniss zwischen Stickstoff und Phosphorsäure in den Excreten labil werden müssen. Da wir berechtigt sind anzunehmen, dass in beiden Fällen die Ausscheidung der Endproducte gleichmässig erfolgt, so wird sich aus ihrem Verhältniss schliessen lassen, in welchem Grade diejenigen Substanzen dem Stoffwechsel unterlegen sind, auf die sie zurück geführt werden müssen.

Es kommt für diese Untersuchung demnach nicht sowohl auf die absoluten Quantitäten des Stickstoffs und der Phosphorsäure im Excret an, als vielmehr auf Ermittlung des Verhältnisses, in dem sie zu einander stehen.

Das Verhältniss zwischen beiden Stoffen kann zweckmässig nur dadurch festgestellt werden, dass ermittelt wird, welche Quantitäten Phosphorsäure stets auf die gleiche Menge Stickstoff ausgeschieden werden, — also einen wie grossen Procentsatz die Quantität der Phosphorsäure zu der Quantität des Stickstoffs bildet.

Die Zahl, welche den Procentsatz der Phosphorsäure zum Stickstoff ausdrückt, kann man zum Unterschied von der absoluten

Bezeichnung als den relativen Werth der Phosphorsäure-Ausscheidung bezeichnen. Sobald alle Angaben vorhanden sind, wird man aus dieser Zahl auch, falls es nothwendig ist, die absoluten Werthe berechnen können.

Ich habe die Stickstoff-Ausscheidung und nicht die des Harnstoffs als Maassstab für die Grösse der Ausscheidungen gewählt und sowohl meine eigenen älteren wie die angeführten fremden Beobachtungen hierauf reducirt, weil ich mich in den letzten Monaten nicht mehr wie früher, der Titrirung des Harnstoffs durch Quecksilber (nach der Methode von Rautenberg) bediente, sondern des von Wagner modificirten Knop'schen Azotometers ¹⁾.

Ausserdem lässt sich das Verhältniss des Stickstoffs zur Phosphorsäure im Urin mit dem Verhältniss dieser Stoffe in den Nahrungsmitteln etc. direct vergleichen, während anderenfalls erst eine Umrechnung des Harnstoffs (event. der übrigen Stickstoff-führenden Substanzen) in Stickstoff nöthig würde. Endlich lassen sich die Zahlenunterschiede deutlicher bei Bezugnahme auf den Stickstoff als auf Harnstoff darstellen.

Ich habe in dieser Weise das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff im Urin für eine grössere Versuchsreihe ermittelt. Als Ausgangspunkt dienten Untersuchungen über den Einfluss der Ernährung auf die Zusammensetzung des Urins beim Hunde. Hiermit werden die normalen Verhältnisse für den Menschen und weiterhin der Einfluss abnormer resp. pathologischer Bedingungen verglichen.

I. Ueber das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff im Urin bei verschiedener Ernährungsweise.

1. Fleischnahrung.

Die nachstehende Uebersicht (Tabelle I) giebt die Quantitäten von Stickstoff und Phosphorsäure an, welche ein grosser Hund bei Fütterung mit fettfreiem Fleisch mit dem Urin entleerte. Die Untersuchung betrifft drei verschiedene Perioden, in denen täglich je

¹⁾ Das Verfahren ist von Wagner in der Zeitschrift für analytische Chemie 1874. IV. beschrieben. Wagner benutzt zur Stickstoffbestimmung mit dem Knop'schen Azotometer unterbromigsaures Natron. Zur Correction für die Absorptionsgrösse und das Gewicht des Stickstoffs bei verschiedenen Temperatur- und Barometerständen dienen die von Wagner mitgetheilten Dietrich'schen Tabellen.

500 Grm. Fleisch und eine Periode, während welcher täglich 800 Grm. Fleisch gefüttert wurde ¹⁾).

Tabelle I.

Fütterung mit fettfreiem Fleisch.

Jagdhund von circa 15 Kilogr. Körpergewicht, erhält täglich 500 Grm. fettfreies Fleisch. Die Untersuchung beginnt am 9. Tage.

		Stickstoff	Phosphor- säure	Relat. Werth d. Phosphors.
I.	15. Mai 1875	15,92	1,998	12,6
	16. - -	15,50	2,203	14,2
	17. - -	15,83	1,820	11,5
II.	20. - -	16,43	2,080	12,6
	21. - - (Urin z. Th. verl.)	10,21	1,326	12,9
	22. - -	14,94	1,945	13,0
III.	28. - -	14,05	1,995	14,2
	29. - -	16,01	1,947	12,1
Derselbe Hund erhält täglich 800 Grm. Fleisch.				
IV.	1. Juni -	25,68	3,297	12,8
	2. - -	24,95	3,395	13,6
	3. - -	23,44	2,837	12,1
	4. - -	25,21	3,255	12,9
		218,17	28,098	12,8

Diese Beobachtungen zeigen, dass das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff im Urin bei Fütterung mit fettfreiem Fleisch für 24stündige Zeiträume sehr constant bleibt, auch dann, wenn die Quantitäten der eingeführten Nahrung erheblich wechseln. Auf je 100 Theile Stickstoff werden durchschnittlich 12,8, im Maximum 14,2 und im Minimum 11,5 Theile Phosphorsäure ausgeschieden.

In den folgenden Tabellen sind einige Untersuchungsreihen von Bidder und Schmidt und von E. Bischoff zusammengestellt. Für die im Original notirten Harnstoffmengen sind die entsprechenden Stickstoffmengen substituirt und das procentische Verhältniss der Phosphorsäure zu diesen wie oben berechnet.

¹⁾ Nach den Durchschnittsbestimmungen von Moleschott sind in 100 Theilen Ochsenfleisch vom mageren Thier 2,7 Theile Stickstoff und 0,435 Theile Phosphorsäure enthalten. Das Verhältniss des ersteren zum letzteren ist also = 100 : 16,1. — E. Bischoff fand auf 100 Theile frischen Fleisches 3,4 Theile Stickstoff und 0,445 Phosphorsäure; das Verhältniss ist hiernach 100 : 13. Salkowsky giebt den Stickstoffgehalt des Muskelfleisches beim gemästeten Ochsen mit 2,9 und beim mageren Ochsen mit 3,14 pCt. Stickstoff an. Im Pferdefleisch sind die Stickstoffmengen etwas mehr veränderlich als im Ochsenfleisch.

Tabelle II.

Bidder und Schmidt¹⁾. In 24 Stunden und auf 1 Kilogr. Körpergewicht entleerten mit dem Urin durchschnittlich:

	Stickstoff	Phosphorsäure	Relat. Werth d. Phosphors.
1 Kater. Fleischfütterung ohne Wasseraufnahme (Tab. 22 b.)	1,42	0,171	12,0
2. Hund, im Mittel (Tab. 49 u. 52) . . .	1,37	0,143	10,4

E. Bischoff (l. c.).

Versuche am Hunde. Fütterung mit:

1863. 16. Febr. 1500 Grm. Fleisch	39,74	5,03	12,6
17. - - -	47,30	6,23	13,1
18. - - -	48,61	6,21	12,7
19. - - -	49,22	6,08	12,3
21. Juni 2000 Grm. -	66,54	8,27	12,4
22. - - -	65,56	8,08	12,3
23. - - -	66,40	7,80	11,7
24. - - -	65,56	8,32	12,6
25. - - -	65,70	7,93	12,0
26. - - -	70,93	8,67	12,2
27. - - -	68,96	8,39	12,1
28. - - -	67,94	8,15	11,9
5. Juli 1500 Grm. -	56,50	7,39	13,0
6. - - -	55,29	6,91	12,4
7. - - -	54,87	6,94	12,6
	889,12	110,40	12,4.

Mit meinen Versuchen direct vergleichbar sind die ersten beiden Durchschnittsbestimmungen von Bidder und Schmidt; sie ergeben beim Kater 12 und beim Hund (für den Durchschnitt berechnet) 10,4 als Zahl für die relative Menge der Phosphorsäure. Nach Bischoff's Beobachtungen ist die Mittelzahl 12,4, die höchste 13 und die niedrigste 11,7.

2. Fleischfütterung mit Zusatz von Fett.

Ein Zusatz von Fett zum Fleisch vermindert bei Hunden und Katzen den relativen Werth der Phosphorsäure im Urin bis zu einem gewissen Grade.

Die folgenden Tabellen ergeben hierüber folgende Zahlen.

¹⁾ Bidder und Schmidt, Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. 1852.

Tabelle III.

Bidder und Schmidt (l. c. S. 295). Katze. Fütterung mit Fleisch (enthaltend 5,7 pCt. Fett).

			Stickstoff	Phosphorsäure	Relat. Werth d. Phosphors.
11. Juni 1847	200 Grm.	. . . . .	0,85	0,098	11,5
12. - -	400 -	. . . . .	7,74	0,616	7,9
13. - -	130 -	. . . . .	6,59	0,646	9,8
14. - -	443 -	. . . . .	9,14	0,887	9,7
15. - -	207,4 -	. . . . .	14,25	1,299	9,1
16. - -	285,9 -	. . . . .	10,06	0,914	9,0
17. - -	66 -	. . . . .	—	—	—
18. - -	161,8 -	. . . . .	9,65	0,811	8,4
			58,28	5,724	9,2

E. Bischoff (l. c. S. 317). Hund, Fütterung mit Fleisch und Fett.

20. März 1863	1500 Grm. Fleisch und				
	100 - Fett	. . . . .	46,14	5,80	12,5
21. - -	. . . . .	. . . . .	49,64	5,47	11,0
22. - -	. . . . .	. . . . .	49,82	5,92	11,8
23. - -	. . . . .	. . . . .	48,89	5,87	12,0
24. - -	. . . . .	. . . . .	48,80	5,81	11,9
25. - -	. . . . .	. . . . .	50,20	6,09	12,1
26. - -	. . . . .	. . . . .	46,60	5,54	11,8
			339,1	40,5	11,9

Das durchschnittliche Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff ist demnach bei Fütterung mit Fleisch und Fett für den Hund 11,5, für die Katze 9,2 zu 100.

Die letztere Zahl ist etwas niedriger als beim Hunde, weil, wie es scheint, kleinere Thiere überhaupt relativ etwas weniger Phosphorsäure durch den Urin entleeren als grössere.

3. Fleischfütterung nach vorausgegangenem Hunger.

Vor der Fütterungsreihe, deren Resultate in der nachstehenden Tabelle mitgetheilt sind, hatte das dazu verwandte Thier zu einem Hungerversuche gedient. Das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff im Urin erscheint zwar nach dem 3. Tage, wie im Versuch No. 1 sehr constant; der relative Werth der Phosphorsäure ist aber erheblich niedriger als dort.

Tabelle IV.

Fleischfütterung nach vorausgegangenem Hunger.

Ein kleiner Windhund erhält täglich 180 Grm. Fleisch, nachdem er vorher zu dem in Tab. VIII beschriebenen Hungerversuche benutzt war.

	Stickstoff	Phosphorsäure	Relat. Werth d. Phosphors.
12. Aug. 1875	2,16	0,144	6,6 (Urin z. Th. verloren)
14. - -	4,204	0,368	8,7
15. - -	3,534	0,302	8,5
19. - -	4,98	0,460	9,2
20. - -	4,03	0,341	8,4

Beim Menschen ist der Versuch der ausschliesslichen Ernährung mit Fleisch niemals eine genügend lange Zeit fortgesetzt worden. J. Ranke ¹⁾ fand bei Genuss von 1832 Grm. fettfreiem Fleisch in 24 Stunden eine Phosphorsäure-Ausscheidung von 7,98 Grm. und eine Harnstoffmenge von 86,3 Grm. = 40,3 Grm. Stickstoff, also ein Verhältniss des letzteren zur Phosphorsäure wie 100 : 19,8. — Diese Zahl entspricht nur den weiterhin angeführten Verhältnisszahlen bei gemischter Kost.

Eine Beobachtung Forster's ¹⁾, welche einen Mann betraf, der in 24 Stunden 500 Grm. Fleisch und 48,3 Grm. Fett genoss, nachdem er seit dem vergangenen Abend gehungert hatte, zeigte im Urin 18 Grm. Stickstoff und 2,82 Grm. Phosphorsäure, also einen relativen Werth der letzteren von 15,6 pCt. Bei Menschen, die nicht an ausschliessliche Fleischnahrung gewöhnt sind, scheint sich hiernach wie auch nach den weiter unten angeführten Beobachtungen Lehmann's das Verhältniss zwischen Phosphorsäure und Stickstoff anders zu gestalten als beim Hunde.

4. Fütterung mit Kartoffeln.

Bei der Ernährung eines vorher an Fleisch gewöhnten Hundes mit Kartoffeln (gekocht) stellt sich schnell eine erhebliche Steigerung der relativen Menge der Phosphorsäure ein. (Das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff in der Kartoffel ist nach den Zusammenstellungen von Moleschott durchschnittlich 89,5 : 100; — 100 Theile Kartoffeln enthalten 0,179 Theile Phosphorsäure und 0,2 Stickstoff.)

¹⁾ J. Ranke, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1866. S. 311.

²⁾ Forster, Beiträge zur Ernährungsfrage. Zeitschr. f. Biologie IX. S. 381.

Die Menge der Phosphorsäure im Verhältniss zum Stickstoff ist erheblich grösser, im Durchschnitt fast doppelt so gross, wie bei Fleischfütterung. Die einzelnen Beobachtungstage ergeben ausserdem viel bedeutendere Schwankungen als dort.

Ungeachtet der relativ sehr bedeutenden Einführung von Phosphaten übersteigt aber ihre Ausscheidung durch den Urin bei reiner Kartoffelfütterung eine bestimmte Höhe nicht.

Die Beobachtungen sind insofern nicht ganz rein, weil es oft Schwierigkeit macht, Hunde, namentlich kleine Thiere blos mit Kartoffeln zu füttern. Meist werden sie erst durch Hunger zum Fressen veranlasst. Auch zwangsweises Beibringen der Nahrung, das übrigens aus anderen Gründen möglichst vermieden wurde, ist schwer durchzuführen.

Der relative Werth der Phosphorsäure bei Fütterung mit Brot ist nach meinen Versuchen nicht wesentlich verschieden von der bei Kartoffelfütterung.

Tabelle V.

1) Fütterung mit Kartoffeln.

Ein Wachtelhund von 6,2 Kilogr. Körpergewicht erhält täglich 150 Grm. gekochte Kartoffeln. Der Urin enthält in 24 Stunden:

	Stickstoff	Phosphorsäure	Relat. Werth d. Phosphors.
10. Juni 1875	1,89	0,562	29,7
11. - -	2,37	0,662	27,9
12. - -	2,69	0,760	28,2
13. - -	1,98	0,446	22,5

2) Fütterung mit Brot.

Ein kleiner Wachtelhund erhält täglich 150 Grm. Brot (sogen. Mittelroggenbrot). Er entleert:

15. Aug. 1875	1,84	0,511	27,7
16. - -	2,08	0,526	25,2
17. - -	2,21	0,508	22,9

3) E. Bischoff (l. c. S. 319).

1863. 20. Juli Fütterung mit 900 Grm. Brot ¹⁾	11,34	3,36	29,7
21. - - - - -	10,97	2,85	25,9
22. - - - - -	9,01	2,70	29,9
23. - - - - -	10,92	2,84	26,0
24. - - - - -	9,94	2,15	21,6
25. - - - - -	11,53	2,88	24,9

¹⁾ In dem benutzten Brot waren 1,28 pCt. Stickstoff und 0,384 pCt. Phosphorsäure enthalten. Sie verhalten sich zu einander = 100 : 30,0.

5. Fütterung mit Kartoffeln und Fett.

Der Zusatz von Fett zur Fütterung mit Kartoffeln verändert die Zusammensetzung des Urins in mehrfacher Beziehung. Wenn man von diesen Veränderungen lediglich das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff in's Auge fasst, so erscheint:

- 1) die relative Menge der ersteren erheblich grösser und
- 2) die Zahlen für die einzelnen Tage viel gleichmässiger als bei Fütterung mit Kartoffeln allein.

(Die Veränderung des Körpergewichts bei der verschiedenen Ernährungsweise ist nicht verfolgt.)

Tabelle VI.

Fütterung mit Kartoffeln und Fett.

Kleiner Pinscher (6,3 Kilogr. Körpergew.)

		Stickstoff	Phosphorsäure	Relat. Werth d. Phosphors.
3. Oct. 1875	80 Grm. Kartoffeln	1,49	0,420	28,1
5. - -	desgl. u. 40 Grm. Fett	1,20	0,370	30,8
6. - -	desgl. - - -	1,22	0,437	35,8
7. - -	nur Kartoffeln . .	0,33	0,109	33,0
8. - -	desgl.	0,57	0,145	25,4

Kleiner Wachtelhund.

6. Oct. 1875	120 Grm. Kartoffeln	1,44	0,336	23,3
7. - -	desgl.	0,95	0,242	25,4
8. - -	desgl. u. 40 Grm. Fett	0,93	0,309	33,2
9. - -	desgl.	0,53	0,198	37,3
10. - -	desgl.	0,53	0,194	36,6
11. - -	nur Kartoffeln . .	0,859	0,211	24,8

6. Fütterung mit Gehirnmasse.

Während bei Kartoffelfütterung nur ein relativ kleiner Theil der eingeführten Phosphate im Urin gefunden wird, deutet die grosse und ziemlich regelmässige Steigerung der Phosphorsäure bei Fütterung mit Gehirnmasse an, dass hierbei wohl ein verhältnissmässig grosser Theil der darin enthaltenen Phosphorsäure in den Urin übergeht. (Die Angaben über den Gehalt des Gehirns an Phosphorsäure und Stickstoff sind so different, dass, wenn nicht für jedes verwandte Gehirn eine besondere Analyse gemacht wird, Verhältnisszahlen nicht angegeben werden können.)

Tabelle VII.

Fütterung mit Gehirnmasse.

1. Eine Dogge entleert in 24 Stunden bei Fleischfütterung:

	Stickstoff	Phosphor- säure	Relat. Werth d. Phosphors.
26.—27. Juli 1875 Nachmittags	37,69	4,754	12,6
Das Thier erhält Nachm. 3 Uhr c. 250 Grm. Kalbsgehirn und entleert in 24 Stunden:			
bis zum Abend	5,30	1,186	22,3
bis 29. Juli Morgens	2,18	0,352	16,1
Vormittags 11 Uhr	1,38	0,247	17,8
Nachmittags 3 Uhr	2,19	0,619	28,2
Im Ganzen in 24 Stunden	11,05	2,404	21,7

II. Das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff
beim Hunger.

Der Einfluss des Hungerzustandes auf die Ausscheidung des Stickstoffs ist sehr häufig Gegenstand der Untersuchung geworden; seltener geschah dies in Bezug auf diesen und die Phosphorsäure gleichzeitig.

Ich habe das mir zugängliche Material hierüber in den nachstehenden Tabellen gesammelt und mit 2 meiner Beobachtungen verglichen. Von letzteren betrifft die eine einen schon vorher mageren Windhund und die andere einen gut genährten kleinen Wachtelhund.

Tabelle VIII.

Gut genährter brauner Pudel. Körpergewicht 7,5 Kilogr.

	Stick- stoff	Phos- phors.	R. Werth d. Phosphors.
28. Juli 1875. 1. Hungertag	9,05	1,059	11,7
29. - - 2. -	6,0	0,96	16,0
30. - - 3. -	5,2	1,005	19,3
31. - - 4. - (Urin z. Th. verschüttet)	0,8	0,126	15,7
1. Aug. - 5. -	3,93	0,658	16,7
2. - - 6. -	2,44	0,350	14,7
4.—5. - - 7. u. 8. - (Urin von 2 Tagen)	3,03	0,585	19,3
6.—7. - - 9. u. 10. desgl.	2,53	0,362	14,3

2. Magerer Windhund. Körpergewicht 6,35 Kilogr.

31. Juli bis 1. Aug. 1. Hungertag	1,453	0,168	11,5
1. Aug. bis 2. Aug. 2. -	3,404	0,577	16,9
3. - 3. -	2,280	0,50	21,9
4. - 4. -	1,666	0,381	22,8
5. - 5. -	1,553	0,287	18,5
6. - 6. - (Urin verloren)	—	—	—
7. - 7. -	1,921	0,295	15,3
8. - 8. -	1,763	0,290	16,3
9. - 9. -	1,836	0,294	16,0

Bidder und Schmidt (l. c. S. 296 ff.), Hungerversuch mit der in Tabelle III angeführten Katze.

		Stick- stoff	Phos- phors.	R. Werth d. Phosphors.
19. Juni 1847.		3,50	0,343	9,8
20. - -		2,37	0,222	9,3
21. - -		2,56	0,265	10,3
22. - -		2,85	0,364	12,7
23. - -		2,21	0,275	12,4
24. - -		2,01	0,231	11,5
25. - -		1,70	0,210	12,3
26. - -		—	—	—
27. - -	zwei todt Fötus = 33,37 Grm. ausgestossen.	2,35	0,317	13,4
28. - -	ein todt Fötus und etwas Blut = 27,01 Grm. ausgestossen.	1,98	0,208	10,5
29. - -		2,20	0,306	13,9
30. - -		—	—	—
1. Juli -		2,79	0,328	11,7
2. - -		1,31	0,140	10,6
3. - -		1,67	0,185	11,0
4. - -		1,16	0,124	10,6
5. - -		1,01	0,115	11,3
6. - -		0,46	0,059	12,8
7. - -	todt.			

O. Storch ¹⁾, Den acute Phosphorforgiftning. Kopenhagen 1865. S. 117 ff.
März 1865. 3. Versuch.

23.—24. Hunger seit 3 Tagen	1,78	0,298	16,7
24.—25.	1,85	0,306	16,5
25.—26.	1,89	0,303	16,0
26.—27. 1½ Grn. Phosphor injicirt	2,37	0,340	14,3
27.—28.	2,03	0,324	15,9
28.—29.	3,01	0,461	15,3
29.—30.	3,56	0,489	13,7
30.—31.	3,74	0,522	13,9
31.—1. April	1,88	0,279	14,8

¹⁾ Die Versuche Storch's sind unter Leitung des Professors Panum ausgeführt, dem ich die freundliche Uebersendung des Buches verdanke. Die Versuchsthiere hungerten mehrere Tage und wurden erst dann verwandt, um den Einfluss des Phosphors und der Phosphorsäure auf den Stoffwechsel zu studiren. Von den Versuchen mit Phosphor ist hier nur der dritte im Ganzen angeführt, weil in den anderen der Stoffwechsel sehr erheblich alterirt war. Die Versuche mit Phosphorsäure sind im Ganzen wiedergegeben, weil ihr Einfluss auf die Ausscheidung der Phosphorsäure durch die Höhe der absoluten und relativen Zahlen leicht zu beurtheilen ist; ausserdem der Stoffwechsel dadurch wenig verändert erscheint.

5. Versuch.		Stick-	Phos-	R. Werth d.
		stoff	phors.	Phosphors.
Juni	2.—3. Fütterung mit Brot und Lunge . . .	7,40	1,209	16,3
	3.—4.	3,19	0,491	15,3
	4.—5.	2,39	0,392	16,4
	5.—6.	3,86	0,671	17,3
	6.—7. Hunger	3,28	0,717	21,8
	7.—8.	3,36	0,696	20,7
	8.—9.	3,05	0,693	22,7
	9.—10. Injection von 3 Ccm. Acid. phosph.	3,59	0,686	19,1
	10.—11.	3,98	0,876	22,0
	11.—12.	4,02	0,765	19,0
	12.—13.	3,78	0,693	18,3
	13.—14. 125 Grm. Glutengr., 893 Ccm. Wasser	6,08	0,255	4,1
	14.—15. 125 Grm. - 624 Ccm. -	6,66	0,708	10,6
	15.—16. 250 Grm. - 1167 Ccm. -	7,00	0,675	9,6
	16.—17. 500 Grm. Rindfl. u. 500 Grm. Glutengr.	13,46	1,584	11,7
	17.—18.	19,26	0,871	4,5
	18.—19.	3,61	0,343	9,5
	19.—20.	3,36	0,481	14,3
	20.—21.	2,82	0,482	17,0
	21.—22. Hunger	3,17	0,568	17,9
	22.—23. Injection von 6 Ccm. Acid. phosph.	3,30	1,018	30,8
	23.—24.	3,55	0,641	18,0
	24.—25.	3,27	0,643	19,6
6. Versuch.				
Juli	11.—12.	1,87	0,302	16,1
	12.—13.	1,78	0,377	21,1
	13.—14.	1,81	0,324	17,8
	14.—15. Injection von 12 Ccm. Ac. phosph. = 0,372	1,73	0,609	35,2
	15.—16.	1,44	0,262	18,1
	16.—17.	2,61	0,442	16,9
	17.—18.	1,81	0,288	15,9
	27.—28.	1,68	0,307	18,2
	28.—29.	1,83	0,400	21,8
	29.—30.	1,64	0,362	22,0
	30.—31.	2,07	0,429	20,7
	31.— 1. Aug. Inject. v. 14 Ccm. Ac. phos. = 0,890	2,37	1,318	55,6
	1.— 2. -	2,19	0,427	19,4
	2.— 3. -	2,03	0,390	19,2
E. Bischoff (l. c. S. 321). Hunger.				
	26. Juni	9,14	1,59	17,3
	27. -	7,28	1,16	15,9
	28. -	6,95	1,11	15,9
	29. -	6,16	0,94	15,2
	30. -	5,92	0,75	12,6
	31. -	6,06	0,93	15,3

Ausser den angeführten Beobachtungen theilt Storch noch eine Reihe (No. 2) mit, die den übrigen nicht conform ist; soviel ich aus dem Original ansehen konnte, erhielt bei diesem Versuche das Thier kein Trinkwasser.

Die übrigen Beobachtungen erscheinen dagegen völlig vergleichbar. Das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff ändert sich im Verlauf jeder Reihe innerhalb einzelner Perioden in folgender Weise:

- 1) Die erste Periode dauert nur 1 oder 2 Tage; während derselben findet ein Absinken der relativen Phosphorsäuremenge statt.
- 2) Dann beginnt eine Steigerung, die in meinen Versuchen einmal zum 6. und einmal bis zum 8. Tage, ferner bei der hungernden Katze von Bidder und Schmidt bis zum 11. Tage anhielt. Im 5. Versuche von Storch unter Berücksichtigung der durch die injicirte Phosphorsäure gesetzten Vermehrung erscheint sie bis zum 9. Tage, im 2. Theil des Versuchs bis zum 5. Tage; und im 6. Versuch bis zum 10. Tage; bei Bischoff tritt die Vermehrung erst am 6. Tage ein.
- 3) Nach dieser Periode wird relativ etwas weniger Phosphorsäure ausgeschieden, aber mehr als bei Fleischfütterung; kurz vor dem Tode (im Versuch von Bidder und Schmidt) steigert sich die Menge nochmals¹⁾.

III. Ueber das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff im Urin beim Menschen.

Die Zusammensetzung des Urins in Bezug auf diese Bestandtheile beim Menschen in 24stündigen Zeiträumen unter relativ normalen Umständen ist in den nachstehenden Tabellen dargestellt.

Manche Angaben anderer Beobachter konnten in diese Zusammenstellung nicht aufgenommen werden, weil sie für den Stickstoff und die Phosphate nur Mittelzahlen angeben, die aus ungleichen Zeiträumen genommen wurden.

Die ersten 10 Beobachtungen von mir sind bei Convalescenten der Abtheilung angestellt, welche nach leichten fieberhaften Affectionen

¹⁾ Während des Druckes dieser Arbeit erschien eine Abhandlung von Falk jun. (Beiträge zur Physiologie etc.), worin Untersuchungen über den Urin des Hundes bei völliger Carenz mitgetheilt werden. Die Resultate sind den obigen völlig conform.

sich völlig erholt hatten. Die Diät war die sogenannte 2. Form der Charité, welche in Suppe, reichlich Fleisch und Gemüse, Schwarzbrot, ferner einer Flasche Bier und Kaffee besteht. Sie wird, wie schon Schultzen¹⁾ beobachtete, in so gleichmässiger Quantität und Qualität gereicht, wie es für die in einer grossen Küche vom Koch präparirten Nahrung überhaupt möglich ist; eine vollkommen gleichmässige Zusammensetzung für jeden Tag kann natürlich nicht erreicht werden.

Dass in Bezug auf den Stickstoffgehalt aber nicht wesentliche Differenzen bestehen, ergibt die ziemlich genaue Uebereinstimmung der mit dem Urin entleerten Stickstoffmengen, die nach dem Voit'schen Gesetz einen Rückschluss auf die Zusammensetzung der Nahrung gestatten. — Die beiden nächsten Angaben (11 und 12) betreffen Personen ausserhalb der Hospitalverhältnisse.

Tabelle IX.

In 24 Stunden entleerten im Urin:

			Stickstoff	Phosphors.	Relat. Werth d. Phosphors.
1. Kropf	15. Juli 1875, 31 Jahre alt	.	13,71	3,072	22,4
2. -	24. - - - -	.	15,24	2,777	18,2
3. Lüder	23.—24. Juni 1875, 21 Jahre alt		10,96	2,570	23,4
4. -	24.—25. - - - -	-	8,61	2,25	26,1
5. -	11.—12. Juli - - - -	-	9,96	2,556	25,6
6. -	14.—15. - - - -	-	10,16	1,947	19,1
7. -	16.—17. - - - -	-	8,60	2,060	23,9
8. Schünemann	6.— 7. Juni 1875, 22 Jahre alt		13,28	2,961	22,2
9. -	7.— 8. - - - -	-	15,01	3,617	24,0
10. Ewald	6.— 7. - - 24 Jahre alt		12,41	2,190	17,6
11. Dr. B.	13.—14. Juli - 24 Jahre alt		19,36	3,517	18,1
12. Dr. Sch.	17.—18. - - 22 Jahre alt		20,10	3,740	18,6

Bei den in den folgenden Tabellen dargestellten anderweitigen Beobachtungen (gesunde Individuen für je 24 Stunden) sind die Verhältnisse der Diät und die übrigen Umstände soweit angegeben, wie sie im Original bemerkt sind.

Tabelle X.

1. C. G. Lehmann (Journal für practische Chemie Bd. 25, S. 1, Bd. 27, S. 257.

Die Beobachtungen Lehmann's sind auf 100 Urin reducirt. Die Phosphorsäure ist aus den Angaben für die Salze berechnet.

¹⁾ Schultzen, Ueber den Stickstoffumsatz bei Febr. recurr. Charité-Annalen XV. S. 153.

		Stickstoff	Phosphor- säure	Relat. Werth d. Phosphors.
Normaldiät.	10. Oct.	1,586	0,298	19,4
	15. -	1,466	0,301	20,5
	20. -	1,536	0,313	20,3
Fleischdiät.	28. Juli	2,507	0,562	22,4
	30. -	1,942	0,410	21,1
Pflanzennahrung.	20. Aug.	1,321	0,293	22,1
	21. -	1,046	0,394	37,6
	23. -	1,195	0,299	25,0
Stickstofflose Kost.	Juni.	0,882	0,247	28,0
	-	0,513	0,208	40,5

2. Mosler (Beiträge zur Kenntniss der Urinabsonderung bei gesunden, schwangern und kranken Personen. Inaug.-Abhandl. Giessen, cit. nach Cannstatt, Jahresbericht 1853. I. S. 134).

Menge in 24 Std. Normale Verhältnisse, 22jähr. Mann 14,59 4,479 30,6

Sehr reichliche Kost, mehr Bewegung und lange

in die Nacht fortgesetzte geistige Arbeit 20,1 5,104 25,3

3. Genth (Untersuchungen über den Einfluss des Wassertrinkens auf den Stoffwechsel. 1856. Versuchspers.: Körpergewicht 47,7 Kilogr., 39 Jahre alt).

I. Unregelmässige und verschiedene Kost, zuweilen Wein. Völlige Enthaltung von Wassergenuss.

1854.	Nov.	14.—15.	22,88	3,080	13,4
		16.—17.	22,05	3,240	14,6
		18.—19.	18,49	3,00	16,2
		21.—22.	18,96	2,751	14,5
		23.—24.	24,40	3,079	12,6
		27.—28.	15,76	3,947	25,0
		29.—30.	23,24	3,271	14,0
Im Ganzen			145,78	22,36	15,3

II. Gleichmässige Kost, gewogen resp. gemessen; strenge Diät (7-8 T. Diarrhoe).

1854.	Dec.	5.—6.	20,58	3,948	19,1
		7.—8.	17,18	3,918	22,8
		11.—12.	17,39	3,412	19,6
		14.—15.	17,65	3,109	17,6
		18.—19.	20,30	3,979	19,6
1855.	Jan.	2.—3.	19,42	4,105	21,1
		14.—15.	18,93	3,438	18,1
Im Ganzen			131,45	25,9	19,7

III. 2½ Stunden Bewegung, ungleich mehr als gewöhnlich.

1855.	Jan.	7.—8.	19,96	3,852	19,2
		9.—10.	18,12	3,491	19,2
		11.—12.	22,58	3,531	15,6
		15.—16.	20,67	2,950	14,2
		17.—18.	22,52	3,967	17,6
		18.—19.	22,15	3,976	17,9
Im Ganzen			126,00	21,76	17,2

IV. 2 Liter Wasser zwischen den Mahlzeiten getrunken.			
	Stickstoff	Phosphor- säure	Relat. Werth d. Phosphors.
1855. Jan. 21.—22.	23,46	3,557	15,1
25.—26.	23,03	3,553	15,4
28.—29.	19,46	4,026	20,6
29.—30.	21,09	3,780	17,9
Im Ganzen	87,04	14,91	17,1
V. Genuss von 2 Liter Wasser während der Mahlzeiten. 0,5 Liter Bier.			
1855. Febr. 1.—2.	25,51	3,884	15,2
4.—5.	23,45	3,667	15,6
5.—6.	22,65	4,134	18,2
7.—8.	21,39	3,537	16,5
8.—9.	24,05	3,818	15,8
11.—12.	22,21	3,689	16,6
14.—15.	25,01	4,104	16,4
Im Ganzen	164,27	26,82	16,3
VI. Genuss von 4 Liter Wasser zwischen den Mahlzeiten.			
1855. Febr. 15.—16.	25,30	3,643	14,3
18.—19.	27,24	3,986	14,6
19.—20.	25,92	3,475	13,4
21.—22.	22,68	3,209	14,1
26.—27.	24,56	2,964	12,0
Im Ganzen	125,70	17,27	13,7
VII. 4 Liter Wasser. Starke Bewegung.			
28. Febr. bis 1. März	24,12	4,324	17,9
6. März	24,56	3,484	14,1
Im Ganzen	48,68	7,80	16,0
VIII. März 13.—14. 2 Liter Wasser } gleiche Diät			
14.—15. 1 Liter Wasser }	22,21	1,597	7,1
Im Ganzen	43,31	4,50	10,3
IX. März 18.—19. 1 Lit. Wasser } ungleichmässige			
19.—20. 1 Lit. Wasser } Diät. Viel Punsch,	17,32	1,509	8,7
21.—22. 1 Lit. Wasser } Wein und Bier	17,51	1,516	8,6
Im Ganzen	55,28	4,72	8,5
4. Parkes (Physiologische Verhältnisse beim gesunden Manne. On the urine etc.)			
	15,40	3,164	20,5
5. G. Kerner (Beiträge zur Kenntniss der Chinin-Resorption. Pflüger's Archiv III. S. 92).			
Mittlere Kost. 1500 Ccm. Bier, Rheinwein, Kaffee ohne Milch, Fleisch, Eier,			
Käse, Salat, Brod und Butter . .	18,13	2,864	15,7
	18,70	3,250	17,3
	21,25	3,620	17,0
Im Ganzen	58,08	9,734	16,7

	Stickstoff	Phosphor- säure	Relat. Werth d. Phosphors.
	16,88	2,991	17,7
	15,90	4,020	25,9
	19,13	3,655	19,1
Im Ganzen	51,91	10,666	20,5
Unmittelbar nach Gebrauch v. grösseren Dosen Chinin	14,82	2,886	19,4
	17,26	3,251	18,8
	18,96	3,410	17,9
Im Ganzen	51,04	9,577	18,7
Vier Tage später	20,17	3,650	18,0
	16,23	3,222	19,7
	20,80	2,908	15,6
Im Ganzen	57,20	9,870	17,4

6. v. Pettenkofer und Voit (Untersuchungen über den Stoffverbrauch der normalen Menschen. Zeitschrift für Biologie Bd. II. S. 459). Die Versuche sind bei einem 28jährigen Manne von 70 Kilo Körpergewicht angestellt. 24stündige Harnmenge:

22.—23. Dec. bei Hunger, Ruhe . . .	12,26	2,95	24,0
27.—28. Dec. Mittlere Kost, Ruhe . .	16,74	4,19	25,0
3.—4. Aug. Mittlere Kost, Arbeit . .	17,26	4,15	24,0
29.—30. Dec. - - - - -	16,88	4,07	24,1
2.—3. Jan. Eiweissreiche Kost, Ruhe	26,0	5,59	21,5
4.—5. - - - - -	32,30	5,81	17,9
7.—8. - Stickstofffreie Kost, Ruhe	12,56	3,15	25,0

7. M. Siewert, Ueber den Stickstoffumsatz der im Körper verbrauchten Eiweisskörper (Zeitschrift für die gesammten Naturwissensch. 1868. Bd. 31. S. 458).

I. Gemischte Nahrung (mit 500 Grm. Ochsenfleisch, $2\frac{1}{4}$ Liter Bier etc.).

20. Januar	20,53	2,608	12,7
21. -	17,34	3,089	17,7
22. -	18,84	2,820	14,9
23. -	18,22	3,061	16,7
24. -	18,76	2,858	15,1
25. -	18,42	2,631	14,2
26. -	16,88	2,826	16,7
27. -	16,23	3,077	18,9
28. -	17,52	2,869	16,3
29.—30. -	16,54	2,904	17,5
31. -	14,79	2,916	19,6
1. Februar	15,33	2,889	18,8
Im Ganzen	209,46	34,552	16,4

II. Gemischte Nahrung (mit 500 Grm. Rossfleisch).

	Stickstoff	Phosphor- säure	Relat. Werth d. Phosphors.
10. Februar	13,52	2,950	21,8
11. -	16,63	3,117	18,7
12. -	14,99	3,071	20,4
13. -	15,27	2,590	16,8
14. -	15,18	2,651	17,4
15. -	16,23	3,181	19,5
16. -	16,83	3,368	19,9
17. -	14,78	3,078	20,8
18. -	16,98	2,885	16,9
19. -	17,99	2,846	15,7
Im Ganzen	158,43	29,737	18,7

III. Gemischte Nahrung (m. 500 Grm. Rossfleisch in Beefsteakform u. wenig Gewürz).

2. März	13,66	3,100	22,6
3. -	12,41	2,444	19,6
4. -	14,88	2,90	19,4
5. -	15,12	2,880	19,0
6. -	18,76	3,347	17,8
7. -	14,39	3,575	24,8
8. -	16,87	3,288	19,4
9. -	15,29	3,078	20,0
10. -	16,37	3,093	18,8
11. -	19,05	3,469	18,2
Im Ganzen	156,81	31,179	19,8

8. Byasson (Essai sur la relation qui existe à l'état physiologiques entre l'activité cérébrale et la composition des urines. Thèse. Paris 1868.

Die Versuchsperson B. selbst (53 Kilogr. schwer) entleert in 9 Tagen bei gemischter Kost (die einzelnen Tage zeigen sehr gleichmässige Quantitäten) im Ganzen:

1. — 9. Febr.	150,36	18,242	12,1 ¹⁾
-----------------------	--------	--------	--------------------

¹⁾ Die übrigen Versuche können hier zum Vergleich nicht angeführt werden, weil B. in 8 Versuchstagen nur Wasser und eine Art Brot aus Mehl, Eiern, Butter, Zucker und Salz genoss. In Bezug auf den Einfluss von Muskelarbeit (m.), geistiger Arbeit (c.) und Ruhe (r.) auf den Stoffwechsel ist zu bemerken, dass B. nur 24stündige Zeiträume in Betracht zog. — Die 3 letzten Tage hindurch wurde wieder gemischte Kost genossen. B. entleerte in dieser Zeit:

	Stickstoff	Phosphor- säure	Relat. Werth d. Phosphors.
14. Febr. m.	11,26	1,768	15,7
15. - m.	10,08	1,392	13,7
16. - c.	10,55	2,327	22,0
17. - r.	9,32	1,810	19,4
18. - r.	9,04	1,140	12,6
19. - c.	11,32	1,613	14,2
20. - m.	10,62	1,262	11,9
21. - r.	11,57	1,573	13,5
22. - c.	12,84	1,992	15,5
23. -	12,84	1,477	11,5
24. -	13,76	1,761	12,7
25. -	16,15	2,163	13,3

9. Engelmann (Schwefelsäure- und Phosphorsäure-Ausscheidung bei körperlicher Arbeit. Archiv für Anatomie und Physiologie 1871. S. 27).

I. G., 23jähr. Mann, 58 Kilogr. schwer, mit verschiedenen Arbeits- und Ruhetagen.

	Stickstoff	Phosphorsäure	Relat. Werth d. Phosphors.
1870. 21. März Ruhe	20,73	3,481	16,7
22. - - - -	20,37	3,036	14,9
23. - - - -	20,98	3,620	17,2
24. - - - -	20,82	3,947	18,9
25. - Arbeit	19,48	3,467	17,7
26. - - - -	19,08	3,518	18,4
27. - - - -	19,78	3,310	16,7
28. - - - -	20,47	3,724	18,1
Im Ganzen	161,61	28,103	17,3

II. G., derselbe.

1870. 13. April Ruhe	20,78	2,998	14,4
14. - - - -	21,03	2,680	12,7
15. - - - -	21,10	2,780	13,1
16. - Arbeit	19,44	2,620	13,4
17. - - - -	23,73	3,204	13,4
18. - - - -	22,35	3,923	17,5
Im Ganzen	128,43	18,205	14,1

III. A., 16jähr. Mann, 63 Kilogr. schwer, mit verschiedenen Arbeits- und Ruhetagen.

1870. 13. April Ruhe	22,60	2,850	12,6
14. - - - -	22,54	2,584	11,4
15. - - - -	22,93	2,699	11,7
16. - Arbeit	23,23	3,100	13,3
17. - - - -	25,78	3,128	12,1
18. - - - -	22,17	3,252	14,6
Im Ganzen	139,25	17,613	12,6

10. Forster, Beiträge zur Ernährungsfrage (Zeitschrift f. Biologie IX. S. 381).

Ein gesunder Erwachsener erhält einmal am Morgen 500 Grm. feingewiegenes Fleisch und 48,3 Grm. Fett.

Er entleert in 24 Stunden im Harn 18,05 2,82 15,6

Es ist zwar nicht thunlich, aus den vorstehend mitgetheilten Angaben eine Durchschnittszahl zu gewinnen, weil die Beobachtungen sich über ungleich lange Zeiträume erstrecken und weil sie in verschiedener Absicht unternommen ziemlich differente Verhältnisse betreffen. Indess tritt bei einer Zusammenstellung der Resultate schon dasjenige Verhältniss deutlich hervor, welches am häufigsten wiederkehrt und deshalb der Mittelzahl am nächsten kommt.

Es sind im Ganzen 139 Einzelbeobachtungen angeführt. Wenn man von der 4. Reihe Lehmann's absieht, wobei zur Nahrung

ausschliesslich stickstofflose Substanzen gewählt wurden und wobei von vornherein ein Ueberwiegen der Phosphorsäure erwartet werden muss, so ergibt sich für die übrigen Folgendes:

Auf je 100 Theile Stickstoff wurden ausgeschieden:

7 Theile Phosphors. (und darüber) 1 Mal					19 Theile Phosphors. (und darüber) 17 Mal				
8	-	-	-	3	20	-	-	-	7
11	-	-	-	2	21	-	-	-	4
12	-	-	-	7	22	-	-	-	6
13	-	-	-	7	23	-	-	-	2
14	-	-	-	13	24	-	-	-	6
15	-	-	-	11	25	-	-	-	7
16	-	-	-	10	26	-	-	-	1
17	-	-	-	18	30	-	-	-	1
18	-	-	-	15	37	-	-	-	1

Zur Beurtheilung dieser Zusammenstellung ist noch auf einige Verhältnisse besonders Rücksicht zu nehmen. Manche Angaben, wie die von Parkes und Byasson, sind Mittelzahlen, d. h. Ergebniss einer längeren Untersuchungsreihe und erfordern deshalb eine grössere Beachtung. Mehrere besonders von denjenigen Beobachtungen, welche einen relativ sehr geringen Werth für die Phosphorsäure angeben (auf 100 Theile Stickstoff 7 — 13 Theile Phosphorsäure), fallen mit erheblicher Abänderung in der Lebensweise zusammen, wie ungleichmässige Diät, Wassertrinken, reichlicher Genuss starker geistiger Getränke etc., also mit relativ abnormen Einflüssen, deren Einwirkung auf die Zusammensetzung des Urins zum Theil weiterhin erörtert wird.

Fernerhin ist zu erwähnen, dass die vorliegenden Tabellen bei Personen des verschiedensten Alters resp. verschiedener Nationalitäten, hauptsächlich bei sehr ungleich zusammengesetzter Nahrung gewonnen sind.

Endlich lehrt schon ein Blick auf die Zeitangaben, welchen die Untersuchungen angehören, dass zur Bestimmung sowohl der Phosphorsäure wie des Stickstoffs resp. Harnstoffs verschiedene Methoden angewandt wurden.

Es ist zunächst nicht möglich, diesen differenten Verhältnissen vollkommen Rechnung zu tragen. Wenn man sich aber auf die Verhältnisse beschränkt, welche sich am häufigsten wiederholen, so werden dadurch diejenigen, welche als Resultat abnormer Bedingungen aufzufassen sind, vorläufig mit genügender Schärfe eliminirt.

Die Menge der Phosphorsäure betrug (auf 100 Theile Stickstoff bezogen):

in 50 Fällen 17—20 (excl.) Theile Phosphorsäure

- 34	-	14—17	-	-	-
- 17	-	20—23	-	-	-
- 14	-	23—25	-	-	-

Am häufigsten ist demnach der relative Werth der Phosphorsäure für die 24stündige Harnmenge zu 17—20 im Verhältniss auf 100 Gewichtstheilen Stickstoff angegeben. Die mittlere Zahl fällt jedenfalls innerhalb dieser Grenzen.

Diese Mittelzahl ist freilich noch keineswegs einwandfrei. Sie ist indess soweit begründet, dass sie einer ferneren Betrachtung als Ausgangspunkt dienen kann.

IV. Die Phosphorsäure-Ausscheidung nach verschiedenen Tageszeiten.

Unter normalen Verhältnissen findet man folgende Werthe für das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff in verschiedenen Tageszeiten.

Tabelle XI.

Stickstoff und Phosphorsäure. Ausscheidung zu verschiedenen Tageszeiten.

Lüder (Convalescent, 21 Jahre alt, Schneider).

		Stickstoff	Phosphorsäure	Relat. Werth d. Phosphors.
14. Juli	Morgens 7 bis Mittags 12 Uhr	3,12	0,270	8,6
	(hat viel Wasser getrunken.)			
14. -	Mittags 12 bis Abends 9 Uhr	3,34	0,900	26,9
14. -	Abends 9 - Morgens 7	3,70	0,777	21,0
		10,16	1,947	19,1
16. -	Morgens 7 - Mittags 1	1,78	0,277	15,5
16. -	Mittags 1 - Abends 9	3,22	0,960	29,8
16. -	Abends 9 - Morgens 7	3,60	0,823	22,8
		8,60	2,060	23,4

Kropp (Convalescent, 31 Jahre alt, Arbeiter).

30. Juli	Mittags 1 bis Abends 9 Uhr	3,15	0,636	20,1
30. -	Abends 9 bis Morgens 7	4,93	0,976	19,7
31. -	Morgens 7 - Mittags 1	3,48	0,526	15,1
		11,56	2,138	18,4

Ewald (Convalescent von Masern, 20 Jahre alt, Kutscher).

			Stickstoff	Phosphor- säure	Relat. Werth d. Phosphors.
6. Juni	Abends 9	bis Morgens 7 Uhr	3,43	0,728	21,2
7. -	Morgens	- Mittags 1	4,10	0,472	11,5
7. -	Mittags	- Abends 9	4,88	0,990	20,2
			12,41	2,190	17,6

Diese Tabelle zeigt, dass

1. Vormittags weniger und Nachmittags mehr Phosphorsäure im Verhältniss zum Stickstoff ausgeschieden wird als der Mittelzahl entspricht. Die Ausscheidung in der Nacht kommt der letzteren ziemlich nahe.

2. Vergleicht man die 3 Tageszeiten mit einander, so wird in der Nacht relativ mehr Phosphorsäure mit dem Urin entleert als in den Vormittagsstunden.

Die relativ grösste Menge der Phosphorsäure-Ausscheidung fällt 3 Mal auf die Nachmittagsstunden, d. h. auf diejenigen Stunden, welche der Hauptmahlzeit des Tages unmittelbar folgen. Nur in einem Fall (Ewald) ist die Phosphorsäure Nachmittags relativ etwas kleiner als zur Nachtzeit — dort 20,3, hier 21,3. Indess ist auch in diesem Beispiele die absolute Menge Nachmittags grösser als Nachts.

3. Eine Zusammenstellung der entsprechenden Zeitabschnitte in den einzelnen Beobachtungen zeigt, dass unter den 4 vorstehenden Tabellen die relativen Zahlen der Phosphorsäure in den Vormittagsstunden 2mal fast übereinstimmend waren, 15,1 (Kropp) und 15,5 (Lüder (No. 2)). Im 1. Versuch, der eine mehr abweichende Zahl (8,6) darbietet, hatte eine reichliche Einführung von kaltem Wasser stattgefunden. Der 4. Versuch ergiebt eine zwischen beiden in der Mitte stehende Zahl, 11,5.

4. Die Nachtstunden zeigen als relative Zahlen: 22,8, 21, 21,2 und 19,7, also Zahlen, welche nicht erheblich von einander differiren.

5. Ungleich bedeutender als in diesen beiden Tagesabschnitten wechselt das relative Verhältniss der Phosphorsäure in den Nachmittagsstunden; die Zahlen sind 20,1, 20,2, 26,9, 29,8.

Diese Versuche zeigen demnach, dass die Hauptmahlzeit des Tages mit ihrer verschiedenen Zusammensetzung vorzugsweise auf die Ausscheidung der Phosphorsäure und des Stickstoffs in den unmittelbar darauf folgenden Stunden einwirkt, während sich in den davon entfernten Tageszeiten dieser directe Einfluss weniger geltend macht.

Dieses Ergebniss wird durch die beiden folgenden Reihen bestätigt.

Die erste betrifft einen Convalescenten der Abtheilung (Kropp), dessen Urinausscheidung ich, mit Ausnahme der Nachtzeit, in 2stündlichen Abschnitten untersuchte. — Unmittelbar nach der Hauptmahlzeit, welche zwischen 12 und 1 Uhr genossen wurde, steigt der relative Werth der Phosphorsäure auf 18,3 und in den darauf folgenden 2 Stunden auf 29,5. Dann sinkt er ab bis zur Abendmahlzeit, welche zwischen 6 und 7 Uhr gereicht wurde, erhebt sich gleich darauf und steigert sich dann bedeutend in den Nachtstunden.

In den ersten Morgenstunden (7—9 Uhr) wird die relativ kleinste Quantität der Phosphorsäure ausgeschieden. (Gleichzeitig Frühstück, aus Kaffee und Weissbrod bestehend.)

Zwischen 10 und 11 Uhr zweites Frühstück (Fleisch, Brod und etwas Wein), worauf bis 1 Uhr die Phosphorsäure-Ausscheidung im Verhältniss zum Stickstoff sich wieder steigert.

Entsprechende Resultate liefert die nächstfolgende Beobachtung Forster's, welche insofern günstigere Verhältnisse darbietet, als die Einführung von Nahrung (500 Grm. fein gewiegttes Fleisch und 48,3 Grm. Fett) nur einmal am Tage erfolgte.

Abgesehen von den ersten 8 Stunden unmittelbar nach der Mahlzeit ist der relative Werth der Phosphorsäure für die Nachtstunden von 2—6 Uhr am höchsten. Die kleinste Zahl trifft auf die Morgenstunden von 6—10 Uhr. Von der Zeit der Nahrungseinfuhr an findet ein beständiges Absinken bis zur Mitte der Nacht statt, dem dann die regelmässige nächtliche Steigerung folgt.

Tabelle XII.

Kropp, Arbeiter, 31 Jahre alt, Convalescent.

	Stickstoff	Phosphorsäure	Relat. Werth d. Phosphors.
30. Juli Mittags 1—3 . . .	0,90	0,165	18,3
30. - Nachmittags 3—5 . .	1,01	0,298	29,5
30. - - 5—7 . .	0,73	0,095	13,0
30. - Abends 7—9 . . .	0,51	0,078	15,2
30. - Abends 9 bis Morgens 7	4,93	0,976	19,8
31. - Vormittags 7—9 . . .	1,21	0,135	11,1
31. - - 9—11 . .	1,09	0,177	16,2
31. - - 11—1 . .	1,18	0,214	18,1
Summa	11,56	2,138	18,4

Forster (Beiträge zur Ernährungsfrage. Biologie IX. S. 381).

Ein Erwachsener erhält 9 Uhr Morgens 500 Grm. fein gewiegttes Fleisch (mit 18,04 Stickstoff) und 48,3 Fett. 4stündliche Harnmenge.

	Stickstoff	Phosphorsäure	Relat. Werth d. Phosphors.
10—2 Uhr Vormittags . . .	2,74	0,76	27,7
2—5 - Nachmittags . . .	3,51	0,62	17,6
6—10 - - - - -	3,36	0,42	12,5
10—2 - Nachts	3,36	0,41	12,2
2—6 - Morgens	2,52	0,32	12,6
6—10 - Vormittags . . .	2,56	0,29	11,3
Summa	18,05	2,82	15,6

V. Das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff in verschiedenem Alter.

Um den Einfluss zu beurtheilen, den (abgesehen von anderen Verhältnissen) zunächst die Verschiedenheit im Alter der einzelnen Individuen auf das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff übt, können nur diejenigen Tageszeiten verglichen werden, welche von den grösseren Mahlzeiten möglichst entfernt sind. Die folgende Tabelle giebt eine vorläufige Zusammenstellung über die Ausscheidungsgrössen für die Vormittagsstunden bei Personen verschiedenen Alters.

Bei einigen Beobachtungen war es nicht möglich, die Gesamtmenge des in dieser Zeit (7—1 Uhr Vormittags) entleerten Urins zu sammeln. Die Untersuchung wurde daher auf diejenigen Quantitäten beschränkt, welche zwischen 8 und 10 Uhr Vormittags ausgeschieden sind. In den folgenden Tabellen sind die Zahlen dafür durch * bezeichnet:

Tabelle XIII.

				Vormittags.		
				Stickstoff	Phosphorsäure	Relat. Werth d. Phosphors.
Männliches Kind *	3 Monate alt	} sämmtl. Kinder waren an der Brust genährt, die ersten 3 wurden auf der Abtheilung wegen leichter Affectionen behandelt.		0,177	0,068	39,9
Weibliches - *	4 - -			0,070	0,041	58,5
Männliches - *	5 - -			0,171	0,045	26,4
- - *	6 - -			0,403	0,099	24,7
- - *	13 - -		künstliche Ernährung	0,597	0,131	22,2
R., Knabe *	4 Jahre alt.	Mittelzahl aus 3 Beob.		0,838	0,143	17,2
Rb., - *	5 - -	. . . . .		1,99	0,291	14,6
G., - *	5 - -	Mittelzahl aus 2 Beob.		1,528	0,216	14,2
H., - *	8 - -	. . . . .		0,537	0,126	23,7

				Vormittags.		
				Stickstoff	Phos- phors.	R. Werth d. Phosphors.
Hd., Knabe *	10 Monate alt			1,41	0,210	14,8
C. M., - *	16	-	-	3,87	0,455	11,7
St., Stud. med.	19	-	-	1,07	0,223	20,8
Lüder, Convalesc.,	21	-	- reichl. Wassertrinken	3,12	0,270	8,6
				1,78	0,277	15,5
				2,16	0,300	13,8
K. W.,	22	-	-	7,47	0,908	12,1
Dohrmann, Conval.,	25	-	-	5,9	0,990	16,7
Reklenburg, -	27	-	-	2,70	0,214	7,8
Kropp, -	31	-	-	3,48	0,526	15,1
B. K.	32	-	- (im August) . . .	2,631	0,264	10,0
			(im October) . . .	3,87	0,561	14,4
Dr. Sm., . . .	32	-	-	3,21	0,300	9,3
Dr. W., . . .	39	-	- (im August) . . .	5,04	0,44	8,7
			(im October) . . .	2,12	0,205	9,6
Runge, . . .	45	-	-	8,01	0,753	9,4
Dr. F., *	65	-	-	1,13	0,112	9,9
Sp., . . .	70	-	-	2,34	0,30	12,8
Sch., . . .	73	-	-	2,20	0,292	13,2

Ich habe die vorstehenden Beobachtungen zusammengestellt, ohne dabei Rücksicht auf besondere bestimmende Verhältnisse nehmen zu können. Jeder, der ähnliche Untersuchungen unternimmt, weiss, welchen Schwierigkeiten es unterliegt, wenn man bei gesunden ausserhalb des Hospitals lebenden Individuen den Urin sammeln will. Es ist mir nicht gelungen, auch nur annähernd gleiche Bedingungen für die Einzelfälle herzustellen.

Wenn man in Berücksichtigung dieser Ungleichheiten ausschliesslich das Verhältniss des Stickstoffs zur Phosphorsäure in's Auge fasst und von den Gesamtquantitäten beider Stoffe absieht, so zeigt sich indess immerhin eine deutliche Differenz in der Höhe des relativen Werthes der letzteren. Wenigstens sind diese Zahlen als Ausgangspunkt für weitere Bestimmungen zu betrachten.

Sie ergeben Folgendes:

1. Im Verhältniss zum Stickstoff wird die grösste Menge Phosphorsäure im jüngsten Kindesalter ausgeschieden.

2. Mit zunehmendem Alter wird der relative Werth der Phosphorsäure kleiner, bis er bei 3 Individuen im Alter von 32—45 Jahren den vergleichsweise kleinsten Stand erreicht.

3. Bei den im höheren Alter stehenden Personen, worüber vorläufig 3 Beobachtungen mitgetheilt sind, ist die Phosphorsäure wiederum gesteigert.

4. Im Vergleich mit der Mittelzahl für 24stündige Zeiträume zeigt nur das jüngste Alter eine höhere Ziffer. In den höheren Altersklassen ist sie niedriger.

(Schluss folgt.)

XVII.

Die Sphygmographie der Carotis.

Von Dr. E. Mendel,

dirig. Ärzte der Irrenanstalten zu Pankow und Docenten an der Universität Berlin.

(Hierzu Taf. XII — XIV.)

I.

Das Verdienst, die Sphygmographie in die Psychiatrie eingeführt zu haben, gebührt Wolff. Seine ungemein fleissigen und mühevollen Untersuchungen, zum grössten Theil in der Arteria radialis ausgeführt, gipfelten in dem Satze¹⁾, dass alle Geisteskranken eine körperliche Krankheitserscheinung mit einander gemein haben, nemlich einen pathologischen Puls, und zwar ist der Pulsus tardus der physio-pathologische Charakter der neuropathischen Constitutionen überhaupt²⁾.

Während nemlich unter normalen Verhältnissen die durch die Systole des Herzens ausgedehnte Arterie sich in dem Moment, in dem die Vis a tergo nachlässt (und zwar vor voller Beendigung der Systole des Herzens) energisch zusammenzieht, so dass sie uno continuo bis gegen die Hälfte ihrer Gesamtausdehnung verengt wird, der Gipfel der Curve als einen spitzen Winkel darstellt, macht die Arterie des neuropathischen Individuums in Folge der bestehenden vasomotorischen Parese keine Anstalten, sich mit Nachlass der Vis a tergo zu verengen, verharret vielmehr am Gipfel der

¹⁾ Zeitschrift für Psychiatrie Bd. 25. S. 305.

²⁾ l. c. S. 769.