

(Aus dem physiologischen Institute der Universität Graz.)

Versuche über den Einfluss des Nahrungsregimes und der Muskularbeit auf die Harnazidität.

Von

Dr. **Am. Vozárik.**

(Mit 2 Textfiguren.)

Die physiologischen Vorgänge und Faktoren, welche für die Harnazidität in Betracht kommen, sind so verwickelt und mannigfaltig, dass es zweifellos noch einer grossen Anzahl von Arbeiten bedürfen wird, die Beziehungen der Harnazidität zu den sie beeinflussenden Momenten einigermaßen befriedigend klarzustellen.

In der vorliegenden Arbeit sollen einige Versuche über den Einfluss des Nahrungsregimes und der Muskularbeit auf die Harnazidität mitgeteilt werden, bei denen das in der vorausgehenden Mitteilung¹⁾ untersuchte Phenolphthaleinverfahren Anwendung fand. Die bisher über den Gegenstand vorliegenden Arbeiten sind mehr qualitativer Art; sie beschränken sich grossenteils und im wesentlichen auf die Feststellung der Tatsache, dass der Genuss animalischer Nahrungsmittel, vor allem des Fleisches, dem Harn stärker saure, der Genuss pflanzlicher Nahrung (Brot, Kartoffeln) dem Harn schwächer saure oder selbst alkalische Reaktion gegen Lackmus zu erteilen pflegt. Bezüglich des Einflusses der Muskularbeit sind die Ansichten noch geteilt.

Über den Zusammenhang zwischen der chemischen Beschaffenheit der Nahrung und der Harnazidität ist nur im allgemeinen bekannt, dass die anorganischen Nahrungsbestandteile einen wesentlichen Anteil an der Harnreaktion haben, dass aus der Oxydation der schwefel- und phosphorhaltigen Eiweissstoffe und der Lezithine der Nahrung

1) S. 473.

saure Produkte (Schwefelsäure, Phosphorsäure) und aus der Oxydation der pflanzensauren Alkalien der Nahrung alkalische Produkte (kohlensaure Alkalien) hervorgehen¹⁾; je nachdem in der Nahrung die Bestandteile überwiegen, welche die sauren, oder die, welche die alkalischen Produkte geben, kann der Harn eine mehr oder weniger saure oder selbst alkalische Reaktion aufweisen.

Auch die organischen Bestandteile der Nahrung geben bei ihrer Zerstörung im Organismus neben anderen auch sauer (fette und aromatische Säuren) und alkalisch (Ammoniak und andere stickstoffhaltige Basen) reagierende Zersetzungsprodukte und tragen auch ihrerseits zu der Reaktion des Harns bei; ihr Anteil an der Gesamtazidität scheint nach neueren Untersuchungen grösser zu sein, als man früher angenommen hat.

Wie verschieden gross die Mengen an SO_3 und P_2O_5 im Harn bei Verschiedenheit der Nahrung sein können, darüber gibt Bunge's folgende Analyse zweier Harne, von welchen einer nach Fleischnahrung, der andere nach Brotnahrung erhalten wurde, Aufschluss.

Zusammensetzung von Harn nach Bunge:

	Fleischnahrung	Brotnahrung
Volumen	1672 ccm	1920 ccm
Harnstoff	67,2 g	20,6 g
Harnsäure	1,4 g	0,2 g
Kreatinin	2,2 g	0,9 g
K_2O	3,3 g	1,3 g
Na_2O	4,0 g	3,9 g
CaO	0,3 g	0,3 g
MgO	0,3 g	0,1 g
Cl	3,8 g	5,0 g
SO_3	4,7 g	1,3 g
P_2O_5	3,4 g	1,6 g

Ammoniak, organische Säure und auch die Gesamtazidität wurden leider nicht mitbestimmt.

Berechnet man, wie das Bunge getan hat, das Äquivalent der Säuren und der Basen und schliesst dabei auch das Ammoniak in die Rechnung ein, für welches man mangels direkter Bestimmung einen Mittelwert in die Rechnung einsetzt, so erhält man das Äquivalent der Basen als nahezu gleich dem Äquivalent der Säuren. Die

1) Vgl. Bunge, Lehrb. d. physiol. u. path. Chemie S. 310 ff. 1887.

vorstehende Zusammensetzung der Harns (bei Zuziehung des Ammoniaks) würde also nahezu neutralen Flüssigkeiten entsprechen.

Da aber beide Harns gegen Lackmus sauer reagierten, so würde daraus folgen, dass die Harnazidität wesentlich den organischen sauren Zersetzungsprodukten der Nahrung, — die bei der Analyse nicht mitbestimmt wurden, — zu verdanken ist.

Es ist selbstverständlich, dass, wenn organische Säuren mit phosphorsauren und schwefelsauren Salzen in einer Lösung zusammengebracht werden, sie in der Lösung nicht als solche fortbestehen bleiben, sondern dass sie sich mit den letzteren in die Basen teilen werden, entsprechend ihren Konzentrationen und ihren Dissoziationskonstanten. Das Resultat wird die Bildung von sauren organischen neben sauren anorganischen Salzen sein. Dass sich bei der Art der salzartigen Stoffe im Harns auch die hydrolytische Dissoziation geltend machen und an der Gesamtazidität des Harns Anteil nehmen wird, braucht kaum besonders erwähnt zu werden.

Die Beschaffenheit der Nahrung dürfte wohl die wichtigste, aber nicht die alleinige Ursache der Harnazidität sein; sonst müsste es zwischen beiden eine einfache Beziehung geben: jeder Nahrung von bestimmter Menge und Qualität würde dann stets auch eine bestimmte Harnazidität entsprechen müssen, was bekanntlich in Wirklichkeit nicht der Fall ist. Die Azidität erscheint uns vielmehr als eine derzeit fast noch unkontrollierbar veränderliche Eigenschaft des Harns.

Es hat sich herausgestellt, dass die sich insbesondere mit dem Alter (bei Greisen und Säuglingen fand man den Harn am stärksten sauer), mit dem Verlauf der Verdauungsarbeit (Tagharn ist in der Regel weniger sauer als Nachtharn und Vormittagharn weniger als Nachmittagharn), dann mit den äusseren Temperaturverhältnissen (warme Bäder setzen die Harnazidität herab), mit Ruhe und Muskelarbeit und in mannigfacher Weise mit den pathologischen Zuständen des Organismus verändert. In bezug auf die letzteren fand man die Harnazidität vermehrt bei Skorbut, Diabetes, Leukämie, permi-ziöser Anämie, einigen Formen von Dyspepsie, bei Arteriosklerose ¹⁾,

1) Bei Arteriosklerose fand Trunczek die Harnazidität doppelt so hoch als normal. Wiener med. Wochenschr. 1905 S. 1094.

bei harnsaurer Diathese, bei Sulfonal-¹⁾, Trional-, Tetronal- und Chloroform-Vergiftungen; die Harnazidität fand man vermindert in den meisten Schwächezuständen und in einigen Formen der Anämie, wahrscheinlich infolge Herabsetzung der Magensaftsekretion und des Stoffwechsels überhaupt²⁾).

In quantitativer Beziehung haben die bisherigen Aziditätsuntersuchungen verhältnismässig wenig Brauchbares zutage gefördert. Und wegen der verschiedenen Versuchsbedingungen und Methoden, sowie wegen der Schwierigkeit, die Harnazidität physiologisch sowohl wie auch chemisch genau zu definieren, lassen sich diese Aziditätsbestimmungen einheitlich in vergleichbaren Zahlenwerten kaum wiedergeben. Die Autoren selbst berichten das Resultat ihrer Versuche meist in der Form, dass sie mitteilen, ob sich in bestimmten Fällen die Azidität grösser oder kleiner erwiesen hat als das von ihnen gewählte Vergleichsmass.

Die Ergebnisse vieler der vorliegenden Untersuchungen über Harnazidität sind ausserdem auch noch nicht durch bestätigende Nachuntersuchungen sichergestellt. Die Untersuchung der Harnazidität von Gesunden bei gemischter Kost, d. h. also der normalen physiologischen Harnazidität, bildet eine Ausnahme, da sie schon mehrfach ermittelt worden ist. Die grossen Differenzen zwischen den ermittelten Werten zeigen aber andererseits, dass unsere Kenntnis dieser wichtigen Aziditätsgrösse auch noch recht unsicher ist. Eine Reihe solcher Normalwerte möge zwecks Vergleichs mit den zu berichtenden Messungen hier mitgeteilt werden, mit dem Bemerken, dass die Werte, welche von den Autoren in verschiedenen, nicht unmittelbar vergleichbaren Säureeinheiten angegeben worden sind, auf ein Einheitsmass umgerechnet und diesen Vergleichswerten die Originalzahlen in Klammern beigefügt wurden. Als Säureeinheit wählte ich nach dem Vorgange von Jaworski³⁾ Kubikzentimeter $\frac{1}{10}$ Normalsäure.

Normale physiologische Harnaziditätsgrösse, ist äquivalent:

1) Bei Sulfonalvergiftung tritt mit der Hämatoporphyrinurie auch riesige Hyperazidität des Harns auf. Fr. Müller, Wiener klin. Wochenschr. 1894 Nr. 14, nach Haussmann, Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 30 S. 352.

2) Schäfer's Textbook of Physiology vol. 1 p. 580. 1898. Eine Zusammenstellung der Beobachtungen über die Harnazidität auch in der Dissertation von N. Kalantarianz (vgl. weiter unten).

3) Sahli, Lehrb. d. klin. Untersuchungsmethoden, 4. Aufl., 1905 S. 402.

nach	pro die $\frac{n}{10}$ Säure ccm	pro 100 ccm $\frac{n}{10}$ -Säure ccm	Indikator
J. Vogel ¹⁾	315-600 (2-4 g \bar{O})	31	Lackmuspapier
Späth ²⁾	400 (1,45 g HCl)	—	Lackmuspapier
Richet ³⁾	300 (1,2 g Na_2O)	—	—
Freudberg ⁴⁾	190	17	Lackmuspapier
Kalantarianz (I) ⁵⁾	190	19	Lackmuspapier
Haig ²⁾	870 (5,5 g \bar{O})	—	Phenolptalein
Kalantarianz (II) ⁶⁾	609	38	Phenolptalein

Für Lackmuspapier als Indikator und gemischte Kost ergibt sich aus meinen auf S. 496 mitgeteilten Versuchen bei 4 Gesunden ein Mittelwert von 15 ccm $\frac{n}{10}$ -Säure pro 100 ccm Harn und für Phenolptalein als Indikator als Mittelzahl aus 26 Bestimmungen⁷⁾ bei 2 Gesunden 508 ccm $\frac{n}{10}$ -Säure pro 24 Stunden und 30 ccm $\frac{n}{10}$ -Säure pro 100 ccm Harn.

Die von den verschiedenen Autoren herstammenden Werte gehen recht weit auseinander, und da ein Versuch, sie kritisch zu sichten, wenig versprechen kann, bleibt nichts übrig, als dass weiteres Material gesammelt wird, um einen sicheren Normalwert der physiologischen Aziditätsgrösse zu gewinnen.

In den Lehrbüchern und in der Literatur findet man als physiologischen Normalwert der Azidität meist 3 g Oxalsäure, d. h. den Mittelwert von J. Vogel, angegeben, wenn es sich darum handelt, pathologische Aziditätswerte zu vergleichen. Es scheint aber nach der obigen Zusammenstellung, als ob der Vogel'sche Wert zu hoch wäre.

1) Neubauer und Vogel, Anleitung zur Analyse des Harns, 5. Aufl., S. 315. 1867.

2) Sahli, Lehrb. d. klin. Untersuchungsmethoden, 4. Aufl., 1905 S. 575.

3) Ch. Richet, Dictionnaire d. Physiologie t. 1 p. 104. 1895. 0,8 g Na_2O pro Liter = 1,2 g Na_2O pro 1500 ccm. Die Angabe bezieht sich wahrscheinlich auf Lackmuspapier.

4) Nach Versuchen von A. Freudberg in Virchow's Archiv f. Pathol. und Pharmak. Bd. 125 S. 566 (1891) an 14 Spitalskranken; von mir berechnet.

5) Nach Versuchen von N. Kalantarianz (Über den Einfluss der Nahrung auf die Säureausscheidung im Harn und über den absoluten Betrag der letzteren unter physiologischen Verhältnissen. Bern 1894. Inaug.-Dissertation) an drei Spitalskranken.

6) Nach Versuchen von N. Kalantarianz (a. a. O.) an drei Spitalskranken. Gemischte Kost.

7) Mitgeteilt auf S. 521 f.

Um zu einem genaueren Wert zu gelangen, sind, wie erwähnt, weitere Ermittlungen nötig; aber diese allein werden zu einem sicheren Aziditätswert noch nicht führen können, wenn nicht gleichzeitig auch genau präzisiert wird, was überhaupt unter physiologischem Normalwert der Harnazidität zu verstehen ist. Als normal gilt jetzt die Aziditätsgrösse, welche der Harn von gesunden Personen bei gemischter Kost aufweist. Diese Definition ist aber recht unbestimmt. Der Begriff der gemischten Kost wird weder nach der Qualität noch nach der Menge der Nahrung fassbar begrenzt. Ausser der Nahrung gibt es aber noch weitere physiologische, die Aziditätsgrösse beeinflussende Momente, die bei der Definition berücksichtigt werden müssten. Leider ist noch zu wenig vorgearbeitet, der Einfluss der einzelnen Momente zu wenig bekannt, um ihn berücksichtigen zu können, und so wird erst eine Reihe von Vorarbeiten erledigt werden müssen, bevor eine genaue Definition der normalen physiologischen Aziditätsgrösse aufgestellt werden kann. Ein Beitrag im Sinne einer solchen Vorarbeit sollen auch die Versuche sein, über deren Ergebnis hier berichtet wird.

Der grössere Teil der Versuche bezieht sich auf den Einfluss der Nahrung, der kleinere auf den Einfluss von Muskelarbeit auf die Azidität des Harns.

I. Harnazidität und Nahrung.

Es seien zunächst in kurzem die Versuche von Sticker und Huebner (1887), Ringstedt (1890) und Kalantarianz (1894) über diesen Gegenstand angeführt.

1. Sticker und Huebner¹⁾ stellten Selbstversuche von dreitägiger Dauer an. Die Diät, die nur im allgemeinen angegeben wird, bestand bei Dr. X. aus viel Fleisch neben Gemüse, Kartoffeln, Käse, Brot, Kaffee und Bier, bei Dr. Y. aus wenig Fleisch, viel Brot und Milch, im übrigen wie bei Dr. X.

Die Harnazidität wurde titrimetrisch mit Lackmustinktur als Indikator, nach dem Tüpfelverfahren bestimmt.

Die Verfasser fanden die 24 stündige Harnazidität bei Dr. X zu 1,57 g HCl (= 430 ccm n_{10}^1 S.) und bei Dr. Y. zu 1,10 g HCl (= 300 ccm n_{10}^1 S.), d. h. bei reichlicherem Fleischgenuss wurde mehr Säure im Harn gefunden.

1) Sticker und Huebner, Wechselbeziehung zwischen Sekreten und Exkreten des Organismus. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 12 S. 114. 1887.

2. Die Arbeit von Ringstedt¹⁾ ist mir nur aus dem Referat in Maly's Jahresbericht bekannt. Danach wurde von Ringstedt bei Fleischkost mehr, bei vegetabler Kost weniger Säure im Harn gefunden. Die nach der Methode Maly und Hofmann ermittelten Aziditätswerte werden im Referat nicht mitgeteilt.

3. N. Kalantarianz²⁾ führte unter Leitung von Prof. Sahli in Bern eingehende Versuche über den Einfluss der Diät auf die Harnazidität aus. Versucht wurden neun verschiedene Kostformen, welche aus Fleisch, Milch, Brei (Kartoffelbrei?), Brot, gekochtem Obst, Weisswein und Rotwein als Hauptbestandteilen der Kost neben Suppe und Kaffee zusammengesetzt waren und in der Tab. I näher bezeichnet werden.

Ich habe für die Kostformen — zur besseren Beurteilung ihrer Beschaffenheit — den N-Substanz-, Fett- und Kohlehydratgehalt und auch den Wärmewert, nach den freilich etwas unvollständigen Angaben der Autorin berechnet, unter Benutzung der König'schen Tabellen über die Zusammensetzung der Nahrungsmittel und der thermischen Konstanten von Rubner.

Die Resultate von Kalantarianz³⁾ teile ich nebst den berechneten Wärmewerten und dem N-Substanzgehalte der Kostformen in der Tab. I mit und bemerke zu den sehr niedrigen Güdel'schen Aziditätswerten, dass dieselben anscheinend durch dessen herabgesetzten Stoffwechsel bedingt sind. Die Rechnung ergab für die Kost dieser Versuchspersonen einen zu niedrigen Wärmewert, von 26 resp. 21, 23, 25 und 4 (Obst- und Weissweindiät) Kalorien pro Kilogramm Körpergewicht.

Aus den Ergebnissen geht in Übereinstimmung mit den eingangs erwähnten Erfahrungen hervor, dass die Fleischkost die höheren, die Pflanzenkost die niedrigeren Aziditätswerte liefert: Die Fleischkost-Azidität ist rund 50 % höher, die Pflanzenkost rund 50 % niedriger als die der gemischten Kost.

Aus den Versuchen ergibt sich ferner, dass der Genuss von 200 g

1) O. T. Ringstedt, Studien über die Azidität des Menschenharns unter physiol. und pathol. Verhältnissen. Hygiea Nr. 15. Stockholm; Maly's Jahresbericht f. Tierchemie 1890 S. 196.

2) A. a. O. Die Dissertation von Kalantarianz ist im Buchhandel nicht mehr erhältlich; ich verdanke sie der Güte des Herrn Prof. Sahli in Bern.

3) Nur von dem Teil der Versuche, für welche die Verfasserin unter anderem auch die Zusammensetzung der Kost mitteilt und Phenolphthaleintitration in Anwendung brachte.

gekochten Obstes pro die die Fleischkostazidität um 15 % und der Genuss von 500 ccm Rotwein dieselbe um 20 % herabsetzen, der Genuss von 500 ccm Weisswein sie dagegen um etwa 30 % erhöht.

Der Nachweis, dass die beiden Weinsorten die Harnazidität so merklich und dabei in entgegengesetztem Sinne beeinflussen, wird auch von der Autorin selbst als auffällig bezeichnet und bedarf noch einer Nachprüfung. Er dürfte, wenn er Bestätigung findet, für die Krankendiät besonderes Interesse beanspruchen.

Die Arbeit von Kalančarianz bedeutet in den Ergebnissen ebenso wie auch bezüglich der Methodik einen Fortschritt; in bezug auf die Methodik insofern, als jede einzelne Kostform während eines längeren Zeitraums (meist 5—7 Tage) geprüft und nach Menge und Beschaffenheit der Nahrung fixiert wurde. Auch wurden die die Versuchspersonen betreffenden Momente, wie Alter, Körpergewicht und der Gesundheitszustand, beachtet. Bei diesen Versuchen kommt auch — meines Wissens — zuerst eine zuverlässigere analytische Methode (die Phenolphthaleintitration) in Anwendung.

Eigene Versuche.

Die zu berichtenden Versuche wurden an dem Verfasser und Prof. Zoth ausgeführt. Es ergaben sich so für drei Kostformen zwei parallele Reihen von Versuchen, die nachstehend als Reihen A (Zoth) und B (Verf.) bezeichnet werden sollen.

Die Versuche beschränken sich auf die Ermittlung des Einflusses, welchen vorwiegend pflanzliche und vorwiegend animalische Kost in Vergleich zur gemischten auf die Azidität des Harnes ausüben. Dabei kamen auch die Aziditätsveränderungen beim Regimewechsel zur Untersuchung.

Personalien von Prof. Zoth: Alter 41 Jahre, Körpergewicht 81 kg, Körperhöhe 181 cm, breitschultrig, kräftig gebaut, Radfahrer, Schlaf 7—8 Stunden, drei Mahlzeiten. Personalien des Berichtenden: Alter 45 Jahre, Körpergewicht 78³/₄ kg, Körperhöhe 181 cm, breitschultrig, kräftig gebaut, Schlaf 7 Stunden, drei Mahlzeiten.

1. Zusammensetzung der Kostformen. Ich teile hier die Zusammensetzung der Kostformen nach ihrem Gehalt an den Hauptbestandteilen, Stickstoffsubstanz ¹⁾, Fett, Kohlehydraten, Alkohol und Wasser, nebst dem thermischen Äquivalent der Nahrung mit.

1) In der Bezeichnung N-substanz sind ausser Eiweissstoffen und Lezithinen auch die stickstoffhaltigen Extraktivstoffe mit inbegriffen.

Für die Berechnung der ersteren aus den Mengen der einzelnen Speisen und Getränke, welche ich auf S. 519 ausführlich mitteile, habe ich die Tabelle und das Buch von König¹⁾, für die Berechnung des Energiegehaltes der Nahrung die Konstanten von Rubner²⁾ benutzt. Dieses vereinfachte Vorgehen erschien uns im Hinblick darauf, dass es sich in meiner Arbeit zunächst nur um die Gewinnung allgemeiner Gesichtspunkte handeln könnte, genügend gerechtfertigt.

	1. Gemischte Kost ³⁾		2. Pflanzenkost I	
	Reihe A g	Reihe B g	Reihe A g	Reihe B g
N-Substanz	129,7	131,6	88,5	96,2
Fette	124,2	109,6	150,2	158,6
Kohlehydrate	370,0	419,3	519,3	552,6
Alkohol	35,7	16,8	62,4	16,8
Wasser	3162,0	3224,0	2517,0	2962,0
	kg Kal.	kg Kal.	kg Kal.	kg Kal.
Wärmewert insgesamt	3729	3395	4326	4253
Wärmewert pro Kilogr. Körpergewicht.	45	43	53	54

	3. Fleischkost		4. Pflanzenkost II
	Reihe A g	Reihe B g	Reihe B g
N-Substanz	234,0	197,6	61,5
Fette	215,7	192,1	106,7
Kohlehydrate	159,2	138,0	475,9
Alkohol	77,9	16,8	8,4
Wasser	3417,0	3106,0	2668,0
	kg Kal.	kg Kal.	kg Kal.
Wärmewert insgesamt	4167	3279	3254
Wärmewert pro Kilogr. Körpergewicht.	51	41	41

Überschreitungen der Diät kamen bei Speisen nur einmal vor, bei den Getränken dagegen des öfteren. Sie werden in der Tab. II bei den betreffenden Versuchstagen einzeln nachgewiesen.

1) J. König, Prozentische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungsmittel. Berlin 1885, und: Chemie der menschlichen Nahrungsmittel, Berlin 1882.

2) Eiweiss = 4,1 Kal., Fett = 9,3 Kal., Kohlehydrate = 4,1, für den Alkohol 7 Kal.

3) Die freigewählte Diät der Pausen bestand ebenfalls aus gemischter Kost und war von der normalen gemischten Kost quantitativ wenig verschieden.

In den vorstehenden Angaben sind sie auf Tagesdurchschnitt reduziert und dann der Hauptmenge zugezählt oder in Abzug gebracht worden.

Die mit der Nahrung genossene Kochsalzmenge hat 25 (A) bis 45 (B) g pro die betragen.

Das Trinkwasser — Grazer Leitungswasser — enthielt nur 0,193 g pro Liter an festen Stoffen; davon waren 0,152 g Karbonate. Die grösste Wasseraufnahme entfällt auf die Radtouren (vgl. weiter unten), nämlich 5280 ccm einschliesslich des aus den Speisen stammenden Wassers, dann auf die Fleischkost mit 3417 ccm (A) und die niedrigste auf die Pflanzenkost II mit 2668 ccm Wasser.

Der Übergang von einer Kostform zur anderen vollzog sich nicht ganz ohne Störung des Allgemeinbefindens. Bei dem Übergange von der Fleischkost zu der Pflanzenkost machte sich nach den ersten Mahlzeiten Druck im Magen und Auftreten von Darmgasen bemerkbar. Stärker und anhaltender war die Störung bei dem Übergange von der Pflanzenkost zur Fleischkost und äusserte sich während der ersten 6 Tage in starkem Durstgefühl, Mattigkeit, erhöhter Transpiration (A), Reizbarkeit und grosser Darmträgheit. Mit Ausnahme des letztgenannten Symptoms gingen alle die anderen nach und nach, und zwar gleichzeitig mit der anfänglich durch die Fleischdiät stark in die Höhe getriebenen Harnazidität, zurück, und am 9. Tage war das Befinden wieder fast normal geworden.

Auf die auffällige Wirkung, welche die Fleischkost auf das Allgemeinbefinden vorübergehend ausübt, macht schon Gumlich¹⁾ aufmerksam: er gibt allgemeine Schlaffheit und Mattigkeit, Schlaflosigkeit, Schmerzhaftigkeit des Zahnfleisches, Trockenheit der Bindehaut, der Schleimhaut des Mundes und des Rachens und deutlichen Azetongeruch der Expirationsluft als Symptome ausschliesslicher Fleischkost an.

Dauer der Versuche. Jeder Versuch wurde im allgemeinen so lange fortgesetzt, bis sich annähernd Säuregleichgewicht eingestellt hatte. Dieser Zeitpunkt hat sich bei der Pflanzenkost und bei der Fleischkost durch das Ende des Säureanstieges bezw. Säureabfalles markiert; eine vollkommene Konstanz der Säurewerte hat sich aber nicht eingestellt.

1) Gumlich, Über die Ausscheidung des Stickstoffs im Harn. Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 17 S. 10. 1893.

Der Gemischtkost-Versuch, mit welchem die Versuche eingeleitet wurden, dauerte 13 Tage, der Fleischkost-Versuch 9, die Pflanzenkost-Versuche 6 und 9 Tage.

Nach dem Gemischtkost- und Pflanzenkost-Versuch wurde je ein Fasttag eingelegt, um die Grösse des Säureabfalles von der Vollkost zur völligen Enthaltung festzustellen.

Kontrolle des Körpergewichts. Das Körpergewicht wurde nach jedem Versuch festgestellt; der Befund ist aus der Tabelle III zu ersehen.

Sammeln und Konservieren der Harnproben. Das Sammeln geschah in zwei Portionen als Tagportion von 6 Uhr früh bis 6 Uhr abends und als Nachtportion in den weiteren 12 Stunden. Der Tagharn wurde nach Fr. Müller zuerst mit Chloroform, später mit Alkohol (1 %) konserviert. Bei der Chloroformkonservierung wurde eine kleine Abnahme der Harnazidität bemerkt.

Analytische Untersuchungsmethode. Die mittels automatischer Pipette abgemessene Harnprobe wurde bis auf leichtes Weingelb (meist fünffach) mit destilliertem Wasser verdünnt, mit 5 ccm 1 %iger Phenolphthaleinlösung auf 50 ccm Harn versetzt und in einem Erlenmeyer-Kolben mit $\frac{n}{10}$ Natronlauge auf deutlich roten Stich als Endfarbe der Lösung titriert. Die Endfarbe wurde gegen die einer zweiten, gleich stark verdünnten und mit gleich viel Indikator versetzten Harnprobe verglichen.

Bei 81 doppelt ausgeführten Versuchen mit 6—25 ccm Laugenverbrauch habe ich einen grössten Titrationsfehler von 0,5 ccm und einen mittleren von 0,22 ccm $\frac{n}{10}$ Lauge gehabt.

Die Harnmengen wurden mittels Messzylindern mit Teilung in $\frac{10}{1}$ ccm, die spezifischen Gewichte mit dem Urometer ermittelt.

Resultate.

Die Ergebnisse der Versuche teile ich in der Tab. II in chronologischer Reihenfolge — gemischte Kost, Pflanzenkost I, Fleischkost und Muskelarbeitversuch (Reihe A) bzw. Pflanzenkost-II-Versuch (Reihe B) — mit. Die Spalten 2—5 enthalten die Harnmengen und die prozentischen Aziditätswerte für die Tag- und Nachtportionen, die Spalten 6 und 7 die Harnmenge und die Azidität für die Zeit von 24 Stunden angegeben; in der letzten Spalte finden sich die Angaben über die vorgekommenen Diätüberschreitungen. Die Azidität wird in Kubikzentimetern $\frac{n}{10}$ Säure als Säureeinheit ausgedrückt.

Es sollen nun zunächst die mittleren Aziditätsgrössen, welche sich für die drei Diätformen ergeben haben, und zwar mit Beziehung auf die älteren vorliegenden Ergebnisse und auf individuelle Unterschiede, kurz erörtert werden. Weiter muss auf die Eigentümlichkeiten in den Aziditätsschwankungen hingewiesen werden, die den Übergang von einer Kostform zur anderen begleiten und mit der Anpassung des Körpers an das neue Regime zusammenzuhängen scheinen; schliesslich wird die gefundene Beziehung der Harnazidität zu dem Stickstoffgehalt der Nahrung besprochen.

1. Mittlere Harnaziditätswerte. Für die Harnaziditätsgrösse der untersuchten Kostformen wurden folgende Mittelwerte erhalten:

	Versuchsreihe A		Versuchsreihe B	
	pro 100 ccm $\frac{n}{10}$ Säure ccm	pro die $\frac{n}{10}$ Säure ccm	pro 100 ccm $\frac{n}{10}$ Säure ccm	pro die $\frac{n}{10}$ Säure ccm
Gemischte Kost	28,1	533	27,3	484
Pflanzenkost I	23,1	431	23,1	431
Fleischkost	38,5	786	31,6	564
Gemischte Kost bei Muskelarbeit	41,0	738	—	—
Pflanzenkost II	—	—	22,1	385

Die Werte stimmen mit den älteren Aziditätsmessungen darin überein, dass sie bei der Fleischkost erhöht, bei der Pflanzenkost erniedrigt erscheinen, aber nicht in demselben Verhältnisse, wie z. B. die Werte von Kalantarianz. Bei unseren Versuchen beträgt die mittlere Vermehrung bei Fleischkost — auf die Azidität bei der gemischten Kost bezogen — gegen 50 % in der Reihe A und 15 % in der Reihe B, und die Verminderung bei der Pflanzenkost 20 % in der Reihe A und 10 resp. 20 % in der Reihe B, ist also nicht so gross wie in den Versuchen von Kalantarianz.

Die Aziditätsmessungen lassen auch individuelle Unterschiede zwischen den Aziditätswerten der Reihen A und B hervortreten. Diese betragen für A gegenüber B bei Fleischkost 40 %, bei gemischter Kost 10 % und bei Pflanzenkost 0.

Die Zusammensetzung der Kost war bei den beiden Versuchsreihen freilich nicht genau gleich, aber bei Betrachtung der Kostdifferenzen überzeugt man sich leicht, dass diese für die Unterschiede der Aziditätswerte kaum von Bedeutung waren, sondern dass die letzteren anscheinend individuellen Ursprungs sind.

Es ist nun bemerkenswert, dass sich die individuellen Unterschiede — wenn man solche als vorhanden zugeben will — bei der Pflanzenkost gar nicht bemerkbar machen, bei den anderen Kostformen aber um so schärfer hervortreten, je stickstoffreicher die Kost ist. Es scheint dies auf einen Zusammenhang mit der grösseren oder geringeren Empfindlichkeit des Säureregulationsapparates des Körpers (Ammoniakbildung) hinzuweisen¹⁾. Bestimmteres über diese Frage dürfte aber nur von besonderen Versuchen über die Beziehung zwischen der Azidität und dem Ammoniakgehalt des Harnes zu erwarten sein.

Wie die Tabellen endlich zeigen, ist ein regelmässiger Zusammenhang zwischen Azidität und spezifischem Gewichte des Harnes nicht festzustellen. Wenn auch öfter verminderte und vermehrte Azidität mit niedrigerem und höherem spezifischem Gewichte einhergehen, so können doch oft auch bedeutende Schwankungen der Harnazidität ohne parallele Schwankungen des spezifischen Gewichtes beobachtet werden, und umgekehrt. Dieses Verhalten weist wohl darauf hin, dass zwischen der Konzentration des Harnes und seiner Azidität keine unmittelbaren und engeren Beziehungen bestehen.

2. Gleichgewichtsschwankungen der Harnazidität nach Diätwechsel. Der Diätwechsel ruft eigentümliche Schwankungen des Säuregleichgewichts hervor, die sich in einem regelmässigen, mehr oder minder lang andauernden Anstieg und Abfall der Harnazidität äussern. Folgt eine eiweissarme Kost auf eine eiweissreichere, so steigt die Azidität, bevor sie sich auf ihr neues Gleichgewicht einstellt, zunächst an, um dann wieder abzufallen. Entgegengesetzt wird der Vorgang, wenn eine eiweissreiche mit eiweissarmer Diät wechselt. Offenbar braucht es eine gewisse Zeit, bis das durch den Diätwechsel gestörte Säuregleichgewicht des Harnes sich neu einstellt; und dies dürfte ungefähr auch der Zeit entsprechen, die der Körper überhaupt benötigt, um sich dem neuen Regime anzupassen.

Ich habe den Verlauf dieser Aziditätsschwankungen für die Versuche 3A und B und 4B nach der Tab. II in der nachstehenden Figur 1 graphisch dargestellt, mit Aziditäten als Ordinaten und Tagen als Abszissen.

1) Vgl. auch S. 511 über die Ursache der Säureschwankungen bei dem Diätwechsel.

Bei der Anpassung an die Fleischkost steigen beide Kurven (A und B) während der ersten 5 Tage an, erreichen bei *b* den höchsten Stand und fallen dann mit scharfem Knick ab.

Bei der Kurve *A* war am 9. Tage das neue Säuregleichgewicht anscheinend noch nicht erreicht.

Bei der Anpassung an die Pflanzenkost fällt die Kurve in den ersten 4 Tagen, und nachdem sie bei *b* auf ihrem tiefsten Punkt angelangt war, geht sie während der folgenden 5 Tage wieder in die Höhe.

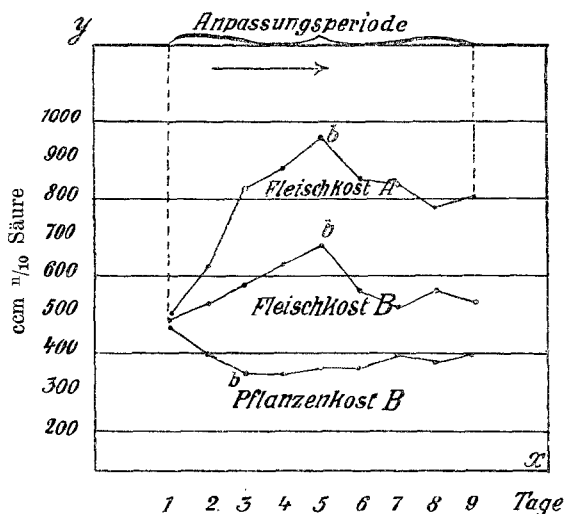


Fig. 1. Diätanpassung.

Die Kurven verlaufen nicht ganz regelmässig und zeigen ausser in den Kulminationspunkten *b* auch sonst noch Knicke, die auf eine Art wellenförmigen An- und Absteigens hinzuweisen scheinen. Beim Übergange von der gemischten Kost zur Pflanzenkost I in den Versuchen 1 und 2 war das Aziditätsgefälle zu klein, um die Anpassungsperiode deutlich hervortreten zu lassen.

Ein Analogon zu diesen Säureschwankungen findet sich in den Versuchen Cohnstein's über den Einfluss der Muskelarbeit auf die Alkalität des Blutes¹⁾. Durch die Muskelarbeit erfuhr das Blut eine der geleisteten Arbeit proportionale Verminderung seiner Alkalität; dauerte aber die Muskelarbeit länger an, so kehrte die Alkalität des Blutes wieder langsam zur Norm zurück.

1) O. Cohnstein, Virchow's Archiv Bd. 130 S. 332. 1892; v. Noorden, a. a. O. (s. nächste S.) S. 128.

Fragt man nun nach der Ursache der vorübergehenden Säureschwankungen in der ersten Zeit nach dem Diätwechsel, so wird man sich der regulatorischen Funktion zu erinnern haben, welche dem aus dem Stoffwechsel hervorgehenden Ammoniak zufällt, wenn im Körper saure Stoffe im Überschuss gebildet werden. Es treten alsdann, wie bekannt, entsprechende Mengen von Ammoniak in den Blutkreislauf, welche die überschüssigen Säuren binden und in neutrale, salzartige Stoffe überführen.

Coranda, Gumlich und v. Noorden haben durch direkte Versuche nachgewiesen, dass bei der Fleischkost mehr Ammonsalze im Harn ausgeschieden werden als bei der Pflanzenkost.

Coranda¹⁾ fand im Selbstversuch 0,40 g Stickstoff pro Tag in Form von NH_3 im Harn bei der Pflanzenkost, 0,64 g bei der gemischten und 0,87 g bei der (vorwiegenden) Fleischkost.

Gumlich²⁾ fand ebenfalls im Selbstversuche bei der Pflanzenkost 0,37 g N in Form von NH_3 pro die im Harn, bei gemischter 0,67 g und bei der ausschliesslichen Fleischkost 1,09 g, und v. Noorden³⁾ hat bei einem jungen Kollegen an einem Tage starker Muskularbeit die Harnazidität um 34 % und die NH_3 -Ausscheidung um 16 % höher gefunden als am Ruhetage.

Das Plus an Ammoniak, welches in den Versuchen von Coranda und Gumlich bei der Fleischkost mehr ausgeschieden wurde als bei der Pflanzenkost, würde genügen, um 335 resp. 510 ccm $\text{n}/_{10}$ Säure zu neutralisieren, während in unserem Versuch 3 A der Säureanstieg 453 ccm und der Säureabfall 160 ccm $\text{n}/_{10}$ Säure, bei Versuch 3 B aber 194 ccm resp. 151 ccm $\text{n}/_{10}$ Säure beträgt. Nach dem Gesagten dürfte es kaum zweifelhaft sein, dass die den Diätwechsel begleitenden Aziditätsschwankungen der Betätigung dieses Regulationsapparates zu verdanken sind.

Die Kulminationspunkte der Kurven dürften dann etwa den Zeitpunkten entsprechen, wo die Regulation des Säuregehalts eingesetzt hat.

Es hat den Anschein, als würde der Regulationsapparat nicht gleich nach einer Störung des Säuregleichgewichts in Tätigkeit treten, sondern erst nach Verlauf von einigen Tagen, in unseren Fleisch-

1) Coranda, Virchow's Archiv Bd. 12 S. 76. 1880, durch v. Noorden, a. a. O. S. 47.

2) A. a. O. S. 10.

3) v. Noorden, Lehrbuch der Pathologie des Stoffwechsels S. 130. 1893.

kost-Versuchen nach 5 Tagen, in dem Pflanzenkost-II-Versuch nach 4 Tagen. Leider ist über den Mechanismus dieses wichtigen Regulationsapparates noch zu wenig bekannt, um sich über die Retardation seiner Betätigung Rechenschaft geben zu können.

Weiter oben wurde bereits darauf hingewiesen, dass die individuellen Unterschiede der Harnaziditätswerte auf die mehr oder weniger energische Betätigung des Säureregulationsapparates bezogen werden können.

3. Die Harnazidität eine lineare Funktion der Stickstoffsubstanz der Nahrung. Der konstatierte grosse Einfluss, den die eiweissreiche Fleischkost auf die Harnazidität ausübt, gab Veranlassung, die Beziehung der letzteren zu der Stickstoffsubstanz der Nahrung genauer zu prüfen; dabei hat es sich ergeben, dass die Beziehung eine einfache ist und durch eine Gleichung ersten Grades ausgedrückt werden kann.

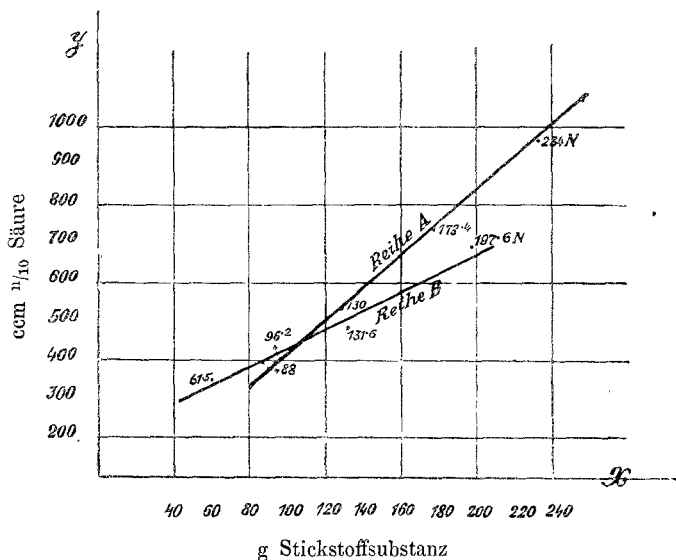


Fig. 2. Harnazidität : Stickstoffsubstanz.

Trägt man nämlich in ein Koordinatensystem, wie in der Fig. 2 geschehen, die N-Substanzgehalte der Diät als Abszissen und die jeder der Diätformen entsprechende Harnazidität¹⁾ als Ordinaten ein

1) Bei den (ansteigenden) Fleischkostaziditäten den höchsten, bei den (abfallenden) Pflanzenkostaziditäten dagegen den niedrigsten Wert und nicht etwa die Mittelwerte. Der Grund ergibt sich aus dem, was auf S. 511 über die Ursache der Aziditätsschwankungen während der Anpassungsperiode gesagt wurde.

und konstruiert die Kurvenpunkte, so erhält man für jede der Versuchsreihen je 4 sehr nahe geradlinig verlaufende Kurvenpunkte.

Die Abweichungen liegen zu beiden Seiten einer Geraden und sind in Berücksichtigung der Ungenauigkeit des Verfahrens, namentlich der Wertung des N-Gehaltes der Kost nach den König'schen Tabellen anstatt durch direkte Bestimmungen¹⁾, gewiss nicht bedeutend zu nennen. Auf der anderen Seite ergibt sich freilich im Hinblick auf die geringe Zahl der bestimmten Kurvenpunkte, aus welchen die Kurve (Gerade) abgeleitet ist, das Bedürfnis, unsere Schlussfolgerung durch weitere Nachprüfungen mit Versuchen zu kontrollieren, in denen die N-Werte der Kost in weiteren Grenzen, in feineren Abstufungen und einerseits bei gleichbleibender, anderseits bei mehrfach variiert Zusammensetzung des übrigen Anteiles der Kost verändert werden.

Die Harnazidität erweist sich nun innerhalb der Fehlergrenzen unseres Verfahrens als eine lineare Funktion der N-Substanzmenge der Nahrung, deren allgemeiner Ausdruck die Gleichung

$$y = ax + c$$

ist, in welcher die Variable y die Azidität und x die N-Substanz bedeuten. Setzt man an Stelle der Konstanten a und c die Werte ein, welche sich aus den Versuchsergebnissen für sie ergeben, so erhält man folgende 2 Gleichungen:

$$\text{für die Reihe A}^2) \quad y = 3,91 x + 40 \text{ und}$$

$$\text{„ „ „ B} \quad y = 2,40 x + 189.$$

Die Gleichungen geben die Versuche genügend genau wieder. So berechnet sich aus den Aziditäten die zugehörige N-Substanz der Nahrung für die Reihe A zu 89, 126 und 235 g statt 88, 130 und 234 g, und für die Reihe B zu 66,6, 91,2, 123 und 206,5 g statt 61,5, 96,2, 131,6 und 197,6 g. (Vgl. Fig. 2.)

Aus dieser Beziehung folgt, dass es in bezug auf die Harnazidität einen prinzipiellen Unterschied zwischen der Fleischkost und der Pflanzenkost nicht gibt und nur die Menge der N-Substanz in Betracht kommt.

In der Gleichung

$$y = ax + c$$

stellt sich die Azidität als eine aus zwei Komponenten zusammen-

1) Vgl. S. 505.

2) Die Muskelarbeit-Azidität wurde hierbei nicht berücksichtigt.

gesetzte Grösse dar, aus der Komponente ax , die von der N-substanz abhängt, und aus der Konstanten c . Diese Konstante entspricht offenbar dem Anteile der Harnazidität, welcher nicht von N-haltigen Bestandteilen der Nahrung bedingt ist. Es können dies entweder N-freie Nahrungsbestandteile oder auch nicht unmittelbar aus der verabreichten Nahrung stammende Stoffe sein. Dass das Glied c der Gleichung eine Konstante darstellt, kann nichts anderes bedeuten, als dass der Stoffumsatz, auf welchen sich dieser Anteil der Harnazidität bezieht, innerhalb der Grenzen unserer Versuche annähernd gleichmässig beschränkt gewesen ist.

Wie zu der Menge der N-substanz der eingeführten Nahrung, so steht die Harnazidität auch zu dem Phosphorsäuregehalte des Harns in einer gleich einfachen Beziehung; dies konnte insofern von vornherein vermutet werden, als zwischen dem Stickstoff- und Phosphorgehalte der verwendeten Nahrung eine gewisse Proportionalität vorausgesetzt werden kann, wie das auch aus der Tatsache hervorgeht, dass das Verhältnis des Stickstoffgehalts zu dem Phosphorgehalt des Harns ($N:P_2O_5$) ein ziemlich konstantes ist; $N:P_2O_5$ verhält sich rund wie 7:1¹⁾.

Ich fand nun, dass sich die Beziehung zwischen der Azidität und dem Phosphorsäuregehalt des Harns gleichfalls durch eine lineare Gleichung wiedergeben lässt und habe aus den auf S. 495 mitgeteilten Bestimmungen²⁾ der Harnazidität und der P_2O_5 -Gehalte die Gleichung

$$y = 166x + 0,6$$

berechnet, in welcher y die Phenolphthaleinazidität in ccm n_{10} Säure und x den P_2O_5 -Gehalt in Gramm, bezogen auf 50 ccm Harn, bedeuten.

Die Gleichung schliesst sich an die Versuchswerte zwar nicht genau an (vgl. Tab. IV), aber noch hinlänglich, um zu zeigen, dass die in ihr zum Ausdruck gebrachte Beziehung zwischen den beiden Grössen annähernd wirklich besteht.

II. Harnazidität und Muskelarbeit.

Die Änderung, welche die Harnazidität nach stärkerer Muskelarbeit erfährt, besteht in der Regel in einer Zunahme der Azidität

1) v. Noorden, a. a. O. S. 173.

2) Vorige Abhandlung.

(Klüpfel¹⁾ 1868; Ringstedt²⁾ 1890; v. Noorden³⁾ 1893 (4 Stunden Rudern); Benedicenti⁴⁾ 1897, Militär-Marsch).

Es sind aber auch Versuche bekannt, bei welchen sich der Einfluss der Muskularbeit nicht durchwegs in einer Vermehrung der Harnazidität geäußert hat (Sawicki⁵⁾ 1872, Spaziergang, Hantelübungen und Treppeauf- und -niedersteigen, bei gemischter Kost); und solche, bei welchen die saure Reaktion des Harns infolge von Muskularbeit in eine alkalische übergegangen war (Aducco³⁾ 1887, Tierversuch, Hund). Es fehlt also an einer Übereinstimmung der Ergebnisse.

Wenn man die Frage nicht von dem Gesichtspunkt aus betrachtet, dass die Muskularbeit die Harnreaktion direkt beeinflusst, sondern dass sie das nur mittelbar durch die Menge der umgesetzten Nahrung tut, so würde die erstere nur den Umfang des Stoffumsatzes bestimmen, während die Reaktion des Harns qualitativ von der Beschaffenheit der Nahrung abhängig wäre. Es wäre dann bei gleicher Muskularbeit ebensogut ein gegen Lackmus saurer wie auch ein alkalischer Harn denkbar, der erstere bei der eiweissreichen Fleischkost, der letztere aber bei der alkalireichen Kartoffelkost⁶⁾. Bei der üblichen gemischten Kost aber müsste die Muskularbeit stets eine Vermehrung der Azidität des Harns zur Folge haben.

In den zu besprechenden Muskularbeitsversuchen (Radfahren, gemischte Kost, Versuchsdauer 4 Tage) wurde eine erhebliche Zunahme der Harnazidität festgestellt.

Auf einem Niederrade wurden von der Versuchsperson (Z.) an jedem der vier aufeinanderfolgenden Versuchstage 80 km zurückgelegt, und zwar an den ersten drei Tagen vormittags und nachmittags je 40 km, am letzten Versuchstage vormittags 80 km. Das Fahrtempo betrug 20 km in der Stunde, die gute Fahrstrasse wies nur am letzten Tage einige unbedeutende Steigungen auf.

1) Klüpfel, Über die Azidität des Harns bei Ruhe und Arbeit. Hoppe-Seyler's med.-chem. Unters. Bd. 3 S. 412, durch v. Noorden, a. a. O. S. 130.

2) A. a. O.

3) A. a. O.

4) Benedicenti, Esami di orine di militari, dopo una marcia. Atti d. Soc. Tosc. d. sc. natur. vol. 10. 1897; Maly's Jahresbericht für Tierchemie 1897 S. 355.

5) Sawicki, Pflüger's Archiv Bd. 5 S. 285. 1872.

6) Nach Bunge, a. a. O. S. 310 ff., liefert Kartoffelkost einen gegen Lackmus alkalischen Harn.

Nimmt man nach F. A. Schmidt¹⁾ für das obige Tempo den Energieverbrauch zu rund 25 kg-Kalorien pro Kilometer an, welche Wärmemenge nach Zuntz²⁾ rund 3470 mkg mechanischer Arbeit äquivalent ist, so ergibt sich für den täglichen Radfahrversuch ein Energieverbrauch von rund 2000 Kalorien und eine Muskelarbeitsleistung von 277,600 mkg. Die mittlere Leistungsfähigkeit der Versuchsperson (etwa 150 km pro Tag) war in den Versuchen mit rund 50 % beansprucht.

Als Nahrung diente die gemischte Kost des Versuches 1; dieselbe musste jedoch dem erhöhten Bedarfe entsprechend ergänzt werden. Der Unterschied der beiden Kostmengen ist aus der nachstehenden Gegenüberstellung zu ersehen.

	Gemischte Kost		Plus in Prozenten
	a gewöhnliche g	b bei Radtouren g	
Stickstoffsubstanz	129,7	178,4	37,5
Fette	124,2	173,8	39,9
Kohlehydrate	370,0	517,6	39,9
Wasser	3162,0	5331,0	68,6
Alkohol	35,7	86,9	143,4
	kg Kal.	kg Kal.	
Wärmewert insgesamt	3729,0	5073,0	36,0
Wärmewert pro Kilogramm Körpergewicht	45,0	62,0	—

In der Arbeitskost sind zwar alle Gruppen von Nahrungsstoffen reichlicher vertreten, doch ist der relative Anteil der einzelnen Gruppen — abgesehen von der starken Vermehrung der bei und nach der Fahrt aufgenommenen Flüssigkeitsmengen (Wasser und Alkohol) — in der ergänzten Kost wenig verändert, wie ein Blick auf die letzte Rubrik der vorstehenden Zusammenstellung ergibt. Die Betrachtung des Wärmewertes der Nahrung ergibt ein Steigen auf über 5000 Kalorien. Wenn man von diesem Wärmewerte die oben berechnete Muskelarbeitswärme von 2000 Kal. in Abzug bringt,

1) F. A. Schmidt, Unser Körper. Handbuch der Anatomie, Physiologie und Hygiene der Leibesübungen. Durch Beyer, Münch. med. Wochenschr. 1905 S. 1436.

2) 0,0072 Kal. Wärme = 1 mkg Arbeit. Tigerstedt, Lehrb. d. Physiol. d. Menschen 1905 S. 133.

so ergibt sich als Restbetrag rund 3000 Kal., die zur Erhaltung des Ernährungsgleichgewichts des Körpers noch vollkommen ausreichend erscheinen. Tatsächlich hatte der Körper bei den Versuchen an Gewicht auch nichts eingebüsst.

Azidität des Harns. Der Harn wurde wieder titrimetrisch mit Phenolphthalein als Indikator auf seine Azidität untersucht. Die Ergebnisse sind in der Tabelle II mitgeteilt.

Den Mittelwert stelle ich hier dem für die einfache gemischte Kost ermittelten gegenüber.

	Mittlere Harnazidität	
	pro 100 ccm ccm $\frac{n}{10}$ Säure	pro die ccm $\frac{n}{10}$ Säure
1. Bei leichter Beschäftigung und gemischter Kost I	28,1	533
2. Bei 277,600 mkg Arbeit und gemischter Kost II	41,0	738

Die durch die Muskelarbeit mittelbar bewirkte Vermehrung der Azidität beträgt bei der 24stündigen Harnmenge 38 %. Klüpfel¹⁾ fand im Durchschnitt seiner Versuche eine Steigerung von 44,8 % und v. Noorden in einem Versuch 34 %.

Weiter oben wurde gezeigt, dass die Harnazidität eine lineare Funktion der N-Substanz der Nahrung ist. Die gleiche Beziehung wird die Harnazidität auch bei Muskelarbeit zeigen müssen, wenn letztere nur die mittelbare, die Beschaffenheit der Nahrung aber die unmittelbare Ursache der Vermehrung der Azidität ist. Dies trifft für den vorliegenden Versuch auch zu, denn wenn in der für die Versuchsreihe A weiter oben angegebenen Gleichung

$$y = 3,91 x + 40,$$

für y der Wert der Muskelarbeits-Azidität (738 ccm) eingesetzt wird, so ergibt die Gleichung 178 g für den Wert der N-Substanz der Nahrung, eine Zahl, die mit dem wirklichen Wert der N-Substanz gut übereinstimmt.

In unserem Versuch zeigt sich also die Muskelarbeit als eine mittelbare und der vermehrte Stoffumsatz als die unmittelbare Ursache der Aziditätszunahme. Man kann sich jedoch vorstellen, dass die Muskelarbeit ausser auf den Umfang auch auf die Qualität des

1) A. a. O.

Stoffumsatzes einwirken und also imstande sein kann, die Harnazidität auch unmittelbar zu beeinflussen. Ob aber eine derartige Wirkung der Muskelarbeit auch statthat, bleibt vorderhand eine offene Frage.

Kurz zusammengefasst haben die Versuche folgendes ergeben:

1. Die von älteren Untersuchungen her bekannte Tatsache, dass der Fleischkostharn mehr, der Pflanzenkostharn weniger sauer ist, lässt sich auf den verschiedenen Gehalt der Nahrung an Stickstoffsubstanz zurückführen; je stickstoffreicher die Nahrung ist, um so saurer wird der Harn.

Ich fand, dass die Beziehung eine gesetzmässige ist, und dass sie sich durch eine Gleichung ersten Grades von der Form

$$y = ax + c$$

ausdrücken lässt, in welcher die Variable y die Harnazidität und die Variable x die N-Substanz bedeuten, mit anderen Worten, dass die Harnazidität eine lineare Funktion der Stickstoffsubstanz der Nahrung ist.

2. Der numerische Wert dieser Funktion kann für jeden Stickstoffgehalt der Nahrung in der Versuchsreihe A aus der Gleichung $y = 3,91 x + 40$ und in der Versuchsreihe B aus der Gleichung $y = 2,40 x + 189$ berechnet werden, wenn die Harnazidität y in Kubikzentimetern $\frac{n}{10}$ Säure und der Gehalt der Nahrung an Stickstoffsubstanz in Gramm ausgedrückt und auf 24stündige Mengen bezogen werden.

3. Die Harnazidität zeigt individuelle Unterschiede, die um so schärfer hervortreten, je stickstoffreicher die Nahrung ist.

4. Die Harnazidität steht auch zu der Phosphorsäure des Harns in gesetzmässiger Beziehung, und die Beziehung lässt sich gleichfalls durch eine lineare Gleichung wiedergeben. Aus meinen Bestimmungen ergibt sich die Gleichung $x = 166 y + 0,6$, in welcher y die Harnazidität in Kubikzentimetern $\frac{n}{10}$ Säure und x Gramme P_2O_5 in 50 ccm Harn bedeuten.

5. Ein Wechsel der Diät wird von charakteristischen Schwankungen der Harnazidität begleitet. Bei dem Übergange von der Pflanzenkost zur Fleischkost steigt die Azidität 5 Tage lang an, um dann wieder mehrere Tage lang abzufallen. Bei dem Übergang von eiweissreicher Fleischkost zur eiweissarmen Pflanzenkost dagegen kommt es zuerst zu einem 4tägigen Fallen und dann zum mehrtägigen Ansteigen der Harnazidität.

In graphischer Darstellung gibt der erstere Diätwechsel eine konvexe, der letztere eine konkave Diätanpassungskurve.

6. Muskularbeit hat bei gemischter Kost eine Zunahme der Harnazidität zur Folge, welche im vorliegenden Falle 38 % betragen hat. Die Muskularbeit erwies sich als die indirekte, der vermehrte Stoffumsatz aber als die direkte Ursache der Aziditätszunahme.

Tabelle I.

Harnaziditätswerte nach N. Kalantarianz.

Die Wärmewerte und der Gehalt der Kost an Stickstoffsubstanz wurden nach Daten von Kalantarianz vom Verfasser dieses berechnet. Indikator: Phenolphthalein.

	Tschabold, 42 Jahre, 53 kg, tub. Peritonitis			Morgenegg, 47 Jahre, 52½ kg, Tetanie			Güdel, 28 Jahre, 55½ kg, Hysterie		
	Wärmewert der Kost	N-Substanz der Kost	Harnazidität pro die n S.	Wärmewert der Kost	N-Substanz der Kost	Harnazidität pro die n S.	Wärmewert der Kost	N-Substanz der Kost	Harnazidität pro die n S.
Gemischte Kost I	Kal. 1840	g 82	ccm 95,5	Kal. 2080	g 85	ccm 55,2	Kal. 1440	g 51	ccm 33,8
Gemischte Kost II	—	—	—	2280	108	59,2	—	—	—
Vorwiegend Pflanzenkost .	1630	62	45,4	1480	62	30,4	1150	34	13,5
Milchkost	1540	78	52,7	1910	97	35,8	1270	65	19,0
Vorwiegend Fleischkost .	—	—	—	3080	122	85,0	—	—	—
Vorw. Fleischkost + Obst	—	—	—	—	—	71,7	—	—	—
Vorw. Fleischkost + Obst	—	—	—	—	—	99,3	—	—	—
+ Weisswein	—	—	—	—	—	52,3	—	—	—
Vorw. Fleischkost + Obst	—	—	—	—	—	—	1960	66	8,8
+ Rotwein	—	—	—	—	—	—	220	1	24,0
Milch + Obstkost	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Obst + Weisswein	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24 stündige Harnmenge, im Mittel	1800 ccm			1900 ccm			1100 ccm		

Zusammensetzung der Kostformen.

Versuchsreihe A.

1. Versuch. Gemischte Kost I. 150 g Rindfleisch¹⁾, 120 g Schinken, 40 g Käse, 300 g Mehlspeise²⁾, 100 g³⁾ geröstete Kartoffeln, 140 g⁴⁾ Spinatgemüse,

1) Alle Angaben über das Fleischgewicht beziehen sich auf Rohfleisch. Wasserverlust bei der Zubereitung 24 %.

2) „Kaiserschmarrn“, 50 g Eier, 80 g Mehl, 10 g Zucker, 5 g Rosinen, 190 g Milch, 30 g Butter, Wasserverlust bei der Zubereitung 65 g.

3) Nach Analyse: 28,7 % Kartoffelsubstanz, 4,87 % Fett, 66,4 % Wasser.

4) 108 g Rohspinat, 10,8 g Fett, 2,7 g Zwiebel, 8,1 g Mehl, 86,0 g Suppenaufguss. Wasserverlust bei der Zubereitung 75,6 g.

340 g Nudelsuppe¹⁾, 135 ccm Kaffeeaufguss, 120 ccm Milch, 25 g Zucker, 180 g Semmel, 250 ccm Weisswein, 1000 ccm Bier, 730 ccm Wasser.

Diätüberschreitung. Mehr genossen pro die 38 ccm Wein, 61 ccm Bier und 77 ccm Wasser.

2. Versuch. Vorwiegend Pflanzenkost I. 173 g Spinatgemüse, 220 g Reisspeise²⁾, 830 g Mehlspeise³⁾, 180 g Semmel, 120 g Milch, 135 ccm Kaffeeaufguss, 25 g Zucker, 500 ccm Weisswein, 500 ccm Bier, 480 ccm Wasser.

Diätüberschreitung. Mehr genossen pro die 42 ccm Wasser.

3. Versuch. Vorwiegend Fleischkost. 450 g Rindfleisch, 200 g Schinken, 200 g Pressburger Wurst, 50 g Emm. Käse, 35 g Ei, 315 ccm Bouillon, 180 g Aleuronbrot⁴⁾, 120 ccm Milch, 135 ccm Kaffeeaufguss, 25 g Zucker, 140 g Spinatgemüse, 750 ccm Weisswein, 1250 ccm Bier.

Diätüberschreitung. Mehr genossen pro die 10 g Aleuronbrot, 55 ccm Weisswein, 477 ccm Wasser.

4. Versuch. Gemischte Kost bei Muskelarbeit. Gemischte Kost wie beim 1. Versuch, dazu noch (in 4 Tagen) 120 g Schinken, 105 g Eier, 260 g Schweizerkäse, 32 g Butter, 710 g Semmel, 90 g Kornbrot, 750 ccm Milch, 10 g Zucker, 2115 ccm Weisswein, 750 ccm Bier und 5625 ccm Wasser.

Versuchsreihe B.

1. Versuch. Gemischte Kost. 300 g Rindfleisch, 140 g Spinatgemüse, 300 g Mehlspeise³⁾, 300 g geröstete Kartoffeln, 340 g Nudelsuppe, 20 g Butter, 70 ccm Kaffeeaufguss, 280 ccm Milch, 15 g Zucker, 355 g Roggenbrot, 600 ccm Bier, 1170 ccm Wasser.

Diätüberschreitung. Mehr genossen pro die 123 ccm Wasser.

2. Versuch. Pflanzenkost I. 173 g Spinatgemüse, 1000 g Mehlspeise⁵⁾, 220 g Reisspeise, 218 g Roggenbrot, 20 g Butter, 340 g Nudelsuppe, 280 ccm Milch, 70 ccm Kaffeeaufguss, 15 g Zucker, 600 ccm Bier, 850 ccm Wasser.

Diätüberschreitung. Mehr genossen pro die 23 ccm Wasser.

3. Versuch. Vorwiegend Fleischkost. 600 g Rindfleisch, 100 g Schweizer Käse, 35 g Eier, 136 g Aleuronbrot, 20 g Butter, 100 g Speisefett, 315 ccm Bouillon, 280 ccm Milch, 70 ccm Kaffeeaufguss, 15 g Zucker, 140 g Spinatgemüse, 600 ccm Bier, 1170 ccm Wasser.

Diätüberschreitung. 249 ccm Wasser pro die mehr.

4. Versuch. Pflanzenkost II. 173 g Spinatgemüse, 220 g Reisspeise, 540 g Roggenbrot, 60 g Butter, 340 g Nudelsuppe, 355 ccm Milch, 70 ccm Kaffeeaufguss, 570 ccm Teeaufguss, 60 g Zucker, 300 ccm Bier, 850 ccm Wasser.

Diätüberschreitung. Weniger genossen 213 ccm Wasser pro die.

1) 320 g Fleischbrühe, 20 g Nudeln, Trockengewicht.

2) 110 g Rohreis, 30 g Butter, 160 g Wasser. Wasserverlust bei der Zubereitung 70 g.

3) Mehlspeise: 300 g „Kaiserschmarrn“ wie oben und 530 g Semmelknödel aus 100 g Mehl, 120 g Semmel, 60 g Butter, 35 g Ei, 180 Milch, 20 g Wasser.

4) Nach Analyse: 16,1 % Stickstoffsubstanz, 45,4 % Kohlenhydrate, 38,5 % Wasser.

5) 300 g „Kaiserschmarrn“ wie oben und 700 g Semmelknödel aus 180 g Mehl, 100 g Semmel, 35 g Ei, 50 g Fett und 335 Wasser.

Tabelle II.

Aziditätsmessungen.

Versuchsreihe A.

1. Versuch. Gemischte Kost. Vom 2.—14. Mai 1905.

Tage, Vers. Nr.	Tagharn von 6—6 Uhr		Nachtharn von 6—6 Uhr		24 Stunden Harn		Spezif. Gew. Temp. 16-20° C.	Diät- über- schreitung
	Menge ccm	Azidität p. 100 ccm n/10 Säure ccm	Menge ccm	Azidität p. 100 ccm n/10 Säure ccm	Menge ccm	Azidität pro 24 St. n/10 Säure ccm		
1.	845	32,3	860	32,1	1705	539,0	1,023	—
2.	1325	13,0	723	28,5	2048	378,2	1,017	—
3.	895	30,0	850	43,5	1745	638,2	1,025	—
4.	780	30,0	895	36,3	1675	561,1	1,022	—
5.	1345	19,6	800	40,1	1645	584,4	1,020	+ 500 Ws. + 500 B.
6.	805	34,6	675	50,4	1480	618,7	1,026	—
7.	1260	19,0	770	36,8	2030	522,8	1,019	—
8.	995	25,3	955	28,4	1950	523,9	1,019	—
9.	1455	16,2	1020	32,1	2475	563,1	1,016	+ 300 B.
10.	1060	23,0	795	34,7	1855	519,6	1,021	—
11.	1050	18,7	1440	18,4	2490	461,2	1,015	+ 1000 B.
12.	1250	15,7	1005	29,2	2255	488,2	1,016	—
13.	750	29,4	975	32,5	1725	537,3	1,020	—
Mittel	1062	28,6	912	34,1	1897	* 533,5 ¹⁾	—	—

Fasttag.

14.	580	22,6	325	47,0	905	283,7	1,024	—
-----	-----	------	-----	------	-----	-------	-------	---

Pause. Diät nach freier Wahl.

15.	445	60,7	740	37,2	1185	545,3	1,025	—
16.	850	25,3	1525	20,2	2375	523,0	1,016	+ 500 Ww. + 500 Ws.
17.	870	22,8	580	33,6	1450	393,2	1,022	— 500 Ws.
18.	900	20,4	1010	7,8	1910	262,4	1,016	+ 120 Ws. — 500 B.
19.	970	22,4	840	29,2	1810	462,5	1,017	+ 120 Ww.
20.	1420	15,0	710	27,8	2130	410,4	1,017	—

2. Versuch. Vorwiegend Pflanzenkost (I). Vom 22.—27. Mai 1905.

21.	910	28,6	740	23,0	1650	430,5	1,019	—
22.	1145	17,0	1125	22,2	2270	444,3	1,015	+ 250 Ws.
23.	860	27,4	855	26,3	1715	460,5	1,018	—
24.	1320	15,6	520	39,8	1840	412,9	1,017	—
25.	950	20,0	990	20,1	1940	* 389,0	1,018	—
26.	905	27,8	870	22,6	1775	446,8	1,020	—
Mittel	1015	22,7	850	25,7	1865	430,6	—	—

1). Die Sternchen bezeichnen die für die Ausrechnung der Gleichungen verwendeten Zahlen.

Tage, Vers. Nr.	Tagharn von 6—6 Uhr		Nachtharn von 6—6 Uhr		24 Stunden Harn		Spezif. Gew. Temp. 16-20° C.	Diät- über- schreitung
	Menge ccm	Azidität p. 100 ccm n_{10} Säure ccm	Menge ccm	Azidität p. 100 ccm n_{10} Säure ccm	Menge ccm	Azidität pro 24 Std. n_{10} Säure ccm		
Arbeitstag. Radtour.								
27.	1687	11,1	663	59,0	2350	578,9	1,017	+ 250 Ww. + 475 Ws.
Pause. Diät nach freier Wahl.								
28.	415	48,6	500	55,6	915	478,9	1,027	—
29.	800	30,4	1040	22,8	1840	480,3	1,019	+ 250 Ww. + 500 B.
30.	1015	18,4	750	43,4	1765	510,3	1,020	+ 250 Ww.
3. Versuch. Vorwiegend Fleischkost. Vom 1.—9. Juni 1905.								
31.	1430	14,8	910	32,4	2340	506,4	1,018	+ 250 Ww.
32.	1110	30,6	1050	27,4	2160	627,3	1,023	+ 500 Ws.
33.	1010	40,6	1220	34,4	2230	829,7	1,024	+ 250 Ww. + 250 Ws.
34.	845	48,0	1010	47,4	1845	884,3	1,026	+ 250 Ws.
35.	800	55,4	1030	50,0	1830	* 958,2	1,026	+ 500 Ws.
36.	980	44,0	990	42,0	1970	847,0	1,026	+ 750 Ws.
37.	980	45,2	940	42,6	1920	843,4	1,026	+ 750 Ws.
38.	890	42,5	1030	39,2	1920	778,6	1,026	+ 750 Ws.
39.	970	38,2	1190	36,0	2160	798,9	1,024	+ 90 g Aleuronbrot + 500 Ws.
Mittel	1001	39,9	1041	39,0	2042	785,9	—	—
Pause. Diät nach freier Wahl.								
40.	860	43,2	1280	28,0	2140	729,9	1,020	—
41.	1130	22,4	1250	24,6	2330	560,6	1,015	—
42.	1520	15,4	710	22,4	2230	393,1	1,016	—
43.	1400	13,6	980	25,0	2330	435,4	1,015	—
44.	1700	12,4	630	41,0	2330	469,2	1,014	—
4. Versuch. Radtouren bei gemischter Kost.								
45.	1270	16,6	740	52,8	2010	601,5	1,019	+ 250 Milch + 250 Ww. + 1250 Ws.
46.	900	32,6	780	61,4	1680	772,3	1,024	+ 250 Milch + 750 Ww. + 1250 Ws.
47.	900	39,2	700	63,0	1600	793,8	1,026	+ 250 Milch + 750 Ww. + 2000 Ws.
48.	1190	35,6	710	50,6	1900	782,9	1,024	+ 750 B. + 625 Ww. + 1000 Ws.
Mittel	1065	31,0	732	56,9	1798	737,6	—	—
Nachversuch. Gemischte Kost.								
49.	820	36,4	1280	22,0	2100	580,0	1,018	+ 250 Ww. + 250 Ws.
50.	1880	10,0	1100	23,8	2980	449,8	1,014	+ 250 Ww. + 500 Ws.
51.	770	36,0	890	46,0	1660	680,6	1,025	—

Tage, Vers. Nr.	Tagharn von 6—6 Uhr		Nachtharn von 6—6 Uhr		24 Stunden Harn		Spezif. Gew. Temp. 16-20°C.	Diät- über- schreitung
	Menge ccm	Azidität p. 100 ccm $\frac{n}{10}$ Säure ccm	Menge ccm	Azidität p. 100 ccm $\frac{n}{10}$ Säure ccm	Menge ccm	Azidität pro 24 Std. $\frac{n}{10}$ Säure ccm		

Versuchsreihe B.

1. Versuch. Gemischte Kost. Vom 2.—14. Mai 1905.

1.	787	28,4	915	28,6	1702	495,2	1,026	—
2.	793	29,4	855	29,8	1648	487,9	1,026	—
3.	760	26,9	1170	22,4	1930	466,4	1,027	+ 640 Ws.
4.	770	34,0	935	28,6	1705	529,2	1,028	—
5.	960	26,0	1010	26,7	1970	519,3	1,027	+ 320 Ws.
6.	855	27,3	800	33,7	1655	503,0	1,027	—
7.	860	27,0	950	29,3	1810	510,5	1,026	—
8.	790	29,1	985	31,1	1775	536,2	1,026	+ 320 Ws.
9.	800	26,6	930	25,7	1730	451,0	1,026	—
10.	930	24,9	855	26,7	1785	448,0	1,026	+ 320 Ws.
11.	925	26,1	770	32,8	1495	441,7	1,026	—
12.	600	38,9	1250	21,0	1850	475,9	1,022	—
13.	875	21,8	1070	21,9	1945	425,0	1,020	—
Mittel	808	28,2	961	27,5	1770	* 483,8	—	—

Fasttag.

14.	570	22,2	835	15,9	1405	259,3	1,015	+ 1010 Ws.
-----	-----	------	-----	------	------	-------	-------	------------

Pause. Diät nach freier Wahl.

15.	515	37,8	885	27,5	1400	438,0	1,024	—
16.	730	24,2	755	27,2	1485	382,0	1,025	—
17.	815	19,2	760	26,2	1575	355,5	1,025	— 300 B.
18.	820	20,4	1035	18,4	1855	357,7	1,020	—
19.	945	18,2	690	29,2	1635	373,5	1,022	— 300 B.
20.	805	23,0	640	35,4	1445	411,6	1,025	—

2. Versuch. Vorwiegend Pflanzkost (I). Vom 22.—28. Mai 1905.

21.	685	26,0	765	31,0	1450	415,2	1,024	—
22.	885	20,9	825	27,0	1710	* 407,6	1,024	—
23.	1030	19,6	900	27,6	1930	450,3	1,023	—
24.	970	20,4	930	25,6	1900	436,0	1,022	—
25.	1035	20,2	890	27,8	1925	456,5	1,024	+ 160 Ws.
26.	915	21,0	870	28,4	1785	439,2	1,024	—
27.	1200	18,0	1130	19,2	2330	433,0	1,018	—
Mittel	960	20,8	901	26,6	1861	431,1	—	—

Fasttag.

28.	1380	12,4	860	20,2	2240	344,8	1,013	+ 1010 Ws.
-----	------	------	-----	------	------	-------	-------	------------

Pause. Diät nach freier Wahl.

29.	455	38,0	730	33,4	1185	414,8	1,026	—
30.	630	26,0	750	32,2	1380	405,3	1,028	+ 320 Ws.

3. Versuch. Vorwiegend Fleischkost. Vom 1.—9. Juni 1905.

31.	830	26,4	870	31,2	1700	490,5	1,025	—
32.	815	29,6	850	34,4	1665	532,2	1,025	—
33.	980	28,2	880	34,4	1860	579,0	1,025	—

Tage, Vers. Nr.	Tagharn von 6—6 Uhr		Nachtharn von 6—6 Uhr		24 Stunden Harn		Spezif. Gew. Temp. 16-20° C.	Diät- über- schreitung
	Menge ccm	Azidität p. 100 ccm $\frac{n}{10}$ Säure ccm	Menge ccm	Azidität p. 100 ccm $\frac{n}{10}$ Säure ccm	Menge ccm	Azidität pro 24 Std. $\frac{n}{10}$ Säure ccm		
34	910	34,0	930	34,6	1840	631,2	1,025	+ 320 Ws.
35	950	34,6	1000	35,6	1950	* 684,7	1,025	+ 640 Ws.
36	850	29,0	860	36,0	1710	556,1	1,024	+ 640 Ws.
37	780	32,0	760	35,0	1540	515,6	1,025	+ 320 Ws.
38	930	28,6	1100	27,0	2030	563,0	1,021	+ 320 Ws.
39	820	30,4	955	29,0	1775	526,2	1,022	—
Mittel	874	30,9	923	33,0	1785	564,3	—	—

4. Versuch. Vorwiegend Pflanzekost (II). Vom 10. bis 18. Juni 1905.

40	830	29,8	630	35,4	1460	470,3	1,023	—
41	740	26,0	710	29,8	1450	404,0	1,022	—
42	1090	16,0	900	19,4	1990	* 349,0	1,018	—
43	1140	13,8	730	26,2	1870	348,5	1,017	— 320 Ws.
44	1050	15,4	710	27,6	1760	357,7	1,019	— 320 Ws.
45	970	16,2	980	21,2	1950	364,8	1,019	— 320 Ws.
46	1020	17,6	790	26,4	1810	388,0	1,020	— 320 Ws.
47	930	19,6	900	22,4	1830	383,0	1,020	— 320 Ws.
48	760	22,8	790	28,8	1560	400,8	1,021	— 320 Ws.
Mittel	984	19,7	793	26,3	1742	385,1	—	—

Nachversuch. Gemischte Kost.

49	810	16,4	1230	16,4	2040	334,5	1,021	— 320 Ws.
50	840	22,6	890	27,2	1730	431,9	1,023	— 320 Ws.
51	740	25,3	930	24,4	1670	413,4	1,024	—
52	830	30,7	940	31,0	1770	546,1	1,020	+ 320 W.
Mittel	805	23,7	998	24,8	1802	431,5	—	—

Tabelle III.
Das Körpergewicht.

	Versuchs- reihe A kg	Versuchs- reihe B kg
Anfangsgewicht	81,0	78,75
Am Schlusse der gemischten Kost (I)	80,0	77,43
Zu Beginn der Pflanzekost (I)	79,5	78,75
Am Schlusse der Pflanzekost (I)	79,5	78,95
" " " Fleischkost	78,0	77,17
" " " Pflanzekost (II)	—	78,07
" " " gemischten Kost (II)	79,4	—
Endgewicht	78,5	—

Tabelle IV.

Azidität und Phosphorsäuregehalt des Harns.

Harnmenge: 50 ccm; Indikator: Phenolphthalein. P_2O_5 der Spalte 3 berechnet aus der Gleichung $y = 166 x + 0,6$.

Phenolphthalein- titration Azidität η_{10} Säure ccm	U r a n t i t r a t i o n		Differenz
	P_2O_5 gefunden g	P_2O_5 berechnet g	
6,5	0,0519	0,0355	— 0,0164
7,8	0,0480	0,0434	— 0,0048
8,1	0,0405	0,0452	+ 0,0047
9,5	0,0405	0,0536	+ 0,0131
10,6	0,0674	0,0602	— 0,0072
11,2	0,0635	0,0638	+ 0,0003
13,0	0,0615	0,0735	+ 0,0120
13,2	0,0795	0,0747	— 0,0048
15,5	0,0789	0,0897	+ 0,0108
16,1	0,0836	0,0932	+ 0,0096
16,1	0,0940	0,0932	— 0,0008
18,1	0,1084	0,1054	— 0,0030
19,5	0,1035	0,1138	+ 0,0103
21,7	0,1275	0,1271	— 0,0004
25,2	0,1506	0,1482	— 0,0024
30,7	0,1676	0,1813	+ 0,0147
31,5	0,1939	0,1861	— 0,0078
33,6	0,2076	0,1988	— 0,0088
34,8	0,2163	0,2060	— 0,0103