X.

Ueber die unter physiologischen Bedingungen eintretende Alkalescentz des Harns.

Von

Dr. med. Th. Görges¹⁾
in Göttingen.

(Hierzu Tafel I.)

Dreierlei Bedingungen sind es, welche unter physiologischen Verhältnissen nach den Angaben der verschiedenen Autoren den Harn alkalisch zu machen im Stande sind: „Erstens die physiologischen Vorgänge, welche bei der normalen Verdauung stattfinden; zweitens die Einführung von kohlen sauren oder pflanzen sauren Alkalien in den Magen; und drittens der Einfluss warmer oder kalter Bäder;“ unter diesen Bedingungen ist die Einführung von Nahrungsmitteln in den Magen und der Einfluss der dann stattfindenden Magenverdauung auf die Reaction des Harns von allergrösstem Interesse, weil dieser ganz natürliche, physiologische Vorgang eben zu den allerhäufigsten und tagtäglich sich wiederholenden Ereignissen gehört, während die weiter angeführten Bedingungen künstlich herbeigeführt werden müssen.

Die erste Angabe, welche über den Einfluss der Magenverdauung auf die Reaction des Harns gemacht wurde, finden wir bei Bence Jones.²⁾ Derselbe fand nämlich, dass ganz constant nach dem Frühstück oder nach der Hauptmahlzeit der Harn neutral oder alkalisch wurde; diese Abnahme der sauren Reaction war am grössten 3 Stunden nach dem Frühstück und 5 oder 6 nach dem Mittagessen. Er

1) Nachstehende Arbeit wurde als Bearbeitung der im Sommer 1877 von der Medicinischen Facultät zu Göttingen gestellten Preisaufgabe:

„Es soll mit Rücksicht auf die Angaben von Bence Jones und Anderen durch Untersuchungen an gesunden Menschen festgestellt werden, ob und unter welchen physiologischen Bedingungen der Harn eine alkalische Reaction zeigt, durch welche Körper dieselbe veranlasst wird, sowie ob und welche Sedimente sich in solchem alkalischen Harne abscheiden.“
eingesandt und am 4. Juni 1878 mit dem vollen Preise gekrönt.

2) Philosophical transactions 1849 und: On Animal chemistry in its application to stomach and renal diseases. London 1850. p. 41.

deutet diese Erscheinung so, dass ein Zusammenhang besteht zwischen der Säure des Magens und der des Urins. Während jene steigt, fällt diese und umgekehrt und zwar so, dass jedesmal einige Zeit nach dem Essen der Urin neutral oder alkalisch wird, während der Magen stark sauer ist. Indem nämlich dem Blute Säure entnommen werde, um zur Verdauung zu dienen, entstehe in Folge dessen ein Ueberschuss an Alkalien im Blute, der nun durch die Nieren entfernt werde und den Harn alkalisch mache.

Ganz anders erklärt sich Roberts¹⁾ diese Wirkung der Mahlzeit auf die Reaction des Urins. Freilich bestätigt auch er die Wahrnehmungen von Bence Jones in ihrem ganzen Umfange: dass eine Mahlzeit, gemischt, animalisch oder vegetabilisch die Säure des Urins constant herabsetzt, ja denselben alkalisch macht; dass diese Wirkung nach dem Frühstücke früher eintritt und kürzere Zeit dauert als nach dem Mittagessen; und endlich, dass in der 2. Stunde nach dem Frühstücke und in der 3. und 4. nach der Mittagmahlzeit der geringste Säuregrad erreicht war. Aber er lässt diese Alkalescenz des Urins nicht im Zusammenhange stehen mit der Magensäure, sondern er leitet sie her von der Aufnahme der in der Nahrung enthaltenen Alkalien ins Blut. Die Reaction des Blutes wird dadurch stärker alkalisch, als es der Norm entspricht, und die Folge ist ebenso wie bei Bence Jones, dass die Nieren als die Regulatoren des Blutes den Ueberfluss an Alkalien mit dem Harne ausscheiden und dieser dann alkalisch wird.

In diesen beiden Ansichten ist das Endresultat dasselbe, nämlich ein Ueberschuss an Alkalien im Blute und Ausscheidung desselben durch die Nieren. Aber bereits schon früher war G. O. Rees auf diese merkwürdige Erscheinung aufmerksam geworden und hatte sie zu erklären versucht, wie Beale²⁾ angibt. Nachdem Letzterer nämlich gesagt hat, dass die Intensität der sauren Reaction zu verschiedenen Tageszeiten verschieden sei, erwähnt er unter den einzelnen Autoren, welche diese Erscheinung bereits angeführt und erörtert haben, der Schrift von Dr. Owen Rees: „Lettsonian Lectures 1851“, in welcher der Verfasser bestimmt erklärt: „der Säuregrad des Urins müsse in einem gewissen Umfange als ein Maass für die Säure des Magens betrachtet werden.“ Eigenthümlich aber ist, wie Beale weiter erzählt, die nähere Erklärung, welche Rees hierfür

1) A practical treatise on urinary and renal diseases, second edition. London 1872. p. 48.

2) Urine, urinary deposits and calculi. London 1864. edit. II. p. 78 und 79. Cap. VI und p. 150.

gibt. Er nimmt nämlich eine Reflexwirkung an zwischen der Magensäure und der Reaction des Harns und glaubt, der stark saure Harn reize bei seiner Secretion die Blasenschleimhaut und treibe sie an zu ihrem Schutze eine reichliche Menge stark alkalischer Flüssigkeit zu secerniren. Hierdurch werde mehr alkalische Flüssigkeit abgesondert als zur Neutralisation erforderlich sei und die Folge sei nun, dass der Harn alkalisch werde.

Da es bereits Beale unternommen hat diese absolut auf keinen Thatsachen fussende Hypothese zu widerlegen, so darf ich wohl mit Stillschweigen jetzt darüber hinweggehen.

Mit den angeführten Thatsachen stimmen jedoch nicht alle Beobachter überein. Beneke¹⁾ bemerkt, dass allerdings die Reaction des Harns zu verschiedenen Zeiten verschieden sei, dass er aber, obwohl er an hundert Experimente an gesunden und kranken Menschen gemacht habe, bei den verschiedenen Individuen keine bestimmte Regelmässigkeit habe entdecken und Bence Jones' Beobachtungen nicht habe bestätigen können. Er selbst findet den geringsten Säuregrad zwischen Frühstück und Mittagessen.

Zu demselben Schlusse kommt auch Vogel²⁾: „Untersuchungen, sagt derselbe, welche theils von mir selbst, theils von anderen unter meiner Leitung angestellt wurden, ergaben übereinstimmend, dass die grösste Menge freier Säure per Stunde durch den Urin in der Nacht entleert wird, die geringste in den Vormittagsstunden, während die Säurequantität in den Nachmittagsstunden (nach der Hauptmahlzeit) eine mittlere ist.“ „Theoretisch freilich, fügt er hinzu, erscheine ihm die Hypothese von B. Jones sehr annehmbar.“

So viel Schwierigkeiten sich hier auch der strengen, wissenschaftlichen Untersuchung entgegenstellen, und so schwer es auch sein mag gerade am Menschen diese Erscheinungen mit Sicherheit festzustellen: so viel ist durch die neuen, trefflichen Arbeiten von R. Maly³⁾ sicher gestellt, dass ein enger Zusammenhang besteht zwischen der Magenverdauung und der Reaction des Harns. Auch er bestätigt direct die Angaben von Jones durch eine Reihe äusserst sorgfältiger Untersuchungen, worin er die Säure resp. Alkalescentz

1) Grundlinien d. Pathologie d. Stoffwechsels. Berlin 1874. 22. Vorlesung. S. 377.

2) Neubauer und Vogel, Anleitung zur qualitativen u. quantitativen Analyse d. Harns. Wiesbaden. 7. Auflage. 1876. S. 297.

3) Justus v. Liebig's Annalen d. Chemie, Bd. 173. Anno 1874. S. 227—274 u. Sitzungsberichte d. Wiener Akademie. Anno 1874. Bd. 69. III. Abth. März und II. Abth. Mai und Jahresberichte über d. Fortschritte d. Thierchemie. Wiesbaden 1875 über d. Jahr 1874. S. 24.

des Harnes stündlich bestimmt hat und sagt wörtlich: „Man kann leicht Harne finden, die in den frühen Nachmittagsstunden stark alkalisch sind. Diese Alkalität scheint in der dritten Stunde nach der Mahlzeit am grössten, dauerte aber mitunter bis um sieben Uhr Abends an, wenn um ein Uhr gegessen worden war. In anderen Fällen blieb die Säure nach der Mahlzeit dieselbe oder wurde grösser.“ „Diese Verschiedenheit; meint er weiter, erkläre sich durch das verschiedene Verhalten der einzelnen Individuen; denn die Unterschiede in animalischer und vegetabilischer Kost machten diese Differenzen nicht aus.“

Um den Beweis für seine Ansicht zu liefern, machte er verschiedene Versuche, zunächst an Thieren, die zwanzig Stunden gefastet hatten und dann katheterisirt wurden. Wurde nun eine Schlundsonde mit einer indifferenten, säuretilgenden Substanz, z. B. kohlen-saurem oder dreibasisch phosphorsaurem Calcium, Eisenoxydhydrat etc. eingeführt, so wurde der hinterher gelassene Harn unzweifelhaft alkalischer. Bei einem anderen Hunde mit einer Magenfistel wurde der Magensaft durch hineingebrachtes Rindfleisch zur Secretion gebracht und sammt dem Fleische dann wieder mechanisch entfernt. Ein bis zwei Stunden hinterher war der Harn stark alkalisch. In mehr als zwanzig derartigen Versuchen ergab sich immer, dass der vorher stark saure Harn, deutlich alkalisch wurde, häufig so stark, dass er rothes Lackmuspapier wie eine Lauge bläute. Geschahen solche Eingriffe aber nicht, so blieb der Harn sauer, ein Beweis, dass keine äussern Einflüsse um dieselbe Zeit thätig waren.

Aus allen diesen Versuchen zieht er den Schluss, dass ein Reiz auf das Mageninnere, zugleich applicirt mit einem Säuretilgungsmittel, oder auch letzteres allein in den Magen gebracht, eine Verminderung der Säure in dem nach einiger Zeit entleerten Harne zur Folge hat. Und wie dies aus seinen weiteren Versuchen auf das deutlichste hervorgeht, rührt die Abnahme der Acidität des Harns nach der Mahlzeit daher, dass im Magen ein Dissociationsprocess der Chloride vor sich geht, dass die Säure nach der inneren Magenoberfläche geht, während die alkalischen Basen ins Blut übergehen und hier einen Ueberschuss bewirken. Indem endlich der Ueberschuss von Alkalien durch die Nieren ausgeschieden wird, werden die freien Säuren des Harns neutralisirt, das saure, phosphorsaure Natrium in basisches umgewandelt und so der Harn alkalisch.

Uebrigens steht Maly mit seiner Annahme eines solchen Dissociationsprocesses nicht allein da; auch Brücke¹⁾ sagt, es könne

1) Vorlesungen über Physiologie. Band I. Wien 1875. S. 299.

nicht wunderbar erscheinen, wenn im Magen eine Zersetzung der Chlormetalle unter dem Einflusse des Nervensystems eintrete, sodass das Alkali nach der einen Seite und die Säure nach der anderen hingehe; wie dies freilich geschehen soll, ist bis jetzt noch gänzlich unbekannt.

Eine gewisse Vorstellung hat uns Maly davon verschafft. Durch eine Anzahl von sinnreichen Versuchen (l. c.) hat er nachgewiesen, dass aus neutralen Lösungen, welche sowohl sauer reagirendes als auch alkalisch reagirendes Natriumphosphat (NaH_2PO_4 und Na_2HPO_4) enthalten und zwar in solchem Verhältnisse, dass ihre Reaction neutral zu nennen war, durch Endosmose mittelst poröser Scheidewände (also auch in der Niere) sich Trennung des sauren und des alkalischen Bestandtheiles erreichen lässt. Aehnliche Schlüsse und zwar mit Zuhülfenahme des sauren Phosphates lassen sich zur Erklärung der s. g. Dissociationsvorgänge im Magen anwenden.

Diejenigen Fälle, in denen durch Auspumpen, also Entfernen des sauren Magensaftes die Entstehung alkalischen Harnes bewirkt wurde¹⁾, lassen sich ebenfalls für die genannte Erklärung heranziehen; doch nehme ich auf sie weiter keine Rücksicht, da sie als pathologische ausserhalb des mir gestatteten Gebietes liegen.

Ungleich leichter noch und rascher als nach der Mahlzeit schlägt die saure Reaction des Harns in die alkalische um, wenn die zweite Bedingung gegeben ist, d. h. wenn dem Körper kohlensaure oder pflanzensaure Alkalien einverleibt werden. Ja schon durch den blossen Genuss von Früchten, welche pflanzensaure Alkalien enthalten, tritt diese Wirkung auf das deutlichste hervor.

Der erste, welcher auf die eintretende Alkalescenz des Harns nach dem innerlichen Gebrauche von neutralen, pflanzensauren Alkalien und der sauren, pflanzensauren Salze aufmerksam machte und genaue Untersuchungen hieüber anstellte, war Wöhler²⁾. Wie er gelehrt, gehen die pflanzensauren Alkalien im Blute durch Oxydation in kohlensaure über und erscheinen als solche im Harn wieder. Fast alle späteren Autoren nehmen dann auf diese klassischen Untersuchungen Wöhler's Bezug und führen sie an. Rayer³⁾ bestätigt das Abnehmen der sauren Reaction und den Uebergang in die

1) Siehe d. Fälle von Quincke, sowie aus Ebstein's Klinik in Stein, Deutsches Archiv für klinische Medicin Bd. 18. S. 215 u. 216, auch Annalen der Chemie Bd. 187. S. 79.

2) Zeitschrift für Physiologie von Fr. Tiedemann und Treviranus, Bd. I, Heidelberg 1824. S. 115.

3) Traité des maladies des reins et des altérations de la sécrétion urinaire en trois vol. Paris 1839—41. Tome I, p. 110 u. 188.

alkalische nach dem Gebrauche der pflanzensauren Salze, meint aber, es sei immer eine grössere Quantität in den Körper einzuführen, um diese Wirkung hervorzurufen. Im Gegensatze hierzu zeigte Krukenberg ¹⁾, praktischer Arzt in Braunschweig, dass schon nach der Einnahme von zwei Esslöffeln Apfelbrei eine halbe bis anderthalb Stunden nach dem Genusse diese Wirkung auf das deutlichste eintrat. Ebenso nach dem Genusse von zwölf gebackenen Pflaumen, wobei die alkalische Reaction drei bis vier Stunden anhielt.

Dass manche Individuen, welche für gewöhnlich keinen stark sauren Urin haben, nur eine grössere Menge von gedörrten Pflaumen zu essen brauchen, um sogleich einen alkalischen Urin zu haben, erwähnt auch Brücke ²⁾. Zugleich sagt er, dass überhaupt die äpfelsauren, weinsauren, essigsäuren Salze sämmtlich im Körper in kohlensaure Salze übergeführt werden und als solche in den Urin übergehen.

Dasselbe sagen Robin und Verdeil ³⁾: „On sait, que les cerises, les fraises, les pommes, les raisins et autres fruits charnus, pris en grande quantité, rendent l'urine alcaline. Or, ces matières végétales contiennent des malates, des citrates ou des tartrates. Or Gilbert Blane et Woehler ont montré, que ces mêmes sels, pris isolément, se comportent comme les sels contenus dans la substance des fruits elle même. Ingérés dans l'estomac, ou introduits sous forme de lavements, les citrate, tartrate, malate et acétate de potasse, ainsi que le sel de Seignette ⁴⁾ et le lactate de soude, reparaissent dans l'urine à l'état de carbonate.“

Dasselbe bestätigen auch Roberts ⁵⁾, Beale ⁶⁾, Bence Jones ⁷⁾, Gorup-Besanez ⁸⁾ und Justus von Liebig ⁹⁾. Jedenfalls finden wir hier bei allen Autoren die grösste Uebereinstimmung, und die Literatur gerade über die Wirkung der Alkalien auf den Harn ist so gross, dass ich mich darauf beschränkt habe diejenigen Autoren

1) Zeitschrift für rationelle Medicin von Henle und Pfeiffer, Heidelberg 1845, III. Bd. 1. Heft S. 75.

2) a. a. O. S. 394.

3) Traité de Chimie anatomique et physiologique, Tome II, Paris 1853. p. 261.

4) Berzelius, Rapport annuel sur les progrès de la chimie. Stockholm 1845; Paris 1846 p. 528 citirt nach Robin und Verdeil a. a. O. p. 262.

5) a. a. O. p. 51.

6) a. a. O. p. 79.

7) a. a. O. 2. Vorlesung.

8) Lehrbuch d. physiolog. Chemie. 3. Auflage 1874. S. 82. Braunschweig.

9) Chemische Briefe v. Justus v. Liebig, Leipzig und Heidelberg. 1865. 31. Brief. S. 298 u. 299.

anzuführen, welche überhaupt auch sonst bei dieser Arbeit in Betracht kommen. Gehen wir auf die dritte Bedingung über, unter welcher der Harn alkalisch werden soll, nämlich nach dem Gebrauche von Bädern, so finden wir hier im Gegensatze zu der reichlichen Literatur der ersten beiden Bedingungen nur einige wenige und kurze Angaben, zunächst im Roberts¹⁾. Derselbe erwähnt, dass Durian²⁾ nach dem Gebrauche von kalten Bädern die Acidität des Harns abnehmen und in die alkalische Reaction umschlagen sah. „Der Harn wurde nach ihm beständig alkalisch, wenn der Körper längere Zeit in ein Bad getaucht wurde, welches eine kältere Temperatur besass als die Blutwärme.“

Ein Gleiches erwähnt Gorup-Besanez³⁾ von dem Gebrauche warmer Bäder.

Nachdem ich so im Vorhergehenden die Bedingungen angeführt habe, unter welchen bei normalen, physiologischen Verhältnissen eine alkalische Reaction des Harns eintreten kann und eintreten pflegt, will ich nunmehr zu meinen eigenen Versuchen über diese Fragen übergehen.

Zu dem Zwecke der Prüfung auf den Säuregrad des Urins stellte ich mir zunächst keine Mohr'schen Normalösungen von Kalihydroxyd und Salzsäure her; denn ich fand es für meine Zwecke bequemer mir zuerst eine Salzsäurelösung herzustellen, welche nur ein Drittel von der gebräuchlichen Stärke hatte. Auch die Kalilösung enthielt in 1000 C.-Ctm. 57,231 Grm. KOH statt der vorgeschriebenen 56,1 Grm. Indem ich in der Salzsäurelösung das Chlor mit salpetersaurem Silber fällte und dann das gefällte Chlorsilber quantitativ bestimmte, berechnete ich die in einem Cubikcentimeter meiner Salzsäurelösung enthaltene HCl auf $= 0,010411$. Da nun in 1 C.-Ctm. meiner Salzsäurelösung 0,010411 HCl enthalten waren, während in 1 C.-Ctm. Normalsäurelösung 0,0365 HCl enthalten sein sollen, so musste ich ein gebrauchtes Quantum Säure, um es in Normalsäure zu verwandeln, mit $= 0,28524$ multipliciren.

Da ferner 10 C.-Ctm. KOH $= 35,766$ HCl (von meiner Salzsäurelösung) entsprachen, so musste ich 1 C.-Ctm. meiner Kalilösung, um es in Normalkali zu verwandeln, mit $= 1,02016$ multipliciren.

Um nun auf die Säure resp. Alkalescenz des Urins zu prüfen, brauchte ich nur eine bestimmte Menge meiner KOH und HCl zum Urin zu setzen so lange, bis der Urin möglichst neutral reagirte. Um diesen Punkt bei seinem Eintreten zu sehen, benutzte ich, ebenso wie Maly⁴⁾ und Neubauer⁵⁾ es angeben, nicht die Lakmustinctur, weil hier wegen der vor-

1) a. a. O. p. 52.

2) Archives générales 1856, I, 167.

3) a. a. O. S. 569.

4) a. a. O. S. 231. Annalen der Chemie.

5) a. a. O. S. 201.

handenen phosphorsauren Salze der Uebergang von der rothen in die blaue Farbe und umgekehrt erst so allmählich eintritt, dass man nie weiss, wann der Neutralisationspunkt erreicht ist, und weil in diesem Zeitpunkt sowohl die Farbe des rothen Papiers als auch diejenige des blauen alterirt wird, indem sie sich derselben violetten Nüance nähern (amphotere Reaction); sondern ich prüfte nach Maly's Vorgange mit Lakmuspapier in folgender Weise:

Ein Streifen rothen und ein Streifen blauen Papiers, beide recht empfindlich, wurden an die Wand des Glases, worin sich der zu titirende Harn befand, so angeklebt, dass sie gerade noch mit den Spitzen in die Flüssigkeit tauchten. Beide wurden dann z. B. bei saurer Reaction des Harns roth, wenn auch das blaue etwas mehr violett. Nun setzte ich vorsichtig KOH hinzu, so lange bis ein Punkt eintrat, wo beide Streifen dieselben Farbenntüancen zeigten. Zugleich wurde mit einem Glasstabe von Zeit zu Zeit mit einem Tropfen Harnes auf zwei anderen Streifen rothen und blauen Papiers geprüft, sodass man hier zugleich eine gute Controle besass. Das Ganze, sowohl das Gefäss wie die letzten beiden Streifen stellt und legt man zweckmässig auf einen weissen Teller als Unterlage. Auf diese Weise gelingt es mit einiger Uebung sehr gut, den Neutralisationspunkt zu treffen und ziemlich genau zu titiren.

Die Versuche wurden in der Art angestellt, dass ich von Stunde zu Stunde meinen Urin entleerte und auf die angegebene Weise dann den Grad seiner Säure oder seiner Alkalescenz bestimmte. Zugleich bestimmte ich die Quantität einer jeden stündlichen Entleerung mittelst eines graduirten Cylinders und nahm später auch der Vollständigkeit halber das specifische Gewicht bei 15° C. zuerst mit der Mohr- und Westphal'schen Wage, nachher mit einem von mir geprüften Urometer.

Sämmtliche Versuche sammt den graphischen Darstellungen habe ich auf Seite 178—183 übersichtlich zusammengestellt. Die Titrationen habe ich der Gleichmässigkeit halber immer mit 30 C.-Ctm. Harn ausgeführt; um aber auch die erhaltenen Resultate mit anderen vergleichbar zu machen, habe ich die von meinen Lösungen angewandten Quanta Alkali oder Säure auf Mohr'sche Normallösungen umgerechnet und diese berechneten Zahlen mit angegeben. Aus diesen letzten Werthen habe ich dann endlich noch, da die Mengen des stündlich entleerten Harnes in oft ziemlich weiten Grenzen schwankten, diejenigen Quanta Mohr'scher Normallösungen berechnet und angeführt, welche ich auf die stündlich entleerten Harnmengen zur Neutralisation gebraucht haben würde. Da diese letzten Werthe für die Hauptsache, nämlich für die eintretende oder zu- und abnehmende Alkalescenz des Harns sich in gleicher Weise bewegen wie die für 30 C.-Ctm. Harn erhaltenen Werthe, so habe ich sie zwar auch mit angegeben, nehme aber wegen ihrer geringen und unwesentlichen

Abweichungen sonst weiter keinen Bezug auf sie, sondern richte mich allein nach den für 30 C.-Ctm. Harn erhaltenen Werthen.

Ausserdem habe ich in den Tabellen bei jedem Tage die vorhergehende Nahrung, eventuell die eingenommenen Medicamente oben über den einzelnen Zahlen bemerkt. Das Uebrige ist von selbst verständlich.

In der graphischen Darstellung sind stets zwei Curven angebracht; die ausgezogene schwarze zeigt die Quantitäten Kali oder Säure an, welche zur Neutralisation von je 30 C.-Ctm. Harn, die punktirte diejenigen Quantitäten Säure oder Kali an, welche zur Neutralisation der ganzen stündlich entleerten Harnmenge jedesmal erforderlich waren. Zur Erhaltung der Curven der alkalischen und der sauren Reaction wurde eine stärker markirte Linie als Basis genommen und nach oben die vom sauer reagirenden Harne geforderten Cubikcentimeter Kali, nach unten die vom alkalischen Harne geforderten Cubikcentimeter Salzsäure als Ordinaten aufgetragen, worauf die Punkte mit einander verbunden wurden. Zu den Curven habe ich nur die Werthe genommen, welche von den Mohr'schen Normallösungen zur Neutralisation nöthig waren, sodass gleiche Cubikcentimeter der Alkali- und Säurelösung einander entsprechen und gleiche Entfernungen der Curven nach oben oder unten von der neutralen Linie äquivalenten Quantitäten Säure oder Alkali des Harns entsprechen.

Bei den einzelnen Versuchen ist das Mittagessen in der betreffenden Stunde durch *M*, das Frühstück bei der betreffenden Stunde durch *F*, die Bäder sind durch *B* bezeichnet.

Bei weitem die grösste Zeit habe ich auf die Versuche mit der Einführung von Nahrungsmitteln verwandt. Ich kann hier eigentlich nur buchstäblich bestätigen, was Roberts hierüber angeführt hat: dass nämlich ganz constant schon in der zweiten Stunde nach dem Essen — natürlich immer unter der Voraussetzung, dass unmittelbar vor dem Essen die Blase von früher secernirtem Harne befreit werde, dass man beim Essen nicht zu viel trinke, und dass nach dem Essen der Urin stündlich entleert und geprüft werde — die saure Reaction in die alkalische umschlägt, am Ende der dritten Stunde die Alkaliscenz ihren Höhepunkt erreicht, von nun an stetig abnimmt, in der vierten und fünften Stunde wieder in die saure übergeht, und dass endlich diese saure Reaction um so stärker wird, je weiter man sich von der Mahlzeit entfernt.

Zuerst prüfte ich den Harn, wenn ich zur gewohnten Zeit um ein Uhr mein Mittagbrod eingenommen hatte, welches aus gewöhnlicher Kost, animalischer und vegetabilischer Nahrung, bestand. (Vergl. die Tabellen Versuch I—VIII). Das Resultat war, dass der unmittelbar nach diesen Mahlzeiten entleerte Harn meist noch ziemlich sauer war, dann an Säure von Stunde zu Stunde rapide abnahm, zwischen

drei und vier alkalisch wurde, gegen fünf seine grösste Säureabnahme zeigte und von nun an wieder saurer zu werden schien. Wenigstens deuten auf Letzteres die beiden Curven von V und VI. Die übrigen Versuche musste ich leider früher abbrechen, da das volle Tageslicht zu solchen Versuchen nicht zu entbehren ist und gerade bei diesen Versuchen, welche sämmtlich im Winter angestellt wurden und gewöhnlich wegen der eintretenden Dämmerung nach einigen Stunden abgebrochen werden mussten, das Wetter an manchen Tagen leider recht dunkel war.

Um aber einen Einwand zu entkräften, der hier vielleicht gemacht werden könnte, dass nämlich die Abnahme der Säure nur von der Tageszeit abhängt, verlegte ich bei den weiteren Versuchen (Vergl. Versuch VIII und IX) die Hauptmahlzeit, welche, wie bei Versuch I—VIII, gleichfalls aus gemischter Nahrung bestand, auf die Stunde zwischen zehn und elf Uhr Morgens. Dies ermöglichte mir zugleich, den Effect der Hauptmahlzeit länger als drei Stunden hindurch zu beobachten. Die Wirkung war dieselbe, wie bei den vorhergehenden Versuchen, nur dass hier in der That, wie auch Roberts¹⁾ und B. Jones (l. c.) angeben, die alkalische Reaction etwas früher eintritt und ebenso früher ihren Höhepunkt erreicht, als wenn die Hauptmahlzeit um ein Uhr Mittags eingenommen wurde (Vers. VIII und IX), eine Thatsache, welche sich wohl aus der kumulirten Wirkung des ersten Frühstückes und der Mittagsmahlzeit hinlänglich erklärt. Schon am Ende der ersten Stunde nach dieser Hauptmahlzeit, also um zwölf, beginnt die alkalische Reaction des Harns, erreicht nach Ende der zweiten Stunde ihren Höhepunkt und kehrt am Ende der dritten zu der Norm zurück. Jedenfalls ist der Einfluss des Frühstückes (Kaffee und zwei Brödchen) dabei ein unverkennbarer, wenngleich die dabei eintretende Säureabnahme eine weit weniger anhaltende ist, als nach der Hauptmahlzeit.

Im Anschluss an diese Beobachtung muss ich noch eine andere, höchst merkwürdige und interessante Thatsache anführen, welche mir bei den Versuchen VI und VII zuerst entgegentrat, und die sich später, Vers. XI, XII und XIII, auch bestätigte. Ich machte nämlich die Wahrnehmung, dass der erste Morgenharn die bei Weitem grösste Säuremenge aufwies, dass dann nach dem ersten Frühstücke die Säure des Urins allmählich aber beständig abnimmt bis zum Mittagessen (Vers. VI, VII und X), um nach demselben dann rapide abzunehmen, wie wir schon gesehen haben. Ausserdem aber will

1) a. a. O. S. 48.

ich nicht unterlassen auf die, wie mir scheint, äusserst wichtige Thatsache aufmerksam zu machen, welche ich bei drei weiteren zur Controlirung der in den Versuchen VI, VII und X gemachten Wahrnehmungen jetzt feststellte, dass auch bei vollständig nüchternem Magen, ohne dass Frühstück genossen wurde, der Harn frühzeitig eine deutliche Säureabnahme zeigte, welche constant von Stunde zu Stunde eintrat, die sich aber in meinen Versuchen nicht bis zum Eintritte der alkalischen Reaction steigerte (vergl. Vers. XI, XII und XIII).

Es scheint also in der That, als ob, abgesehen von jeglichem anderen Einflusse, wie z. B. Essen, die geringste Säuremenge sich des Morgens zwischen Frühstück und Mittagessen findet, eine Wahrnehmung, die mit Beneke's und Vogel's ¹⁾ Beobachtung ja genau übereinstimmt.

Um zu sehen, ob animalische und vegetabilische Kost eine verschiedene Wirkung hätten, ging ich jetzt zunächst zu rein vegetabilischer Nahrung über, welche ich drei Tage lang fortsetzte. Am ersten Tage zeigte die Curve denselben Verlauf wie bei gemischter Kost; indessen wurde die neutrale Grenze nicht erreicht. (Vergl. Vers. XIV, XV und XVI.) Am zweiten Tage ging die Säure unmittelbar nach dem Essen ebenfalls herunter, stieg ganz gegen Erwarten in der zweiten und zeigte dann den gewöhnlichen Abfall. Vermuthlich rührte diese Unregelmässigkeit in der Abnahme der Säure des Urins von meinem Befinden her, welches an jenem Tage nicht ganz normal war. Am dritten Tage dagegen zeigte die Curve der Acidität des Urins wieder ganz ihren normalen Verlauf, und überschritt auch in der zweiten und dritten Stunde die neutrale Grenze. Der einzige Unterschied der vegetabilischen von der gemischten Nahrung besteht also darin, dass bei letzterer der Abfall der sauren Reaction des Harns weit bedeutender ist als bei ersterer.

Weitere drei Versuche mit vegetabilischer Nahrung, bei denen ich Compote genoss, welches pflanzensaure Alkalien enthielt, ergaben nur, dass der Urin eine grössere Tendenz zeigte die alkalische Reaction anzunehmen; dies ist natürlich, da hier die mit der Nahrung eingeführten Alkalien mit in Betracht kommen. (Versuche XVII, XVIII und XIX.) Bei der rein animalischen Nahrung, welche ich jetzt zwei Tage lang befolgte, war die Abnahme der sauren Reaction wieder stärker als nach der rein vegetabilischen Mahlzeit (Vers. XX und XXI), dagegen aber nicht so stark wie bei der gemischten Nahrung. Bemerken will ich noch, dass ich bei den betreffenden Ver-

1) a. a. O. S. 297.

suchen den ganzen Tag und überhaupt die ganze Zeit des Versuchs über nur vegetabilische respect. animalische Nahrung zu mir nahm.

Da ich einmal mitten in diesen Versuchen war und mich an die damit verknüpfte Lebensweise gewöhnt hatte, so machte ich gleich noch drei Versuche an drei verschiedenen Tagen mit dem Einnehmen von verdünnter Salzsäure; dieselben dienen eigentlich mehr zur Vervollständigung, als dass sie streng genommen zum Thema selbst gehörten. Auch hier nahm ich zwischen zehn und elf die erste und zugleich die Hauptmahlzeit ein, bestehend aus rein animalischen Nahrungsmitteln (Eier, Milch und Fleisch). Jedoch gestattete ich mir am Abend nach den Versuchen auch Brod und sonstige vegetabilische Nahrung in geringem Maasse. Der Erfolg war ein unverkennbarer. Allerdings nahm auch hier die Säure des Harns bis zum Ende der dritten und vierten Stunde beständig ab, aber so wenig, dass nicht einmal der neutrale Punkt erreicht wurde und auf 30 C.-Ctm. Harn doch noch immer in dem Falle, wo der geringste Säuregrad erreicht war, 0,3—0,4 C.-Ctm. KOH erforderlich waren (Vers. XXII, XXIII und XXIV).

Es ist somit nach den vorangegangenen Versuchen klar, dass in der That ein bestimmter Antagonismus zu bestehen scheint zwischen der Magensäure und der Acidität des Urins, in der Weise, dass der Urin um so mehr von seiner sauren Reaction einbüsst, je mehr Säure im Magen behufs der Verdauung abgesondert wird, und schliesslich in der dritten und vierten Stunde, wenn die Magenverdauung, soweit es die Absonderung des Magensaftes betrifft, in der Regel beendet ist, wieder an Säure allmählich zunimmt.

Die zweite Versuchsreihe mit Alkalien gab ähnliche Resultate. Sie wurde mit dem Einnehmen von 4,0 Grm. doppeltkohlensauren Natrons gemacht, welches ich eine halbe Stunde vor dem Essen zu mir nahm. Die Lebensweise war genau dieselbe, wie bei den Versuchen mit der Salzsäure. Schon in der ersten und zweiten Stunde nach dem Einnehmen des Natrons war die saure Reaction des Urins in die alkalische übergegangen und zwar ausserordentlich deutlich und stark. Erst mit der sechsten Stunde kehrte die Reaction zur Norm zurück, und der Urin wurde wieder sauer. (Vers. XXV, XXVI und XXVII.)

Ich habe es nicht für nöthig gehalten, umfassendere Versuche in dieser Richtung anzustellen; einmal war die Wirkung so schlagend und trat so deutlich hervor, dass rothes Lackmuspapier wie von einer Lauge dunkel gebläut wurde; dann ist dies ganze Capitel so oft und so übereinstimmend behandelt, dass ich fürchtete zu oft zu wieder-

holen, was andere vor mir schon ausgeführt haben; endlich aber fehlte es mir leider an Zeit zu noch weiteren Versuchen, da ich mir vorgenommen hatte mich auch mit dem Einflusse von Bädern auf die Reaction des Harns zu beschäftigen. Leider kann ich die Angaben über den Einfluss der warmen Bäder auf die Reaction des Harns nicht, oder nur in sehr geringem Umfange bestätigen. Denn es blieb auch dann, wenn nach dem Morgenkaffee ein Bad von 28° genommen war, in zwei Versuchen der Gehalt an Säure im Harne derselbe, wie durchschnittlich an Tagen, an welchen ich kein Bad genommen hatte, und nur am dritten Tage ging die zur Sättigung der Säure erforderliche Kalimenge etwas herunter (von 0,25 C.-Ctm. Kalilösung auf 0,1 C.-Ctm.). Der Harn wurde somit noch nicht einmal neutral, und wie aus den Versuchen XXVIII, XXIX und XXX zu sehen ist, war die Abnahme der sauren Reaction fast dieselbe, wie sie überhaupt des Morgens einzutreten pflegt. (Vergl. Vers. VII und X.) Ich kann daher die Wirkung der warmen Bäder auf den Säuregrad des Harns nicht anerkennen, wenigstens, soweit es diese wenigen Versuche betrifft. Jedoch mag es dahin gestellt bleiben, ob nicht doch bei sorgfältig wiederholten und zahlreicheren Versuchen schliesslich ein solcher Einfluss nachzuweisen wäre.

Aus dem Vorstehenden erhellt unzweifelhaft, dass beim gesunden Menschen unter gewissen, physiologischen Bedingungen, besonders unter dem Einflusse des Verdauungsprocesses der Harn vorübergehend eine alkalische Reaction annimmt.

Was nun die Beantwortung der zweiten Frage anlangt, durch welche Körper die alkalische Reaction des Harns veranlasst wird, so stimmen alle Autoren, welche diese Frage behandeln, darin überein, dass entweder kohlensaure Alkalien, besonders kohlensaures Natron, oder basisch phosphorsaures Natron die Ursache der alkalischen Reaction seien.

Wie Liebig zuerst gezeigt hatte, ist das saure, phosphorsaure Natron (NaH_2PO_4), welches nach ihm die Ursache der sauren Reaction des Urins ist, im Blut als zwei- oder dreibasisches Salz enthalten (Na_2HPO_4 oder Na_3PO_4). Durch die Producte des Stoffumsatzes, die Schwefelsäure, Kohlensäure, Harnsäure u. s. f. wird bei der Absonderung des Harns dem basischen Salze ein Theil seiner Basis entzogen, und das vorher alkalisch reagirende Salz wird neutral oder sauer. Demnach ist die Wirkung der Magenverdauung auf die Reaction des Urins klar; wenn nämlich wirklich ein solcher Dissoziationsprocess der Chloride im Magen angenommen wird, so muss durch den Uebertritt der alkalischen Basen ins Blut nicht allein

dreibasisch phosphorsaures Natron entstehen, sondern zugleich werden auch durch die freie Kohlensäure des Blutes kohlensaure Alkalien gebildet. Dieser Ueberschuss von Alkalien im Blute wird ausgeschieden mit dem Harn. Die stärkeren Säuren des Stoffwechsels verbinden sich mit den Basen der kohlensauren Salze, nehmen auch wohl dem phosphorsauren Natron einen Theil seines Alkalis weg. Waren nur so viel Alkalien vorhanden, dass die Säuren gerade gesättigt wurden, so wird der Harn neutral; waren mehr vorhanden, so muss der Harn alkalisch werden. Die Kohlensäure, welche bei dem Umsetzungsprocesse frei wurde, wird von dem phosphorsauren Natron aufgenommen. Denn nach Liebig ¹⁾ „verhält sich das phosphorsaure Alkali gegen Kohlensäure ganz ähnlich, wie ein neutrales, kohlensaures Alkali.“ „Das phosphorsaure Natron schmeckt und reagirt alkalisch, wie das kohlensaure Alkali, und nimmt in seiner Lösung bei Gegenwart von freier Kohlensäure wie dieses Kohlensäure auf, die es in ganz gleicher Weise, nur leichter, beim Schütteln mit Luft, im luftleeren Raume, oder beim Verdampfen wieder abgibt, ohne sein Absorptionsvermögen für Kohlensäure unter andern Umständen zu verlieren.“

Aehnliche Ansichten wie die oben ausgesprochenen finde ich auch in der neuesten Arbeit Maly's ²⁾, auf die ich aber nicht eingehen kann, da sie mir erst zu Gesicht kam, als diese Arbeit dem Drucke übergeben werden sollte.

„Bestand nun die Nahrung aus Brod oder Fleisch, welche in ihrer Asche nur phosphorsaure, keine kohlensauren Salze hinterlassen, so enthält der Harn die Alkalien in Form von phosphorsauren Alkalien; bestand sie dagegen aus Gemüse, Wurzeln, Früchten, die in ihrer Asche als lösliche Salze nur kohlensaure Alkalien enthalten, so enthält der Harn kohlensaure Alkalien.“ Dasselbe ist natürlich der Fall, wenn die Nahrung diese kohlensauren Alkalien schon selbst enthielt. „Während bei Fleischfressern im Blute basisch phosphorsaures Natron enthalten ist, wird dieses bei Herbivoren durch kohlensaure Alkalien ersetzt.“ Dasselbe geschieht beim Menschen, je nachdem er Fleisch und Cerealien, die viel phosphorsaure Salze ent-

1) Chemische Briefe, Leipzig und Heidelberg 1865 S. 295. Siehe auch Annalen der Chemie und Pharmacie 62. S. 349, ferner Marechaud im Journal für praktische Chemie 37. S. 321 und Heidenhain und L. Meyer in Annalen der Chemie. Suppl. 2. S. 159 über die Wirkung von Kohlensäure auf Phosphate.

2) Zeitschrift für physiologische Chemie v. Hoppe-Seyler I. Bd. 3. Heft, Strassburg 1877. S. 174: Untersuchungen über d. Mittel zur Säurebildung im Organismus u. s. w. von R. Maly.

halten, oder Früchte und Gemüse, die statt der phosphorsauren Salze pflanzen- oder kohlensaure enthalten, genießt. Es gehen im letzteren Falle dann mehr Alkalien in das Blut über, als zur Bildung der im Blute enthaltenen phosphorsauren Verbindungen nöthig ist, und in Folge dessen gehen die überschüssigen Alkalien in Form von kohlensaurem Alkali in den Harn über. Die normal saure Reaction des Harns wird auf diese Weise entweder neutralisirt, oder wenn die Alkalien im Ueberschuss vorhanden sind, durch kohlensaures Natron und basisch reagirendes, phosphorsaures Natron in die alkalische übergeführt.

Dies ist die jetzt herrschende Ansicht, und alle Autoren, selbst die früheren, führen die alkalische Reaction auf diese beiden Salze zurück. B. Jones ¹⁾ giebt bestimmt an, dass der nach dem Essen alkalische Urin durch kohlensaures oder phosphorsaures Natron alkalisch geworden sei. Beneke ²⁾ meint, nur basisch phosphorsaures Natron sei die Ursache auch nach Einführung von Alkalien. Roberts ³⁾ führt die nach dem Essen alkalische Reaction ebenfalls auf Alkaliphosphate in basischem Zustande zurück. Dagegen sagt er, dass nach der Einführung von Alkalien zwei Drittel derselben als freie Carbonate im Harn erschienen, ein Drittel würde zur Neutralisation verwandt.

Um nun diese Frage, durch welche chemischen Körper die Alkalescenz des Harns unter physiologischen Bedingungen bedingt wird, in der denkbar vollkommensten Weise beantworten zu können, würde es nöthig sein, eine grössere Menge alkalischen Harns bis zur Trockne abzudampfen und den festen Rückstand einer genauen, quantitativen Analyse zu unterwerfen. Es würden dann sowohl die Phosphorsäure und das Natron quantitativ bestimmt werden müssen, als auch alle übrigen Alkalien und alkalischen Basen sammt dem Chlor und der Schwefelsäure. Auf diese Weise würde sich berechnen lassen, wie viel Aequivalente Natron an Phosphorsäure gebunden waren. Leider konnte ich eine derartige Untersuchung nicht vornehmen, weil ich die dazu unumgänglich nöthige Quantität alkalischen Harnes nicht beschaffen konnte. Es blieb mir, um dennoch in möglichst zufriedenstellender Weise der gestellten Aufgabe gerecht zu werden, der Ausweg übrig zu versuchen, ob ich das saure, phosphorsaure Natrium aus dem normalen sauren, und das basisch phosphorsaure Natrium aus dem unter den oben genannten physiologischen

1) a. a. O. Cap. IX.

2) a. a. O. 20. Vorlesung S. 331.

3) a. a. O. S. 49 und 51.

Bedingungen alkalisch gewordenen Harne krystallisirt erhalten konnte. Bereits schon Robin und Verdeil hatten es versucht auf diese Weise das basische und das saure, phosphorsaure Natrium zu erhalten, da sie einsahen, dass die gewöhnliche Methode die Gegenwart von Phosphaten in Geweben der Thiere durch die Analyse ihrer Asche zu erweisen nicht zum Ziele führte. „Denn dies Verfahren, sagen sie wörtlich ¹⁾, schliesst den schweren Irrthum ein, dass man die Salze, welche in den Geweben enthalten sind, verändert und auf diese Weise Verbindungen findet, welche durchaus nicht vor der Einäscherung darin enthalten waren.“

Sie liessen daher die Phosphate auf folgende Weise herauskrystallisiren: „Man giesst die Flüssigkeit eines stark eingengten, alkalischen Urins von dem durch das Einengen entstandenen Salzniederschlage vorsichtig ab in ein schmales Glasgefäss, schichtet absoluten Alkohol darüber und überlässt die Flüssigkeit sich selbst. Nach einiger Zeit setzen sich an den Wänden des Gefässes langsam die Krystalle des basisch phosphorsauren Natriums ab, welche das Licht stark polarisiren.“

Auf dieselbe Weise erhält man nach ihnen das saure Salz.

Ich verfuhr nach der angegebenen Weise: Beim Versuch Nr. VIII nahm ich 50 C.-Ctm. des um 12, 100 C.-Ctm. des um 1 und 30 C.-Ctm. des um 2 Uhr entleerten, alkalischen Harns, dampfte sie über dem Wasserbade ab, setzte am folgenden Tage zu der noch nicht völlig abgedampften Quantität 100 C.-Ctm. des um 1 Uhr entleerten, stark alkalischen Urins des Versuchs Nr. IX und engte weiter ein. Nach abermals vierundzwanzig Stunden wurde die syrupdicke Flüssigkeit in ein schmales Becherglas abfiltrirt, hingestellt und mit einer reichlichen Menge absoluten Alkohols überschichtet. Nach acht Tagen hatten sich neben zahlreichen und grossen, schön ausgebildeten Krystallen von Kochsalz auch andere, mehr länglich rhombische, aber nicht deutlich ausgebildete Krystalle gebildet. Letztere wurden sorgfältig mit der Pincette herausgenommen, getrocknet und dann näher untersucht. Sie zeigten Aehnlichkeit mit den in Robin's und Verdeil's Atlas abgebildeten Krystallen von basisch phosphorsaurem Natron und zeigten ein schönes und wechselndes Farbenspiel, wenn ich sie unter ein mit einer Polarisationsvorrichtung versehenes Mikroskop brachte. Sie reagirten sehr stark alkalisch und lösten sich in verdünnten Säuren unter Aufbrausen leicht auf. Die Reaction mit molybdänsaurem Ammon ergab sehr starken Phosphorsäuregehalt. Daneben enthielten sie viel Chlor, Calcium und Magnesium gar nicht,

1) a. a. O. S. 327 und 333.

Schwefelsäure in Spuren, und mit der Flamme nachweisbar Kalium und Natrium. Es waren also Verbindungen von Chlor und Phosphorsäure und vielleicht auch Kohlensäure und Schwefelsäure mit Natrium und Kalium. Darf man hieraus einen Schluss ziehen, so ist es gewiss der, dass die alkalische Reaction herrührte von phosphorsaurem und kohlensaurem Natrium, ein Schluss, den ich auf folgende Weise machen zu dürfen glaube: Chlor wie Schwefelsäure sind jedenfalls mit der entsprechenden Menge Natrium und Kalium als verunreinigende, neutrale Chloride oder Sulfate vorhanden und ohne Einfluss. Es bleiben also Phosphorsäure und Kohlensäure mit Alkalien. Wenn letztere in diesem abgedampften Reste vorhanden ist, so muss sie an Natrium als gewöhnlich kohlensaures Natrium gebunden sein, da sie sich sonst längst beim Abdampfen verflüchtigt haben würde. Da nun kohlensaures Natrium alkalisch reagirt und das eventuell vorher vorhandene saure, phosphorsaure Natron (NaH_2PO_4) sofort unter Verlust von Kohlensäure in gewöhnliches, alkalisch reagirendes, phosphorsaures Natron (Na_2HPO_4) verwandelt, so ist eben der Schluss erlaubt, dass die Phosphorsäure als basisch reagirendes, phosphorsaures Natron (Na_2HPO_4) in dem betreffenden Harnsatze vorhanden ist. Das basische Salz der Phosphorsäure mit drei Atomen Natrium (Na_3PO_4) kann man nicht in einem kohlensaures Natrium haltenden, abgedampften Harnrückstande annehmen. Denn die vorher vorhanden gewesene Kohlensäure würde es längst in das Salz mit zwei Atomen Natrium (Na_2PO_4) verwandelt haben. So sagt u. A. Marechaud¹⁾: „Die Erfahrung, dass 3NaOPO_5 (Na_3PO_4) in feuchter, kohlensäurehaltiger Luft sich in 2NaOHOP_5 (Na_2HPO_4) und NaOCO_2 (Na_2CO_3) umwandeln, steht unlängbar fest.“

Die Frage aber, ob Kohlensäure und phosphorsaures Natrium eventuell zusammenkrystallisirende Verbindungen geben, möchte ich hier nicht näher berühren; ebensowenig die Frage, ob in dem nicht abgedampften Harne durch die freie Kohlensäure des Blutes Spuren des sauren Salzes: NaH_2PO_4 gebildet worden sind.

Damit stimmt nun auch der Gegenversuch mit saurem Harne. 40 C.-Ctm. des Morgenharns, 60 C.-Ctm. des um 10 und 40 C.-Ctm. des um 11 Uhr entleerten Harnes von Versuch Nr. XXIX wurden wie oben angegeben behandelt. Nach vier Tagen zeigte sich am Boden des Gefäßes ein hautähnlicher, krystallinisch glänzender Absatz und an den Wänden des Glases kleine, flockenähnliche Massen. Die krystallähnlichen Bodenmassen wurden untersucht. Sie zeigten unter dem Mikroskope ähnliche Formen, wie ich sie bei dem vor-

1) Journal für practische Chemie Band 37. S. 328.

hergehenden Versuche erhalten hatte, reagirten aber stark sauer. Sie enthielten keine Kohlensäure, dagegen reichen Gehalt an Phosphorsäure, Chlor und Schwefelsäure, ausserdem Spuren von Magnesium und Calcium. Mittelst der Flamme war ebenfalls reichlich Kalium und Natrium nachweisbar. Es bleiben also hier für die Ursache der sauren Reaction nur die sauer reagirenden Verbindungen der Phosphorsäure mit Natrium oder Kalium, und allenfalls, wenn auch höchst wenig wahrscheinlich, Spuren von Bisulfaten von Kalium und Natrium über, falls sich solche etwa durch Doppelzersetzung der sauren Phosphate mit den Sulfaten oder Chloriden bilden sollten.¹⁾

Die, besonders bei dem ersten Versuche mit alkalischem Harne, erhaltenen Krystalle quantitativ näher zu untersuchen, war wegen der geringen Menge unmöglich; einige andere Versuche auf die beschriebene Weise aus alkalischem Harne die Phosphate krystallisirt zu erhalten, schlugen fehl. Ebenso scheiterte ein Versuch die phosphorsauren Natronsalze oder kohlsauren Alkalisalze aus dem alkalischen Pferdeharne auf diese Weise zu gewinnen, um daraus vielleicht analoge Schlüsse ziehen zu können.

Nach allem ist man wohl berechtigt den Schluss zu ziehen, dass basisch phosphorsaures und kohlsaures Natrium an der alkalischen Reaction des Harns Theil nehmen, und Wöhler hat ja u. A. direct gefunden, dass alkalisch reagirendes Carbonat sich nach Ingestion von pflanzensauren Alkalien durch die Nieren abscheidet.

Ist nun aber der Harn durch fixes Alkali alkalisch geworden, so ist es auf den ersten Blick verständlich, dass die Erdphosphate phosphorsaures Calcium und Magnesium, die ja nur durch das saure phosphorsaure Natrium und durch die etwa vorhandenen freien Säuren, auch die Kohlensäure, in Lösung gehalten werden, wie Neubauer²⁾, Robin und Verdeil³⁾, Beneke⁴⁾ und B. Jones übereinstimmend angeben, ausfallen müssen, sobald die freie Säure verschwindet und der Harn alkalisch wird. „Wegen ihrer leichten Löslichkeit, selbst in schwachen Säuren, und ihrer Unlöslichkeit in reinem Wasser oder alkalischen Flüssigkeiten können sie sich in einem stark sauren Harne nicht bilden, sondern erscheinen immer nur, wenn der Harn neutral oder alkalisch ist.“ „Ist dieses Alkalescentz bedingt durch fixes Alkali, so fällt besonders das phosphorsaure Calcium als amorphes, häufig auch krystallinisches Pulver.“

1) Siehe Maly, Zeitschrift für physiolog. Chemie u. s. w.

2) a. a. O. S. 65.

3) a. a. O. S. 290.

4) l. c. 20. Vorlesung.

Da aber in jedem gesunden Harn Ammoniak vorhanden ist, nach Neubauer und Vogel (a. a. O. S. 69) im Durchschnitte 0,7 Grm. in 24 Stunden, so bildet sich neben dem phosphorsauren Calcium auch phosphorsaures Ammonium-Magnesium in schönen Krystallen wegen der grossen Verwandtschaft des phosphorsauren Magnesiums zum Ammoniak.

Diese Ausscheidung der Erdphosphate soll nun meistens sogleich bei der Entleerung alkalischen Urins vor sich gehen. Roberts sagt ausdrücklich, dass der nach dem Essen alkalische Urin meist bei der Entleerung trübe war.

Wenn aber auch diese Trübung nicht vorhanden ist, so kann sie doch sofort hervorgerufen werden durch Erhitzen oder Kochen des Urins. Denn häufig ist, namentlich in schwach sauer reagirendem Harn, wie Neubauer und Vogel¹⁾ angeben, das phosphorsaure Calcium nur durch Kohlensäure gelöst, und scheidet sich daher sofort in weisslichen Flocken, die einem Albumincoagulum sehr ähnlich sind, aus, sobald man durch Kochen die Kohlensäure austreibt. Ebenso natürlich erklärt sich die Beobachtung Delavaud's²⁾, dass der durch Erhitzen getrübe Harn sofort wieder klar wird, sobald man freie Kohlensäure in denselben einleitet, während er sich von Neuem trübt, sobald man wieder erwärmt. Was meine eigenen Versuche und Beobachtungen über Sedimentbildung anbelangt, so muss ich zunächst bemerken, dass der alkalische Urin nur ein einziges Mal trübe entleert wurde; auffallend war nur seine helle Farbe und sein meist ziemlich hohes specifisches Gewicht. Ein eigentliches Sediment hatte sich weder unmittelbar nach dem Entleeren, noch im Laufe einer Zeit von 24—72 Stunden nachher gebildet. Dagegen zeigten sich fast jedesmal nach vierundzwanzig und mehr Stunden in einem hingestellten, alkalischen Urin folgende Erscheinungen:

Die Oberfläche war immer überzogen mit einer regenbogenartig schillernden, krystallinischen Haut, die an ihrer Unterseite meist einzelne, auch makroskopisch sichtbare Krystalle erkennen liess. Diese Haut erwähnen auch Roberts S. 94 und Robin und Verdeil S. 323. Ueber dem Boden befand sich fast immer eine wolkenartige Trübung, die bei der geringsten Bewegung des Gefässes sofort auseinander ging, und sich wie eine Epithelienwolke durch die ganze Flüssigkeit verbreitete.

1) Harnanalyse S. 132.

2) Sur les variations d'acidité de l'urine aux diverses heures du jour (Comptes rendus des séances et Mémoires de la société de biologie. Paris 1851, p. 118) citirt nach Robin et Verdeil a. a. O. S. 291.

Zuerst wurde die Haut näher untersucht. Der oberste Theil des um drei Uhr entleerten, stark alkalischen Harnes von Versuch Nr. XXV wurde am folgenden Tage nach vierundzwanzigstündigem Stehen sammt der Haut sorgfältig auf ein Filter gebracht, filtrirt, der Rückstand auf dem Filter mit warmem Wasser ausgewaschen, und dann auf die Stellen, wo man die glänzende Haut erkennen konnte, Salzsäure gegossen. Die Haut verschwand ohne Aufbrausen. Die Lösung ergab starken Phosphorsäure- und Calcium-Gehalt. Demnach bestand also diese glänzende Haut, welche sich beim Stehen des alkalischen Harns gebildet hatte, aus phosphorsaurem Calcium. Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass nach vierundzwanzig Stunden und nach längerer Zeit sich in dem hingestellten, alkalischen Harne fast immer einzelne, schön ausgebildete Tripelphosphatkry- stalle gebildet hatten, die sich mit dem Stein'schen ¹⁾ Reagens, d. h. einer Auflösung von einem Theile käuflich kohlensauren Ammoniums in fünf Theilen Aquae dest., als solche erwiesen. Die oben geschilderten, epithelartigen Flocken erwiesen sich als amorphe, bald mehr, bald weniger stark lichtbrechende Körner, die zuweilen auch die s. g. Dumb-bellformen zeigten und sich immer ohne Aufbrausen in verdünnter Salzsäure lösten. Schon nach der Schilderung von Roberts (l. c. S. 94) und von Neubauer und Vogel (l. c. S. 131 u. 329) konnte ich annehmen, dass dies phosphorsaures Calcium sein müsse, und bei der näheren Untersuchung bestätigte sich diese Voraussetzung vollkommen.

Vom Versuch Nr. XXVI wurden die um 12, um 1 und um 3 Uhr entleerten stark alkalischen Harnmengen hingestellt und aufbewahrt. Als sich am folgenden Tage in allen Portionen eine ziemlich starke Trübung fand, wurden sie filtrirt, der Rückstand auf dem Filter ausgewaschen und mit einigen Tropfen verdünnter Salzsäure behandelt. Aufbrausen trat nicht ein; dagegen zeigte sich starker Phosphorsäure- und Calcium-Gehalt und ein wenig Magnesium. Die Trübung rührte also her von phosphorsaurem Calcium und ein wenig phosphorsaurem Magnesium. Während aber Vogel l. c. S. 329 behauptet, dass bei einem Harne, dessen alkalische Reaction durch ein fixes Alkali bedingt sei, sich kein Tripelphosphat bilden könne und das Sediment nur aus phosphorsaurem Calcium zu bestehen scheine, muss ich dagegen sagen, dass ich fast immer nach Verlauf von vierundzwanzig und mehr Stunden neben diesen amorphen Massen einzelne Tripel-

¹⁾ Ueber alkalischen Harn bedingt durch Ueberschuss von fixem Alkali. Inauguraldissertation von Dr. C. Stein. Leipzig 1876. S. 22.

phosphatkrystalle fand. Behauptet doch auch Roberts¹⁾, dass diese Tripelphosphatkrystalle gewöhnlich mit dem phosphorsauren Calcium zugleich vorkämen und meist nach einiger Zeit erschienen, wenn der Harn durch fixes Alkali alkalisch wäre; und ebenso Beale²⁾, dass das phosphorsaure Calcium gewöhnlich begleitet sei von Tripelphosphat, wenn es sich aus alkalischem Harne absetze. Dagegen sagt B. Jones, dass der durch fixes Alkali alkalische Harn die Tripelphosphatkrystalle selten zeige, sondern meist nur ein amorphes, in Säuren leicht lösliches Pulver von phosphorsaurem Calcium.

Krystalle von phosphorsaurem Magnesium und phosphorsaurem Calcium habe ich, obwohl sie in dem Atlas von Robin und Verdeil abgebildet sind, und hier ihr Vorkommen als gar nicht so selten ausgesprochen wird, kein einziges Mal direct aus dem Harne erhalten. Dagegen habe ich letzteres ein einziges Mal erhalten und mit dem Stein'schen Reagens als solches bestimmt, nachdem ich eine Probe schwach sauren Harns mit kohlensaurer Natriumlösung versetzt, und vierundzwanzig Stunden hingestellt hatte. Auch ersteres habe ich einmal auf dieselbe Weise erhalten. kann jedoch nichts Näheres über die Umstände der Bildung von Magnesiumphosphat angeben.

Schliesslich muss ich noch bemerken, dass die Fällung der Erdphosphate durch Kochen fast immer bei dem alkalischen Urine eintrat, zuweilen auch schon bei neutralem oder schwachsaurem. Vielleicht ist die bei längerem Stehen alkalischen Urins eintretende Ausfällung der Erdphosphate ebenfalls durch ein langsames Entziehen der Kohlensäure durch die Luft zu deuten.

Ziehen wir nun die Schlüsse, welche wir, wie sich im Verlaufe der Arbeit gezeigt hat, aus meinen Resultaten zu ziehen berechtigt sind, so könnte man sie ungefähr in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. „Nach jeder Mahlzeit, mochte dieselbe in gemischter, in animalischer oder vegetabilischer Nahrung bestanden haben, fand eine Abnahme der Säure des Urins statt, in der Weise, dass bei animalischer und gemischter Kost nach zwei Stunden die saure Reaction in die alkalische überging, in der dritten bis zur fünften Stunde nach der Mahlzeit die Alkalescentz des Urins ihren Höhepunkt erreichte, worauf derselbe meist ziemlich schnell wieder seine saure Reaction bekam. Diese Säureabnahme war *ceteris paribus* nach einer ge-

1) a. a. O. S. 97.

2) a. a. O. S. 329.

mischten Mahlzeit grösser als bei einer aus rein animalischer Kost bestehenden. Bei lediglich vegetabilischer Nahrung (excl. pflanzen-saure Alkalien) war die Abnahme der Säure, wenn auch constant, doch nicht immer genügend eine alkalische Reaction zu veranlassen.“

2. „Die Säureintensität des Urins war des Morgens beim Erwachen am grössten, und nahm dann von Stunde zu Stunde ab, bis sie zwischen Frühstück und Mittagessen ihren niedrigsten Punkt erreichte.“

3. „Die alkalische Reaction des Urins trat früher ein und dauerte kürzere Zeit, wenn die Hauptmahlzeit zu einer früheren Stunde eingenommen wurde.“

4. „Die saure Reaction des Urins wurde erhöht durch die Einführung verdünnter Salzsäure; wurde dieselbe gleichzeitig mit der Mahlzeit einverleibt, so wurde der Einfluss der Mahlzeit auf die Säure des Urins so beschränkt, dass die saure Reaction nicht aufgehoben, aber vermindert wurde.“

5. „Wurden neben den Nahrungsmitteln kohlensaure Alkalien in den Magen eingeführt, so trat die alkalische Reaction des Urins früher ein, erreichte eine grössere Intensität und dauerte längere Zeit an als nach einer gewöhnlichen Mahlzeit.“

6. „Warme Bäder hatten keinen oder nur einen sehr geringen Einfluss auf die Reaction des Harns, indem nur einmal eine Abnahme seiner sauren Reaction beobachtet wurde.“

7. „Die alkalische Reaction des Harns nach der Nahrungsaufnahme wurde wahrscheinlich durch die basischen Kalium- und Natriumphosphate, besonders das zweibasische, alkalisch reagirende phosphorsaure Natrium, und die kohlensauen Alkalisalze, vor allem das kohlensaure Natrium verursacht.“

8. „Eine Sedimentbildung beobachtete ich bei dem frisch entleerten, alkalischen Harne weder nach der Nahrungsaufnahme noch nach der Einführung von kohlensauren oder pflanzensauren Alkalien; erst nach dem Verlaufe von 24 Stunden und darüber bildete sich in solchem Harne eine Trübung und eine schillernde Haut an der Oberfläche des Harns. Beide lösten sich leicht in verdünnten Säuren.“

9. „Bei der chemischen Untersuchung ergab sich, dass die Trübung durch amorphes, phosphorsaures Calcium hervorgerufen wurde. Daneben fand ich im Harne meist vereinzelte Krystalle von Tripelphosphat. Die schillernde Haut bestand gleichfalls aus phosphorsaurem Calcium.“

10. „Erhitze ich eine Probe des nach der Nahrungsaufnahme, besonders aber des nach der Einführung von Alkalien nur schwach

sauer, neutral oder alkalisch reagirenden Harns, so entstand sofort eine Trübung von groben und feinen weissen Flocken; dieselben bestanden aus ausgefallten Erdphosphaten, namentlich phosphorsaurem Calcium; dieselben verschwanden und lösten sich auf Zusatz von wenigen Tropfen verdünnter Säuren.“

Nummer der einzelnen Versuche:	Stunde, in welcher der Harn entleert wurde, sammt der jedesmaligen Menge in C.-Ctm.:		Specificisches Gewicht bei 150 C.:	Auf 30 C.-Ctm. Harn wurden zur Neutralisation gebraucht:		Auf die stündlich entleerte Harnmenge wurde von den Mohr'schen Normal- lösungen zur Neutrali- sation gebraucht:
				Von meinen Lösungen, wo 35,766 C.-Ctm. HCl genau 10 C.-Ctm. KOH entsprechen:	Von den Mohr'schen Nor- mal-lösungen, wo 10 C.-Ctm. Oxalsäure 10 C.-Ctm. KOH entsprechen:	
Mittagessen 1 $\frac{1}{4}$ —2 Uhr.						
I.	2 $\frac{1}{4}$	55	—	1,575 KOH	1,60675 KOH	2,95 KOH
	3 $\frac{1}{4}$	130	—	0,86 "	0,87734 "	3,80 "
	4 $\frac{1}{4}$	185	—	0,11 "	0,11222 "	0,69 "
Mittagessen wie vorher.						
II.	2 $\frac{1}{4}$	110	—	1,575 KOH	0,71409 KOH	2,62 KOH
	3 $\frac{1}{4}$	250	—	0,19 "	0,19383 "	1,61
	4 $\frac{1}{4}$	180	—	0,16 HCl	0,04564 HCl	0,27 HCl
	5	150	—	0,24 "	0,06846 "	0,34 "
Mittagessen wie vorher.						
III.	2 $\frac{1}{4}$	85	—	0,6 KOH	0,61209 KOH	1,73 KOH
	3 $\frac{1}{4}$	185	—	0,3 "	0,30605 "	1,89 "
	4 $\frac{1}{4}$	190	—	0,09 "	0,09181 "	0,58 "
	4 $\frac{3}{4}$	75	—	0,05 HCl	0,01426 HCl	0,03 HCl
Mittagessen wie vorher.						
IV.	2 $\frac{1}{2}$	85	—	0,35 KOH	0,35706 KOH	1,01 KOH
	3 $\frac{1}{2}$	110	—	0,4 HCl	0,11409 HCl	0,42 HCl
	4 $\frac{1}{2}$	160	—	0,9 "	0,25672 "	1,37 "
Mittagessen wie vorher.						
V.	2 $\frac{1}{2}$	50	—	1,1 KOH	1,12217 KOH	1,87 KOH
	3 $\frac{1}{2}$	110	1,0175	0,15 "	0,15302 "	0,56
	4 $\frac{1}{2}$	120	1,0210	2,0 HCl	0,57048 HCl	2,28 HCl
	5 $\frac{1}{2}$	70	—	1,5 "	0,42786 "	1,00 "
Frischer Morgenharn: 1,8 KOH 1,83629 KOH 1,84 KOH						
Um 10 $\frac{1}{4}$ die erste Nahrung: Reines Fleisch mit Wein (Beefsteak).						
VI.	10 $\frac{1}{2}$	30	—	1,0 KOH	1,02016 KOH	1,02 KOH
	11 $\frac{1}{2}$	75	—	0,7 "	0,71411 "	1,78 "
	12 $\frac{1}{2}$	80	—	0,8 "	0,81613 "	2,18 "
	1	35	—	1,0 "	1,02016 "	1,19 "
Mittagessen wie vorher.						
	2 $\frac{1}{2}$	120	—	0,2 KOH	0,20403 KOH	0,82 KOH
	3 $\frac{1}{2}$	80	—	0,55 HCl	0,15688 HCl	0,42 HCl
	4 $\frac{1}{2}$	90	—	0,5 "	0,14262 "	0,43 "

Auf 30 C.-Ctm. Harn wurden von den ursprünglichen Lösungen, wo 10 C.-Ctm. Oxalsäure 17,94 KOH entsprachen, zur Neutralisation gebraucht:	Nummer der einzelnen Versuche:	Stunde, in welcher der Harn entleert wurde sammt der jedesmaligen Menge in C.-Ctm.	Specifisches Gewicht bei 15° C.:	Auf 30 C.-Ctm. Harn wurden zur Neutralisation gebraucht:		Auf die stündlich entleerte Harnmenge wurde von den Mohr'schen Normal-Lösungen zur Neutralisation gebraucht:
				Von meinen Lösungen, wo 35,766 C.-Ctm. HCl genau 10 C.-Ctm. KOH entsprechen:	Von den Mohr'schen Normal-Lösungen wo 10 C.-Ctm. HCl 10 C.-Ctm. KOH entsprechen:	

Morgenharn: 1,55 KOH 1,58125 KOH 2,43 KOH als 11. Theil.						
—	VII.	10 ¹ / ₂ 500	—	Um 10 Kaffee und 2 Brödcchen.		
		11 40	—	1,25 KOH	1,27520 KOH	1,70 KOH
		12 110	—	0,65 "	0,66310 "	2,43 "
		1 210	1,0095	0,35 "	0,35706 "	2,45 "
Mittagessen wie vorher.						
—		2 ¹ / ₂ 144	1,0160	0,7 KOH	0,71411 KOH	3,43 KOH
		3 ¹ / ₂ 110	1,0212	0,25 "	0,25504 "	0,93 "
		4 ¹ / ₂ 115	1,0217	0,4 HCl	0,11409 HCl	0,43 HCl
		sehr trübe				

Am Morgen Kaffee und 2 Brödcchen, um 10¹/₂ Uhr Beefsteak mit Brod und Kartoffeln und einer Tasse Bouillon.

—	VIII.	11 50	1,0260	1,4 KOH	1,42822 KOH	2,38 KOH
		12 85	1,0212	0,5 HCl	0,14262 HCl	0,40 HCl
		1 143	1,0205	1,1 "	0,31376 "	1,49 "
		2 70	1,0248	0,5 "	0,14262 "	0,33 "
		3 48	1,0278	0,6 KOH	0,61209 KOH	0,98 KOH
		4 31	1,0258	1,2 "	1,22419 "	1,26 "

Am Morgen Kaffee und 2 Brödcchen, um 10¹/₂ Bouillon, Braten, Kartoffeln und Apfelbrei.

—	IX.	fr. Morgenh.	1,0278	2,5 KOH	2,55040 KOH	2,55 KOH
		11 96	1,0223	1,05 "	1,07117 "	3,43 "
		12 110	1,0198	0,15 HCl	0,04278 HCl	0,16 HCl
		1 190	1,0200	1,5 "	0,42786 "	2,70 "
		2 116	1,0243	0,9 "	0,25672 "	0,99 "
		3 80	1,0270	0,12 KOH	0,12242 KOH	0,33 KOH
		4 62	1,0278	1,0 "	1,02016 "	2,11 "

Am Morgen um 9 Kaffee und 2 Brödcchen.

—	X.	10 45	1,0165	0,35 KOH	0,35706 KOH	0,53 KOH
		11 150	1,0078	0,32 "	0,32645 "	1,63 "
		12 145	1,0128	0,29 "	0,29385 "	1,43 "
		1 220	1,0088	0,25 "	0,25504 "	1,87 "

Nüchtern.

3,35 KOH	XI.)	7 fr. Morgenh.	1,0253	1,83 KOH	1,86729 KOH	1,87 KOH
1,5 "		8 42	1,0213	1,00 "	1,03119 "	1,14 "
1,20 "		9 70	1,0192	0,66 "	0,66888 "	1,56 "
0,6 "		10 125	1,0122	0,33 "	0,33444 "	1,39 "

1) Zu den Versuchen No. XI bis XVI (incl.) gebrauchte ich ursprünglich als Säurelösung eine Mohr'sche Oxalsäurelösung, die also in 1000 C.-Ctm. H₂O 63,0 Grm. reiner, krystallisirter Oxalsäure enthielt und als Alkalilösung eine Kalilauge, von der 17,94 C.-Ctm. = 10 C.-Ctm. der Oxalsäurelösung entsprachen. Die durch

Auf 30 C.-Ctm. Harn wurden von den ursprünglichen Lösungen wo 10 C.-Ctm. Oxalsäure 17,94 KOH entsprachen, zur Neutralisation gebraucht:	Nummer der einzelnen Versuche:	Stunde, in welcher der Harn entleert wurde samt der jeweiligen Menge in C.-Ctm.:	Specifisches Gewicht bei 15° C.:	Auf 30 C.-Ctm. Harn wurden zur Neutralisation gebraucht:		Auf die stündlich entleerte Harnmenge wurde von den Mohr'schen Normallösungen zur Neutralisation gebraucht:
				Von meinen Lösungen, wo 35,766 C.-Ctm. HCl genau 10 C.-Ctm. KOH entsprechen:	Von den Mohr'schen Normallösungen, wo 10 C.-Ctm. HCl 10 C.-Ctm. KOH entsprechen:	

Nüchtern.

3,7 KOH	XII.	8 fr. Morgenh.	1,0234	2,00 KOH	2,06238 KOH	2,06 KOH
2,2 "		9 32	1,0238	1,20 "	1,22628 "	1,31 "
1,0 "		10 47	1,0223	0,55 "	0,55740 "	0,87 "
0,25 "		11 55	1,0223	0,15 "	0,13935 "	0,25 "

Nüchtern.

3,2 KOH	XIII.	7 fr. Morgenh.	1,0223	1,75 KOH	1,78368 KOH	1,78 KOH
2,5 "		8 43	1,0228	1,37 "	1,39350 "	1,99 "
1,7 "		9 50	1,0213	0,93 "	0,94758 "	1,58 "
0,7 "		10 63	1,0223	0,38 "	0,39018 "	0,82 "
0,55 "		11 65	1,0192	0,30 "	0,30657 "	0,66 "
0,5 "		12 115	1,0102	0,27 "	0,27870 "	1,07 "
0,45 "		1 110	1,0117	0,25 "	0,25083 "	0,92 "

Am Morgen Kaffee und 2 Brödcchen, um 10¹/₄ Erbsen und Kartoffeln mit etwas Weissbrod.

2,85 KOH	XIV.	fr. Morgenh.	1,0218	1,56 KOH	1,58859 KOH	1,59 KOH
0,8 "		11 85	1,0182	0,45 "	0,44592 "	1,28 "
0,35 "		12 120	1,0178	0,19 "	0,19509 "	0,78 "
0,28 "		1 240	1,0113	0,15 "	0,15607 "	1,25 "
0,5 "		2 165	1,0103	0,27 "	0,27870 "	1,60 "
0,9 "		3 120	1,0118	0,49 "	0,50166 "	2,01 "

Am Morgen Kaffee und 1 Brödcchen. Um 10³/₄ Erbsen und Weissbrod.

2,0 KOH	XV.	fr. Morgenh.	1,0103	1,09 KOH	1,11480 KOH	1,11 KOH
0,53 "		11 90	1,0233	0,29 "	0,29542 "	0,89 "
1,84 "		12 25	—	1,00 "	1,02562 "	0,85 "
0,82 "		1 45	1,0293	0,45 "	0,45707 "	0,68 "
0,6 "		2 74	1,0222	0,33 "	0,33444 "	0,82 "
1,85 "		3 45	1,0258	1,01 "	1,03119 "	1,55 "
2,85 "		4 30	1,0248	1,56 "	1,58859 "	1,59 "

Am Morgen Kaffee und 2 Brödcchen. Um 10¹/₂ Linsen mit etwas Brod.

2,15 KOH	XVI.	fr. Morgenh.	1,0132	1,15 KOH	1,18841 KOH	1,19 KOH
0,4 "		11 25	1,0192	0,22 "	0,22296 "	0,19 "
0,05 "		12 88	1,0172	0,03 "	0,02787 "	0,08 "
0,22 C ₂ H ₂ O ₄		1 60	1,0238	0,80 HCl	0,22 HCl	0,44 HCl
0,15 "		2 43	1,0263	0,53 "	0,15 "	0,21 "
1,4 KOH		3 30	1,0306	0,76 KOH	0,78036 KOH	0,78 KOH
2,8 "		4 25	1,0268	1,53 "	1,56072 "	1,30 "

Titration dieser Lösungen ursprünglich erhaltenen Werthe habe ich in einer besonderen Rubrik dieser sechs Versuche mit angeführt. Die in den übrigen Rubriken stehenden Werthe sind aus diesen ursprünglichen berechnet.

Nummer der einzelnen Versuche:	Stunde, in welcher der Harn entleert wurde samt der jedesmaligen Menge in C.-Ctm.:	Specifisches Gewicht bei 15° C.:	Auf 30 C.-Ctm. Harn wurden zur Neutralisation gebraucht:		Auf die stündlich entleerte Harnmenge wurde von den Mohr'schen Normal- lösungen zur Neutrali- sation gebraucht:
			Von meinen Lösungen, wo 35,766 C.-Ctm. HCl genau 10 C.-Ctm. KOH entsprechen:	Von den Mohr'schen Nor- mallösungen, wo 10 C.-Ctm. HCl 10 C.-Ctm. KOH entsprechen:	

Um 8 Uhr Morgens Kaffee und 2 Bröckchen. Um 10¹/₄ Erbsen mit Wurzeln,
gekochte Pflaumen und ein Butterbrod.

XVII.	11	115	1,0226	0,75 KOH	0,76512 KOH	2,93 KOH
	12	95	1,0223	0,45 "	0,45907 "	1,45 "
	1	110	1,0223	neutral	neutral	neutral
	2	97	1,0223	0,25 KOH	0,25504 "	0,82 KOH
	3	95	1,0198	0,55 "	0,56109 "	1,78 "
	3 ³ / ₄	65	1,0173	0,75 "	0,76512 "	1,66 "

Am Morgen Kaffee und 2 Bröckchen. Um 10¹/₂ Reis, Kartoffeln, Apfelbrei
und Wein nebst Butterbrod.

XVIII.	fr. Morgenh.		1,0263	0,75 KOH	0,76512 KOH	0,76 KOH
	11	71	1,0248	0,40 "	0,40806 "	0,98 "
	12	60	1,0218	0,35 "	0,35706 "	0,71 "
	1	65	1,0248	0,5 HCl	0,14262 HCl	0,30 HCl
	2	86	1,0230	0,35 "	0,09983 "	0,29 "
	3	96	1,0218	neutral	neutral	neutral
	3 ³ / ₄	90	1,0158	0,35 KOH	0,35706 KOH	1,07 KOH

Am Morgen Kaffee und 2 Bröckchen. Um 10³/₄ Kohl, Pflaumencompote
und 2 Apfelsinen.

XIX.	11 ¹ / ₄	51	1,0236	0,95 KOH	0,96915 KOH	1,65 KOH
	12	50	1,0193	0,43 "	0,43867 "	0,73 "
	1	70	1,0230	0,2 HCl	0,05705 HCl	0,13 HCl
	2	92	1,0226	0,35 "	0,09983 "	0,36 "
	3	80	1,0243	0,22 "	0,06275 "	0,17 "
	4	63	1,0252	0,25 KOH	0,25504 KOH	0,53 KOH

Am Morgen Kaffee und 2 Bröckchen. Um 10¹/₄ Bouillon, Braten und Milch
(ohne Brod und Kartoffeln).

XX.	11	90	1,0258	1,25 KOH	1,27520 KOH	3,82 KOH
	12	110	1,0193	0,4 HCl	0,11409 HCl	0,42 HCl
	1	102	1,0225	0,5 "	0,14262 "	0,48 "
	2	75	1,0270	0,2 "	0,05705 "	0,14 "
	3	60	1,0273	0,6 KOH	0,61209 KOH	1,22 KOH
	4	50	1,0263	1,1 "	1,12217 "	1,87 "

Um 10¹/₂ Bouillon, Beefsteak und Milch.

XXI.	11	68	1,0248	1,0 KOH	1,02016 KOH	2,31 KOH
	12	91	1,0223	0,35 "	0,35706 "	1,08 "
	1	140	1,0203	0,4 HCl	0,11409 HCl	0,33 HCl
	2	120	1,0236	0,3 "	0,08557 "	0,34 "
	3	116	1,0233	0,2 KOH	0,20403 KOH	0,79 KOH
	4	65	1,0230	0,55 "	0,56109 "	1,22 "

Nummer der einzelnen Versuche:	Stunde, in welcher der Harn entleert wurde samt der jedesmaligen Menge in C.-Ctm.:	Specificisches Gewicht bei 15° C.:	Auf 30 C.-Ctm. wurden zur Neutralisation gebraucht:		Auf die stündlich entleerte Harnmenge wurde von den Mohr'schen Normal- lösungen zur Neutrali- sation gebraucht:
			Von meinen Lösungen, wo 35,766 C.-Ctm. HCl genau 10 C.-Ctm. KOH entsprechen:	Von den Mohr'schen Nor- mallösungen wo 10 C.-Ctm. HCl 10 C.-Ctm. KOH entsprechen:	

Um 10¹/₂ Hammelbraten, ein Ei und Milch; dazu 1 Grm. Acidi hydrochlorici mit viel Wasser verdünnt.

XXII.	11	65	1,0228	1,0 KOH	1,02016 KOH	2,21 KOH
	12	220	1,0085	0,25 "	0,25504 "	1,87 "
	1	190	1,0152	0,2 "	0,20403 "	1,29 "
	2	126	1,0188	0,4 "	0,40806 "	1,71 "
	3	160	1,0173	0,4 "	0,40806 "	2,18 "
	3 ³ / ₄	85	1,0163	0,55 "	0,56109 "	1,59 "

Am Morgen ein Ei und Milch; um 10³/₄ Beefsteak, Milch und Bouillon nebst 1,0 HCl

XXIII.	11	50	1,0233	1,0 KOH	1,02016 KOH	1,70 KOH
	12	92	1,0135	0,55 "	0,56109 "	1,73 "
	1	85	1,0203	0,55 "	0,56109 "	1,59 "
	2	105	1,0230	0,4 "	0,40806 "	1,43 "
	3	85	1,0258	0,6 "	0,61209 "	1,73 "
	3 ³ / ₄	46	1,0253	1,0 "	1,02016 "	1,56 "

Um 10³/₄ Schweinebraten, Bouillon und Milch; dazu wieder 1,0 HCl

XXIV.	11	90	1,0210	1,0 KOH	1,02016 KOH	3,06 KOH
	12	50	1,0173	0,85 "	0,86714 "	1,44 "
	1	83	1,0203	0,8 "	0,81613 "	2,26 "
	2	87	1,0233	0,7 "	0,71411 "	2,07 "
	3	102	1,0226	0,6 "	0,61209 "	2,08 "
	4	56	1,0220	0,88 "	0,89783 "	1,68 "

Um 10³/₄ Beefsteak mit Ei, Bouillon und Milch; dazu 4,0 Grm. doppeltkohlensauren Natrons (NaHCO₃).

XXV.	11 ¹ / ₄	50	1,0230	1,3 KOH	1,32621 KOH	2,21 KOH
	12	50	1,0198	0,95 "	0,96915 "	1,61 "
	1	120	1,0205	0,2 "	0,20403 "	0,81 "
	2	120	1,0223	0,6 HCl	0,17114 HCl	0,68 HCl
	3	96	1,0263	1,3 "	0,37081 "	1,19 "
	4	52	1,0300	0,25 "	0,07131 "	0,12 "

Um 10 = 4,0 NaHCO₃. Um 10¹/₂ Bouillon, Rinderbraten und Milch.

XXVI.	11	140	1,0207	0,5 HCl	0,14262 HCl	0,66 HCl
	12	145	1,0207	1,2 "	0,34229 "	1,65 "
	1	137	1,0216	1,4 "	0,39933 "	1,82 "
	2	152	1,0233	1,0 "	0,28524 "	1,44 "
	3	110	1,0248	1,1 "	0,31376 "	1,15 "
	4	82	1,0268	0,7 "	0,19967 "	0,55 "

Um 10 = 4,0 NaHCO₃. Um 10¹/₂ Bouillon, Kalbsbraten und Milch.

XXVII.	fr. Morgenh.		1,0250	1,9 KOH	1,93830 KOH	1,94 KOH
	11	165	1,0223	0,4 "	0,40806 "	2,24 "
	12	115	1,0210	1,4 HCl	0,39933 HCl	1,53 HCl
	1	200	1,0203	1,5 "	0,42786 "	2,85 "
	2	80	1,0268	1,3 "	0,37081 "	0,99 "
	3	70	1,0300	0,6 "	0,17114 "	0,40 "
	4	50	1,0273	0,7 KOH	0,71411 KOH	1,19 KOH

Nummer der einzelnen Versuche:	Stunde, in welcher der Harn entleert wurde samt der jedesmaligen Menge in C.-Ctm.:	Specifisches Gewicht bei 15° C.:	Auf 30 C.-Ctm. wurden zur Neutralisation gebraucht:		Auf die stündlich entleerte Harnmenge wurde von den Mohr'schen Normal- lösungen zur Neutrali- sation gebraucht:
			Von meinen Lösungen wo 35,766 C.-Ctm. HCl genau 10 C.-Ctm. KOH entsprechen:	Von den Mohr'schen Nor- mallösungen, wo 10 C.-Ctm. HCl 10 C.-Ctm. KOH entsprechen:	
Am Morgen Kaffee und 2 Brödchen; um 10 ein Bad von 28° R.					
XXVIII.	10 ³ / ₄ 105	1,0195	0,65 KOH	0,66310 KOH	2,32 KOH
	11 ¹ / ₂ 55	1,0195	0,55 "	0,56109 "	1,03 "
	12 45	1,0203	0,3 "	0,30605 "	0,46 "
	12 h 50 66	1,0208	0,25 "	0,25504 "	1,56 "
Um 8 Kaffee und 2 Brödchen; um 9 ein Bad von 28° R.					
XXIX.	fr. Morgenh.	1,0203	1,75 KOH	1,78528 KOH	1,78 KOH
	10 92	1,0108	0,5 "	0,51008 "	1,56 "
	11 75	1,0168	0,5 "	0,51008 "	1,27 "
	12 115	1,0133	0,25 "	0,25504 "	0,98 "
	1 60	1,0183	0,35 "	0,35706 "	0,71 "
Um 8 Kaffee und 2 Brödchen; um 9 ³ / ₄ ein Bad von 28° R., welches nachher um einige Grade abgekühlt wurde.					
XXX.	fr. Morgenh.	1,0240	1,8 KOH	1,83629 KOH	1,84 KOH
	10 ¹ / ₂ 205	1,0063	0,25 "	0,25504 "	1,74 "
	11 103	1,0070	0,2 "	0,20403 "	0,70 "
	12 115	1,0163	0,1 "	0,10202 "	0,39 "
	wurde beim Erhitzen trübe.				
	1 125	1,0133	0,16 "	0,16322 "	0,68 "