

Organische Phosphorverbindungen im Säuglingsharn, ihr Ursprung und ihre Bedeutung für den Stoffwechsel.

Von

Dr. **Arthur Keller**, Assistent der Klinik.

(Aus der Universitäts-Kinderklinik zu Breslau.)

(Der Redaction zugegangen am 9. Januar 1899.)

Die Thatsache, dass im Harn ein Theil des Phosphors nicht in Form von Phosphorsäure, sondern in organischer Bindung ausgeschieden wird, ist zwar seit den Arbeiten von Ronalds und von Klüpfel und Fehling bekannt; als derartige Phosphorverbindungen wurden auch bereits von Sotnitschewsky die Glycerinphosphorsäure und von Rockwood die Phosphorfleischsäure nachgewiesen, aber quantitative Bestimmungen der organischen und anorganischen Phosphorverbindungen im Harne liegen aus älterer Zeit nur vereinzelt, so von Lepine und Eymonnet, Zuelzer und Chapelle vor.

In neuerer Zeit wendet sich diesen Fragen erhöhtes Interesse zu, da mannichfache Erfahrungen darauf hindeuten, dass den organischen Phosphorverbindungen eine wichtige Rolle im Stoffwechsel zukommt. Aus Siegfried's Laboratorium stammt eine Arbeit von Oertel,¹⁾ der bei einer Anzahl anscheinend normaler erwachsener Menschen die Ausscheidung von Gesamtposphor und organischem Phosphor im Harn quantitativ bestimmte. Dabei wendet er folgende Methode an: 50 resp. 100 ccm. Harn wurden in Silberschalen abgedampft, mit Aetzkali und Salpeter geschmolzen, die salpetersaure Lösung der Schmelze mit molybdänsaurem Ammo-

1) Zeitschrift f. physiol. Chemie, Bd. XXVI, 1898/99, S. 123.

niak gefällt und die Methode dann in der bekannten Weise weitergeführt bis zum Glühen und Wägen der pyrophosphorsäuren Magnesia. In einer zweiten Portion Harn wurden die Phosphate mit Chlorcalium in ammoniakalischer Lösung gefällt, abfiltrirt und gewaschen und im Filtrat der Phosphor wie oben bestimmt, das Ergebniss als organisch gebundener Phosphor angesprochen.

Nach Oertel's Untersuchungen werden 1,6—4,8% des Gesamtposphors in organischer Verbindung ausgeschieden, die absoluten Mengen des organischen Phosphors schwanken zwischen 0,12 und 0,03 g P_2O_5 . Das Verhältniss von organischem Phosphor zum Gesamt-Phosphor ist nicht nur bei verschiedenen Individuen verschieden, sondern ändert sich auch bei derselben Versuchsperson.

Bei drei Erwachsenen untersuchte Oertel den Einfluss der Arbeit auf die Ausscheidung organischen Phosphors und kam zu dem Resultat, dass ein derartiger Einfluss, wenigstens bei kurzdauernder Arbeit, nicht existirt. Diese Untersuchungen, bei denen er ausser dem Phosphor noch den Stickstoffgehalt des Harns bestimmte, führten ihn aber zu dem weiteren Schluss, dass die Grösse der Ausscheidung des organisch gebundenen Phosphors den Grössen des Stickstoffumsatzes parallel geht.

Wenn auch die Zahlen für das Verhältniss von N zu P_2O_5 im organisch gebundenen Phosphor thatsächlich nur innerhalb enger Grenzen von 100:0,3 bis 100:0,57 schwanken, so scheint mir doch der Schluss durch Beobachtung von nur drei Individuen nicht genügend gestützt. Auf die Schlussbemerkungen von Oertel komme ich an späterer Stelle zurück, jetzt will ich zunächst über meine eigenen Untersuchungen berichten.

Bei Gelegenheit von Stoffwechseluntersuchungen¹⁾ an Säuglingen ergaben sich auffallende Unterschiede in der Phosphorausscheidung beim Brustkind und beim künstlich genährten Kinde, und zwar wird von künstlich genährten Säug-

1) Zeitschr. f. klin. Medicin, Bd. 36, 1898.

lingen erheblich mehr Phosphorsäure im Harn ausgeschieden, als von Brustkindern. Die Differenz ist so gross, dass sie deutlich genug erkennbar ist, auch wenn erhebliche Unterschiede in Betreff des Ernährungszustandes und des Alters der Kinder, der Menge der aufgenommenen Nahrung und des darin enthaltenen Phosphors bestehen; sie tritt aber um so deutlicher hervor, wenn wir Gelegenheit haben, an demselben Kinde den Einfluss verschiedener Ernährung auf die Ausscheidung von Phosphor zu untersuchen, wie ich dies bei drei Kindern ausgeführt habe.

Diese letzteren Kinder wurden zunächst mit Frauenmilch ernährt und erhielten in einer zweiten, ebenfalls mehrtägigen Periode Kuhmilch mit 2 Theilen Wasser verdünnt. Um vergleichbare Resultate zu haben, wurde den Kindern während beider Perioden täglich die gleiche Menge von Nahrung zugemessen. Ich möchte noch hervorheben, dass wenigstens bei zweien der Versuchskinder zwischen den beiden Perioden nur wenige Tage Zwischenraum waren und dass das Allgemeinbefinden der Kinder, soweit wir klinisch beobachten konnten, sich nicht geändert hatte.

Aus den Untersuchungen ergab sich, dass die Kinder bei Ernährung mit Frauenmilch bedeutend weniger Phosphorsäure im Harn ausschieden als bei Ernährung mit Kuhmilch. Da ich in diesen Fällen ausserdem die Menge der getrunkenen Nahrung kannte und so die Quantität des in der Nahrung eingeführten Phosphors wenigstens annähernd berechnen konnte, stellte sich die weitere Thatsache heraus, dass mit Kuhmilch die Unterschiede im Gehalt des Harns an Phosphorsäure beträchtlich grösser sind, als dem Gehalt der Nahrung an Phosphor entsprechen würde.

Aehnliche Unterschiede, wie sie die absoluten Zahlen der im Harn ausgeschiedenen Phosphorsäuremengen zeigen, treten hervor, wenn wir das Verhältniss P_2O_5 zu N im Harn bei Brustkindern und bei künstlich genährten Kindern berücksichtigen. Bei den ersteren war dasselbe im Durchschnitt 1:7, bei den letzteren etwa 1:2.

Wenn wir nun erwägen, dass das Verhältniss von P_2O_5

zu N in der Frauenmilch ungefähr 1:5,5, in der Kuhmilch 1:2,5 ist, so erscheint der Schluss gerechtfertigt, dass die Ausscheidung der Phosphorsäure nicht allein von der Quantität des in der Nahrung eingeführten Phosphors abhängig ist, sondern dass dabei noch andere Momente in Frage kommen. Da nun Frauenmilch und Kuhmilch sich nicht nur im Gehalt an Gesamtposphor, sondern namentlich an organischem Phosphor unterscheiden, so lag der Gedanke nahe, dass die Art der Bindung des Phosphors in der Nahrung auf die Ausnutzung und Ausscheidung desselben Einfluss hat.

Um der Entscheidung der berührten Fragen näher zu kommen, habe ich an gesunden und kranken Kindern des ersten Lebensjahres bei verschiedenartiger Ernährung Stoffwechseluntersuchungen in der Weise ausgeführt, dass in der Nahrung, im Harn und Koth Stickstoff und Phosphor bestimmt wurde.

Beim Phosphorstoffwechsel musste für mich die Bestimmung, in welcher Form der Phosphor im Harn ausgeschieden wird, von demselben Interesse sein, wie bei den Untersuchungen über Ausnutzung des Nahrungsstickstoffs nicht nur die Ausscheidung von Gesamtstickstoff im Harn, sondern auch die von Harnstickstoff Berücksichtigung findet.

Aus diesem Grunde habe ich neben dem Gesamtposphor gleichzeitig die Menge des im Harn ausgeschiedenen organischen Phosphors bestimmt.

Da unsere Kenntnisse betreffs der Ausscheidung organischer Phosphorverbindungen im Harn, wie aus der oben angeführten Litteratur hervorgeht, sehr mangelhaft sind, dürften meine Untersuchungen gleichzeitig für das Studium dieser speciellen Frage von Bedeutung sein.

Denn dadurch, dass ich nicht nur organischen und Gesamtposphor im Harn, sondern gleichzeitig Stickstoff und Phosphor in Nahrung und Koth bestimmte, hatte ich eine Reihe von Zahlen in der Hand, die für die Beurtheilung des Einflusses bestimmter Stoffwechselvorgänge auf die Ausscheidung organischen Phosphors im Harn von Wichtigkeit sind. Wenn in dieser Hinsicht schon die Ergebnisse meiner Untersuchungen

auch für die allgemeine Physiologie, nicht nur für die der Kinder Werth haben, so kommt noch dazu, dass Versuche an Kindern für die Entscheidung der in Rede stehenden Frage besonders geeignet sind. In den gebräuchlichsten Nahrungsmitteln für Säuglinge, in der Frauenmilch und in der Kuhmilch, haben wir erhebliche Gegensätze in Betreff des Phosphorgehalts. Die Kuhmilch enthält ungefähr 2,4 g P_2O_5 im Liter, davon sind 0,67 g organisch gebunden, während die Frauenmilch nur 0,47 g P_2O_5 im Liter enthält, von denen nur ein minimaler Theil aus organischen Salzen besteht. Ausser Frauenmilch und Kuhmilch in verschiedenen Verdünnungen habe ich noch bei Ernährung mit Malzsuppe und bei Zusatz von Natriumphosphat zur Frauenmilch Untersuchungen angestellt. Auch in anderer Beziehung waren die Versuchsanordnungen möglichst verschiedenartig: die Kinder gehörten verschiedenen Altersstufen des ersten Lebensjahres an, zwei davon waren gesunde, normal gedeihende Brustkinder, die andern litten an mehr oder weniger schweren Ernährungsstörungen, sodass namentlich unter dem Einfluss verschiedenartiger Ernährung auch grosse Differenzen in Betreff von Körpergewichtszunahme von N- und P_2O_5 -Ansatz und in Betreff der Menge der in Harn ausgeschiedenen Gesamtphosphorsäure zwischen den einzelnen Versuchen bestehen. Schliesslich möchte ich noch hervorheben, dass in mehreren Fällen Versuche an einem Kinde bei verschiedenartiger Ernährung ausgeführt wurden, Versuche, aus deren Ergebniss wir wohl am ehesten den Einfluss von Menge und Art der Nahrung auf die Ausscheidung organischen Phosphors ermessen können.

Betreffs der Versuchsanordnung, des Auffangens von Harn und Koth verweise ich auf die Angaben in meinen früheren Arbeiten¹⁾ und auf die Arbeit von Freund.²⁾ Ich möchte auch hier erwähnen, dass es bei unserer Methodik mit Sicherheit gelingt, die Excrete ohne Verlust aufzufangen. Was die Bestimmung des Gesamtphosphors in Nahrung und Koth

¹⁾ Centralblatt für innere Medicin, 1898, Nr. 21 und Jahrbuch für Kinderheilkunde, 44. Band, 1897, S. 25.

²⁾ Jahrbuch für Kinderheilkunde, 48. Band, 1898.

betrifft, habe ich die Methode von Neumann gewählt und zwar mit geringen Abweichungen, wie sie im Laboratorium von Herrn Professor Röhmann üblich sind, dem ich für seine liebenswürdigen Rathschläge betreffs der Untersuchungsmethodik auch an dieser Stelle besten Dank sage. Die Methode ist in den Arbeiten von Marcuse¹⁾ und von Steinitz²⁾ angegeben. Da ich in der Ausführung auf Rath von Herrn Professor Röhmann einige Aenderungen, die sich im Laboratorium bereits bewährt hatten, anwendete, will ich die Methode hier ausführlich angeben.

Eine gewogene Menge von Substanz, sei es Koth oder Milch oder auch Harn, wird im Kjeldahl-Kolben mit etwa 10 ccm. rauchender Salpetersäure langsam erhitzt, bis die braunen Nitrosodämpfe verschwunden sind, nach dem Abkühlen wurden von concentrirter Schwefelsäure etwa 10 ccm. zugesetzt und die Flüssigkeit wiederum erhitzt. Nach jedesmaligem Abkühlen wurden 2—3 Portionen von Ammonnitrat (an Menge im Ganzen etwa soviel Gramm, wie Cubikcentimeter Schwefelsäure verwendet wurde) zugesetzt und die Flüssigkeit allmählich immer stärker erhitzt, zuletzt mit einem Dreibrenner. Stärkeres andauerndes Erhitzen habe ich, wenn es sich um grössere Mengen von Substanz handelte, vermieden, bevor nicht Ammonnitrat zugesetzt war, da vorher beim Erhitzen leicht starkes Stossen eintritt. Die nach dem Zusatz der Schwefelsäure unter dem Einfluss des Erwärmens schwarz gefärbte Flüssigkeit wird allmählich immer heller, die Verbrennung ist genügend weit durchgeführt, wenn die Flüssigkeit farblos ist. Man thut übrigens gut, nicht allzuviel Ammonnitrat (die nothwendige Menge kann man in jedem einzelnen Falle unter Beobachtung der allmählich sich vollziehenden Farbenveränderung abschätzen) zu verwenden oder die Flüssigkeit zu stark einzudampfen, da sonst beim Erkalten leicht das Salz ausgeschieden wird, welches oft dem Kjeldahl-Kolben fest anhaftet. Aus dem Kolben wird die Flüssigkeit nach dem Erkalten mit destillirtem Wasser sorgfältig in ein Becherglas

1) Pflüger's Archiv f. die ges. Physiologie, Bd. 67, 1897, S. 363.

2) Pflüger's Archiv f. die ges. Physiologie, Bd. 72.

herausgespült, Ammoniak bis zu alkalischer Reaction und dann Salpetersäure bis zu stark saurer Reaction zugefügt und unter starkem Umrühren die nöthige Menge von Molybdänlösung zugesetzt. Bei der weiteren Ausführung der Bestimmungen bis zum Glühen des Magnesium-Pyrophosphates bin ich im Grossen und Ganzen Fresenius¹⁾ gefolgt.

Die Bestimmung des Gesamtposphors im Harn wurde in derselben Weise ausgeführt, wie für Milch und Koth oben angegeben. Je nach der Menge des Phosphorgehaltes wurden 50—200 ccm. Harn zur Bestimmung verwendet und gleich im Anfang nach dem Zusatz von Salpetersäure und vor dem Zusatz von Schwefelsäure auf ein geringes Volumen (etwa 15 ccm.) eingedampft.

Auch die anorganischen Phosphate wurden durch die Wägemethode bestimmt. Ich wollte es vermeiden, für die Bestimmung des Gesamtposphors eine Wägemethode und für die der Phosphate eine Titrimethode anzuwenden, da gerade für die Bestimmung von organischem Phosphor, der nur in sehr geringer Menge vorhanden ist und ausserdem nur aus der Differenz von Gesamtposphor und anorganischen Phosphaten berechnet wird, die Anwendung einer und zwar exacten Methode nothwendig ist.

Die Harnmenge beim Säugling ist zu gering, als dass eine einzelne Tagesmenge für je 2 Parallelbestimmungen von anorganischem und Gesamtposphor ausreichen würde, namentlich wenn man beim geringen Phosphorgehalt des Harns von Brustkindern gezwungen ist, 100—200 ccm. für jede Bestimmung zu verwenden. Ich habe in Folge dessen die Harnmengen der einzelnen Tage während der Dauer eines Versuches vereinigt und diesen Mischharn zu den Phosphorbestimmungen verwendet. Da sämmtliche Versuche mit Ausnahme eines einzigen 5 Tage dauerten, stellen meine Zahlen den Durchschnitt einer 5tägigen Periode dar. Dieser Umstand, dass wir es nicht mit Zahlen, die aus der Untersuchung einer einzelnen Tagesmenge sich ergeben, zu thun haben, erhöht meines Erachtens nur den Werth meiner Untersuchungen.

¹⁾ Anleitung zur quantitativen Analyse, II. Band, S. 691.

In der Tabelle*) I gebe ich eine Uebersicht über die Resultate meiner Untersuchungen. Während ich die Krankengeschichten der zu den Versuchen verwendeten Kinder, sowie die Belege für die aus den Phosphorbestimmungen im Harn sich ergebenden Zahlen am Schluss der Arbeit mittheilen und eine ausführliche Besprechung der Stoffwechselversuche, soweit es sich um die Resorption und Retention von N und P_2O_5 handelt, an anderer Stelle beabsichtige, gebe ich in meiner Tabelle das Alter der Kinder an, das Körpergewicht bei Beginn des Versuches, die durchschnittliche tägliche Körpergewichtszunahme und Retention von P_2O_5 . In der zweiten Columnne bezeichne ich die Versuchskinder mit Zahlen, um auszudrücken, welche Versuche an demselben Kind ausgeführt sind. Sämmtliche Zahlen, die die Untersuchung des Harns und der Nahrung betreffen sind Mittelzahlen, wie sie aus den Ergebnissen des ganzen Versuches für den einzelnen Tag berechnet sind. Ich habe zur Erklärung der Tabelle wohl nichts weiter hinzuzufügen als das eine, dass sämmtliche Kinder in 24 Stunden 5 Mahlzeiten erhielten, nur in Versuch I und IX wurden zum Zweck anderweitiger Untersuchungen 10 Mahlzeiten pro Tag verabreicht.

Bei der Anordnung der Versuche wurde übrigens nicht darauf allein Rücksicht genommen, wie man am besten die Bedingungen studiren kann, von denen die Ausscheidung organisch gebundenen Phosphors im Harn abhängig ist, sondern ich ging bei den Versuchen darauf aus, die verschiedenen Vorgänge im Phosphorstoffwechsel des Säuglings überhaupt zu erforschen.

Aus den Zahlen der Tabelle geht hervor, dass die absolute Menge des im Harn ausgeschiedenen organischen Phosphors bei verschiedenen Kindern ziemlich erhebliche Schwankungen zeigt von 0,00218—0,0167 g P_2O_5 . Bei den drei gesunden Kindern fand ich 0,0081—0,0061 und 0,00596 g P_2O_5 in organischer Bindung enthalten. Wir sehen also, dass die absoluten Zahlen erheblich geringer sind, als diejenigen, welche Oertel für den Erwachsenen angibt (ungefähr 0,05 g P_2O_5 , im Maximum 0,12, im Minimum 0,03 g). Wenn wir die Körpergewichte der

*) Die Tabellen sind im Anhang mitgetheilt.

Erwachsenen und der Säuglinge berücksichtigen, so ergibt sich, dass im Verhältniss zum Körpergewicht vom gesunden Kinde erheblich mehr organischer Phosphor im Harn ausgeschieden wird, als vom gesunden Erwachsenen. Dies würde mit der Beobachtung Oertel's übereinstimmen, dass die Grösse der Ausscheidung des organisch gebundenen Phosphors mit der Grösse des Stickstoffumsatzes einhergeht, da wir aus einer genügend grossen Zahl von Stoffwechseluntersuchungen wissen, dass beim wachsenden Organismus die Grösse des Stickstoffumsatzes im Verhältniss zum Körpergewicht bedeutender ist, als beim Erwachsenen. Bei den mannigfachen Verschiedenheiten, die zwischen dem Stoffwechsel des Kindes und des Erwachsenen nicht nur im Betreff der Grösse, sondern auch der Art des Stoffwechsels bestehen, erscheint es mir nicht gerechtfertigt, diese eine Zahl, nämlich die Grösse des Stickstoffumsatzes, zu der Ausscheidung organischen Phosphors in Beziehung zu setzen.

Wenn wir die Grösse der Phosphorausscheidung beim Erwachsenen und beim Kind untereinander vergleichen wollen, erscheinen mir besonders jene Zahlen werthvoll, welche uns angeben, wieviel P_2O_5 im organischen Phosphor auf 100 Theile Gesamtposphor kommen resp. auf 100 Theile Stickstoff. Wir sehen aus den Zahlen der Tabelle, dass gerade in Betreff dieser Zahlen zwischen einzelnen Kindern erhebliche Differenzen bestehen, und zwar finden wir 0,51—9,9 % des Gesamtposphors in organischer Bindung enthalten. Nach den Untersuchungen von Oertel liegen beim Erwachsenen die entsprechenden Zahlen zwischen 1,6 und 4,8 %.

Bei der weiteren Besprechung will ich vom Vergleich meiner Zahlen mit den beim Erwachsenen gefundenen absehen und nur auf Grund der Ergebnisse meiner Untersuchungen der Frage näher treten, von welchen Bedingungen die Grösse der Ausscheidung organischen Phosphors im Harn beim Kinde abhängig ist. Bei der Untersuchung an Säuglingen haben wir den Vortheil, dass wir jene Momente, denen beim Erwachsenen von jeher ein besonderer Einfluss auf den Phosphorwechsel zugeschrieben worden ist, wie die Menge der während der

Untersuchungszeit geleisteten körperlichen oder geistigen Arbeit u. s. w., bei unsern Säuglingen vernachlässigen können, da in dieser Richtung zwischen den einzelnen Individuen kaum erhebliche Differenzen bestehen werden. Um so besser werden wir beurtheilen können, in wie weit die Ausscheidung des organischen Phosphors von der Grösse und Art des Stoffwechsels, von der Menge des in der Nahrung eingeführten Phosphors und der Natur der in der Nahrung enthaltenen Phosphorverbindungen und schliesslich von dem Gesundheitszustand der Kinder abhängig ist.

Um diese Frage gesondert besprechen zu können, habe ich meine Untersuchungsergebnisse in einer Reihe besonderer Tabellen zusammengestellt, in denen nach Möglichkeit nur das eine oder andere Moment Berücksichtigung findet, da bei der grossen Menge von Zahlen die Tabelle I wenig übersichtlich erscheint. Ich habe in Tabelle II meine Zahlen nach der Menge des in der Nahrung eingeführten Phosphors geordnet. Im Grossen und Ganzen ist dies gleichzeitig, wie wir uns überzeugen können, ein Maassstab für die Grösse des Stoffwechsels überhaupt, wenn wir den einen Versuch VII unberücksichtigt lassen, bei dem der Nahrung (Frauenmilch) Natriumphosphat zugesetzt wurde und so künstlich ganz besondere Verhältnisse des Phosphorstoffwechsels geschaffen wurden.

Aus den Zahlen dieser Tabelle scheint mir mit genügender Sicherheit hervorzugehen, dass die Grösse des Stickstoffumsatzes, soweit wir sie aus dem Stickstoffgehalt von Nahrung und Harn erschliessen können, keinen erheblichen Einfluss auf die Grösse der Ausscheidung organischen Phosphors im Harn ausübt. Denn die Zahlen für die absolute Menge des organischen Phosphors und die für das Verhältniss von organischem Phosphor zum Gesamtposphor gehen weder den Stickstoffzahlen noch den für Phosphor in Harn und Nahrung gefundenen Zahlen parallel.

Zur weiteren Charakteristik des Stoffwechsels habe ich in Tabelle III die Versuche nach den aus der Untersuchung der Retention von Phosphor im Organismus sich ergebenden

Zahlen geordnet und in Tabelle IV nach der Grösse der Körpergewichtszunahme.

Ein Blick auf die betreffenden Zahlenreihen zeigt uns, dass von einem Parallelgehen der absoluten resp. Verhältnisszahlen für die Ausscheidung organischen Phosphors mit denen der täglichen P_2O_5 -Retention oder mit denen der Körpergewichtszunahme keine Rede ist. Wir mussten also schliessen, dass die Grösse des Umsatzes von Stickstoff und Phosphor im Körper auf die Ausscheidung von organischem Phosphor keinen Einfluss hat.

Um aus der Menge der zur Verfügung stehenden Zahlen doch noch ein klareres Bild zu bekommen, welche Momente auf die Grösse der Ausscheidung von organischen Phosphorverbindungen im Harn einen Einfluss haben, habe ich schliesslich noch zwei Tabellen zusammengestellt, in deren ersterer (Tab. V) die Versuche nach der Höhe der absoluten Zahlen der Ausscheidung organischen Phosphors geordnet sind, je nach dem mehr oder weniger organischer Phosphor im Verhältniss zum Gesamtposphor im Harn enthalten ist.

Die Zahlen dieser Tabelle zeigen dass die Grösse der Ausscheidung organischen Phosphors bis zu einem gewissen Grade von der Art der Nahrung abhängig ist, insofern als im Allgemeinen bei Ernährung mit Kuhmilch höhere Zahlen sich finden als bei Ernährung mit Frauenmilch. Wir sehen allerdings, dass in der Kuhmilch, auch in der verdünnten, stets mehr, zum Theil erheblich mehr Phosphor in der Nahrung eingeführt wird, als in der Frauenmilch. Aus dieser Reihe fallen zwei Versuche auf: der Versuch XII und X. In dem ersten wird auch bei Ernährung mit Kuhmilch nicht mehr organischer Phosphor ausgeschieden als von den Brustkindern; es handelt sich jedoch um ein normal gedeihendes Kind. Und im zweiten scheidet das Kind bei Ernährung mit Malzsuppe trotz ziemlich grosser Mengen von Nahrungs- P_2O_5 weniger organischen Phosphor aus, als selbst die Brustkinder.

Schliesslich will ich noch erwähnen, dass die absolute Menge des organischen Phosphors im Harn durch den

Zusatz von Natriumphosphat zur Nahrung nicht beeinflusst wird.

Dass die Art der Nahrung thatsächlich von wesentlicher Bedeutung ist, sehen wir am besten, wenn wir Tabelle VI betrachten: Bei Ernährung mit Frauenmilch wird im Allgemeinen mehr organischer Phosphor im Verhältniss zum Gesamtposphor ausgeschieden, als bei Ernährung mit Kuhmilch. Wir könnten leicht daran denken, dass dies seinen Grund darin hat, weil sich in der Frauenmilch fast sämtlicher Phosphor in Form von organischen Verbindungen befindet, während die Kuhmilch erhebliche Mengen von Phosphaten enthält. Es widerspricht dieser Erklärung nur der eine Fall X, in dem bei Ernährung mit Malzsuppe, die doch mehr organische Phosphorverbindungen enthält als eine in demselben Verhältniss verdünnte Kuhmilch, nur 0,51 % des Gesamtposphors in organischer Bindung ausgeschieden wird.

Inwieweit die Ausscheidung organischen Phosphors im Harn von der Grösse des allgemeinen Stoffwechsels, von der Art der Ernährung u. s. w. abhängig ist, diese Fragen würden leichter zu beantworten gewesen sein, wenn mir eine Reihe von physiologischen Zahlen, gewonnen aus der Untersuchung gesunder Kinder, zur Verfügung gestanden hätte. Leider war mir dazu nur in den 3 Fällen Gelegenheit geboten und ich war darum gezwungen, in meine Tabellen auch die an kranken Kindern gewonnenen Zahlen einzustellen. Um aber die letzteren verwerthen zu können, wäre der Nachweis erforderlich, welchen Einfluss der Gesundheitszustand des Individuums auf die Ausscheidung organischer Phosphorverbindungen hat. Bei Betrachtung der verschiedenen Tabellen, namentlich von Tabelle V und VI, tritt die bemerkenswerthe Thatsache hervor, dass das kranke Kind weniger organische Phosphorverbindungen im Harn ausscheidet als das gesunde bei der gleichen Ernährung. Diese Beobachtung erklärt uns zum Theil wenigstens die Widersprüche, auf die ich bei der Besprechung der einzelnen Tabellen immer wieder stiess und die auch durch die Verschiedenartigkeit des Untersuchungsmaterials nicht genügend begründet erschienen. Wenn die gesunden Säuglinge relativ mehr orga-

nischen Phosphor im Harn ausscheiden als die magendarmkranken Kinder bei derselben Ernährung, so können die organischen Phosphorverbindungen nicht aus der eingeführten Nahrung allein stammen, zumal wir aus den Untersuchungen der Ammoniakausscheidung wissen, dass bei den Ernährungsstörungen der Säuglinge eine Verminderung der Oxydationsfähigkeit des Organismus besteht. Wir werden also zu dem Schluss gedrängt, dass die im Harn erscheinenden organischen Phosphorverbindungen auch einer anderen Quelle als der Nahrung entstammen und zum Theil aus dem Zerfall von Körpersubstanz herrühren oder im Körper entstehen.

Mit dieser Annahme würde sich das Verhalten der Ausscheidung organischen Phosphors im Harn bei verschiedener Ernährung vollständig vereinbaren. Die Höhe der Procentzahlen, die das Verhältniss von organischem Phosphor zum Gesamtposphor im Harn bezeichnen, ist bei den Brustkindern im Wesentlichen dadurch bedingt, dass die Menge des Gesamtposphors bei Ernährung mit Frauenmilch im Vergleich zu der mit Kuhmilch stark absinkt, während die Ausscheidung organischen Phosphors nicht in demselben Maasse vermindert wird. Wenn nun der Theil der organischen Phosphorverbindungen, der nicht aus der Nahrung stammt, bei verschiedenen Kindern ungefähr gleich ist, so würde sich erklären, dass die Ausscheidung des organischen Phosphors nicht in derselben Weise wie die des Gesamtposphors steigt und sinkt. Denn der Einfluss der Ernährungsart kann unter diesen Umständen nicht so deutlich hervortreten, als wenn der im Harn erscheinende organische Phosphor vollständig aus nicht oxydirten organischen Verbindungen der Nahrung herrührt.

Die Frage, ob die organischen Phosphorverbindungen des Harns aus der Nahrung allein kommen, lässt sich direkt durch Versuche, bei denen keine Nahrung oder phosphorfreie Nahrung dem Körper zugeführt wird, beantworten. Ueber diese Versuche will ich im Folgenden berichten.

Bei einem 11 Monate alten Kinde, das wegen einer Magendarmkrankung in die Klinik aufgenommen wurde und bei dem aus therapeutischen Gründen eine absolute Wasserdiet

zur Leerstellung des Darmes indicirt war, habe ich während dieser Zeit den Harn untersucht, und zwar wurde am 24. Juli, Nachmittags 3 Uhr, der Harnrecipient angelegt, nachdem das Kind seit dem 23. Juli früh, also seit ungefähr 30 Stunden, keine Nahrung, ausser Wasser mit Saccharin versüsst, erhalten hatte. Dieselbe Diät wurde bis zum 25. Juli, Nachmittags 3 Uhr, beibehalten und ebenso lange Zeit blieb der Recipient liegen. Es wurden 620 ccm. Harn ausgeschieden, darin waren enthalten:

Als Gesamtposphor	0,4308 g
in Form von Phosphaten	0,4247 „

also in organischer Form 0,0061 g = 1,4% des Gesamtposphors.

Nach den Erfahrungen über die Schnelligkeit, mit der die Nahrung beim Säugling den Darm passirt, sowie aus der Beobachtung der Veränderungen im Aussehen des Stuhles bei unserem Kinde durfte ich annehmen, dass zu der Zeit, als der Harnrecipient angelegt wurde, die letzten Reste von Nahrung aus dem Darm verschwunden waren, und dass der aufgesammelte Harn in Wirklichkeit dem Hungerzustande entspricht.

Um mich nicht wiederholen zu müssen, will ich über die weitere Durchführung des Versuches in chronologischer Reihenfolge berichten. An den beschriebenen Versuch wurde nämlich ein zweiter angeschlossen, um zu constatiren, ein wie grosser Theil des Kothphosphors aus der Nahrung und wie viel aus dem Zerfall von Darmepithelien und aus den Verdauungssäften stammt. Da nun eine Wasserdiät in diesem Falle keine günstigen Bedingungen für die Entscheidung der Frage bot, weil die Ausscheidung der Verdauungssäfte in hohem Grade von der Zuführung der Nahrung abhängig ist, gab ich dem Kinde eine Nahrung, welche keinen Phosphor oder wenigstens nur minimale Mengen enthält, welche aber, wie aus den Körpergewichtswägungen hervorging, ungefähr ausreichend war, um das Kind im Körpergleichgewicht zu erhalten. Ich verwendete Protogen, eine Eiweissart, welche nach den Angaben von

Blum¹⁾ aus dem Eiweiss von frischen Hühnereiern durch Behandlung mit Formaldehyd hergestellt wird.

$$\left. \begin{array}{l} 0,0125 \text{ g} \\ 0,0128 \text{ g} \end{array} \right\} \text{im Mittel } 0,01265 \text{ g Magnesiumpyrophosphat} = 0,00809 \text{ g P}_2\text{O}_5.$$

Nach der 2^{1/2} tägigen Periode absoluter Wasserdiät wurde der Versuch in der Weise weitergeführt, dass das Kind am 25. Juli im Laufe des Nachmittags und der Nacht eine Lösung von 5,5 g Protogen als Nahrung erhielt, am 26. und 27. eine Lösung von je 10 g Protogen. Die mit Saccharin versüsste Nahrung wurde gut getrunken.

Am 27. Juli, Abends 7 Uhr, erhielt das Kind zum letzten Mal Protogen, von da an wieder Saccharinwasser. Der Harnrecipient blieb bis zum 28. Juli, Nachmittags 3 Uhr, liegen; es war also anzunehmen, dass der der Protogendarreichung entsprechende Harn bis zu dieser Zeit vollständig entleert war. In den drei Tagen hatte das Kind im Ganzen 0,020227 g P₂O₅ erhalten, also pro Tag im Durchschnitt 0,00674 g P₂O₅.

Während der Protogenperiode wurden entleert:

1. Versuchstag	1070 ccm. Harn	} 3340 ccm.
2. »	1010 » »	
3, »	1260 » »	

Um für jede einzelne Bestimmung des Phosphors möglichst grosse Quantitäten von Harn verwenden zu können, wurden auch in diesem Versuch die Tagesportionen zu einem Mischharn vereinigt, in denen die Bestimmungen ausgeführt wurden. Nach den Resultaten derselben ergeben sich pro Tag 1113 ccm. Harnmenge, darin sind enthalten:

1,6756 g Stickstoff, 0,2861 g P₂O₅ als Gesamtposphor,
0,0084 g P₂O₅ als organischer Phosphor = 2,9% des Gesamtposphors.

Im Uebrigen ist hervorzuheben, dass ich bei der Untersuchung dieses Harns, sowohl für die Bestimmung des Gesamtposphors wie für die der anorganischen Phosphate, je 4 Kontrollbestimmungen und noch dazu in 200 bis 500 ccm. Harn ausführte, um meiner Zahlen sicher zu sein. Die Parallelbestimmungen ergaben gut übereinstimmende Werthe.

1) Zeitschr. f. phys. Chemie, Bd. XXII, 1896/97, S. 126. Protogen wird von den Farbwerken, vormals Meister, Lucius u. Brüning hergestellt.

Nach der Protogenperiode blieb der Harnrecipient noch 24 Stunden länger, also bis zum 29. Juli, Nachmittags, liegen. Da 20 Stunden seit der letzten Mahlzeit bis zum Beginn des Harnaufsammelns vergangen waren, ist anzunehmen, dass der in den 24 Stunden vom 28. zum 29. Juli entleerte Harn dem Hungerzustand entspricht.

Die Untersuchung des Harns ergab in 1520 ccm. Tagesmenge:

1,4098 g N und 0,2140 g P_2O_5 als Gesamtmphosphor.
0,0081 g P_2O_5 als organischer Phosphor = 3,8 % des Gesamtmphosphors.

Als bei demselben Kind nach einiger Zeit das Allgemeinbefinden und die Magendarmerscheinungen wiederum eine Entleerung des Darmes erforderlich machten, habe ich auch diese 2. Hungerperiode zur Untersuchung von Harn und Koth benutzt. Am 10. August, Abends 8 Uhr, erhielt das Kind die letzte Mahlzeit Malzsuppe, von da an wiederum nur Saccharinwasser. Am 12. August, früh 8 Uhr, also nach 36 stündiger Wasserdiät, wurde der Recipient angelegt. Um zu beobachten, in welcher Weise die Zusammensetzung des Harns sich im Verlauf der Hungerperiode ändert, wurde der Harn der ersten 12 Stunden bis zum 12. August, Abends 8 Uhr, gesondert aufgefangen und dann weiter 24 Stunden bis zum 13. August. In den ersten 12 Stunden wurden 700 ccm. Harn ausgeschieden, deren Untersuchung ergab:

0,1849 g P_2O_5 als Gesamtmphosphor,
0,0049 g P_2O_5 als organischer Phosphor = 2,3 % des Gesamtmphosphors.

Während des letzten Tages wurde absichtlich dem Kind weniger Saccharinwasser angeboten, um einen concentrirten Harn zu erhalten und so das umständliche Einengen grösserer Harnmengen, wie es für die Bestimmung der Phosphorsäure in stark verdünntem Harn nothwendig ist, zu vermeiden. In den 24 Stunden wurden in 820 ccm. Harnmenge entleert:

1,3776 g N und 0,3293 g P_2O_5 als Gesamtmphosphor,
0,0074 g P_2O_5 als organischer Phosphor = 2,2 % des Gesamtmphosphors.

Der Uebersichtlichkeit wegen stelle ich die aus diesem Versuch sich ergebenden Zahlen in einer Tabelle zusammen.

Datum	Harnmenge in 24 Stunden	Menge des Stickstoffs	Menge des Gesamt- phosphors	Organischer Phosphor		Bemerkungen
				absolute Menge	% des Gesamt- P ₂ O ₅	
24.-25. Juli	620 ccm.	1,725 g	0,2081 g	0,0061 g	1,4 %	Wasserdiät
25.-28. »	1113 »	1,6756 »	0,2861 »	0,0084 »	2,9 %	Protogen
28.-29. »	1520 »	1,4098 »	0,2140 »	0,0081 »	3,8 %	Wasserdiät
12. Aug. ¹⁾	1400 »	—	0,3698 »	0,0086 »	2,3 %	»
12.-13. Aug.	820 »	1,3776 »	0,3293 »	0,0074 »	2,2 %	»

Die Frage, die mir zu dem Versuch Veranlassung gab, ob nämlich der im Harn ausgeschiedene organische Phosphor ausschliesslich aus der Nahrung stammt, wird durch die vorliegenden Zahlen dahin beantwortet, dass dies nicht der Fall ist. Wir sehen, dass die organischen Phosphorverbindungen nicht aus dem Harn verschwinden, wenn auch gar keine Nahrung zugeführt wird oder die gereichte Nahrung keine organischen Phosphorverbindungen resp. nur minimale, kaum in Betracht kommende Mengen desselben enthält. In dem vorliegenden Falle müssen die organischen Phosphorverbindungen des Harns aus dem Körper selbst stammen. Es ist dies allerdings kein Beweis, dass auch dann, wenn wir genügend Nahrung darreichen, um den Körper auf seinem Bestand zu erhalten, resp., wie dies beim Säugling nothwendig ist, um ein Wachstum zu ermöglichen, die gleiche Menge organischer Phosphorverbindungen im Körper frei wird oder entsteht und auch zur Ausscheidung kommt, aber es ist nach dem Ergebniss der Protogenperiode wohl als wahrscheinlich anzunehmen.

Die absolute Menge des ausgeschiedenen Phosphors ist an den einzelnen Versuchstagen ziemlich constant, und zwar wird an den Hungertagen ebensoviel organischer Phosphor ausgeschieden, als an den Tagen, wo eine phosphorfreye, aber zur Erhaltung des Körpergleichgewichts genügende Nahrung zugeführt wurde. Es ist dies ein weiterer Beweis, dass die Grösse

¹⁾ Die Zahlen aus der Untersuchung der 12stündigen Harnmenge sind verdoppelt, um sie mit den andern Zahlen leichter vergleichen zu können.

des Stickstoffumsatzes auf die Ausscheidung von organischem Phosphor im Harn keinen wesentlichen Einfluss ausübt.

Was das Verhältniss vom organischen Phosphor zum Gesamtposphor im Harn anbetrifft, so unterscheiden sich die Zahlen nicht wesentlich von denen, wie wir sie bei Kuhmilchernährung beim Säugling finden, und stimmen im Allgemeinen mit denen überein, welche Oertel beim Erwachsenen gefunden hat.

Ich verzichte auf eine Besprechung jener Zahlen, die sich auf die Ausscheidung von Gesamtposphor im Hungerzustand und bei partiellem Phosphorhunger beziehen, und will nun noch die aus diesem Versuch sich ergebenden Zahlen mit jenen Zahlen vergleichen, die ich bei demselben Kind bei Ernährung mit unverdünnter Kuhmilch gefunden hatte. Bei Zufuhr von 1,9699 g P_2O_5 in der Nahrung wurden im Harn 0,851 g Gesamtposphor und als organischer Phosphor 0,014 g P_2O_5 , also 2,1 % des Gesamtposphors, ausgeschieden. Wir sehen also, dass bei Zufuhr von phosphorreicher Nahrung, die auch genügend organische Phosphorverbindungen enthält, nur wenig mehr organischer Phosphor im Harn ausgeschieden wird, als bei Hungerdiät.

Meinem Versuche, während dessen das Kind gar keine Nahrung resp. keinen Phosphor in der Nahrung zugeführt erhielt, kann ich jene Versuche gegenüberstellen, in denen eine phosphorreiche Substanz als Nahrung eingeführt wird. Bei seinen Fütterungsversuchen mit Casein am Hund stellte Marcuse¹⁾ fest, ob Phosphor im Harn in organischer Bindung ausgeschieden wurde. Er bestimmte die Phosphorsäure im nativen Harn und in der Asche des Harns durch Titrirung mit Urannitritlösung und kam zu dem Resultat, dass die nach dem Schmelzen mit Soda und Salpeter erhaltenen Werthe stets um ein Geringes höher sind, als die der direkten Titrirung. «Die Unterschiede liegen aber dem Titirfehler so nahe, dass er keinen sicheren positiven Schluss zu ziehen wagt», und wir dürfen wohl in Folge dessen annehmen, dass die Menge

1) Pflüger's Archiv, Bd. 67, S. 363. 1897.

des organischen Phosphors im Harn trotz der Zufuhr von ausschliesslich organischen Phosphorverbindungen in der Nahrung nicht wesentlich vermehrt ist. Ferner sind Fütterungsversuche mit Glycerinphosphorsäure gemacht worden. Selbst bei Zuführung grosser Mengen Glycerinphosphorsäure-Verbindungen fand Bülow¹⁾ nur eine sehr geringe Menge der Glycerinphosphorsäure im Harn, ebenso Pasqualis²⁾ nur höchstens zweifelhafte Spuren.

Wir sehen also aus meinen Hungerversuchen einerseits und aus den Fütterungsversuchen mit Casein oder Glycerinphosphorsäure andererseits, dass auch bei den grössten Differenzen im Gehalt der Nahrung an organischen Phosphorverbindungen nur geringe Unterschiede im Gehalt des Harns an organischem Phosphor sich finden. Aus alldem ist die Tatsache zu entnehmen, dass der Theil des im Harn erscheinenden organischen Phosphors, welcher aus der Nahrung stammt, nicht bedeutend ist.

Weil bei dem Kinde, welches zu meinen Hungerversuchen und zu den Versuchen mit Protogen diente, eine Ernährungsstörung bestand, konnte ich die eine Annahme nicht vollständig ausschliessen, dass diese Störung die Ursache für das Erscheinen organischen Phosphors im Harn während des Hungerzustandes darstellte. Um dies zu entscheiden, wäre es nothwendig gewesen, bei einem gesunden Kinde im Hungerzustand den Harn zu untersuchen, wozu ich aber naturgemäss keine Gelegenheit hatte, da wir beim gesunden Kinde keine Veranlassung haben, eine Wasserdiet anzuordnen. Diese Lücke glaubte ich am besten dadurch ausfüllen zu können, dass ich an einem Erwachsenen, dessen Ernährungs- und Gesundheitszustand anscheinend normal war, einen Hungerversuch durchführte. Versuchsperson war ich selbst.

Am 13. August Abends hatte ich die letzte Mahlzeit zu mir genommen und von da an bis zum 18. August nichts als Wasser. Vom 14. August früh bis zum 18. August um

1) Plüger's Archiv, Bd. 57, S. 98. 1894.

2) Annali di Chimica e farmacol. 1894. Cit. nach Maly's Jahresbericht, Bd. 24, S. 283. 1895.

dieselbe Zeit habe ich den Harn aufgesammelt. Während des Versuches habe ich von 74,7 kg bis zu 70,8 kg an Körpergewicht abgenommen. Die Untersuchung des Harns in dieser Zeit ergab folgende Werthe:

Datum	Harnmenge	Menge des Stickstoffs	Menge des Gesammt-P ₂ O ₅	Organischer Phosphor	
				absolute Menge	% des Gesammt- P ₂ O ₅
14.-15. Aug.	1020 ccm.	8,211 g	1,858 g	0,017 g	0,91 %
15.-16. »	460 »	6,7459 »	1,9016 »	0,0294 »	1,5 %
16.-17. »	1220 »	7,9117 »	2,4393 »	0,0344 »	1,4 %
17.-18. »	1540 »	11,4807 »	2,5265 »	0,0573 »	2,3 %

Demnach wird auch vom gesunden Erwachsenen im Hungerzustand organischer Phosphor ausgeschieden, der wohl zum Theil aus Zerfall von Körpersubstanz, zum Theil aus Secreten herrührt.

In Betreff der Ausscheidung von Gesammtphosphor und organischem Phosphor im Harn stimmen die Ergebnisse meines Hungerversuches im Grossen und Ganzen mit den Zahlen überein, die Oertel für den Erwachsenen bei gemischter Diät gefunden hat. Wenn auch die Menge des Stickstoffs im Harn niedriger ist als unter normalen Verhältnissen, so wird doch während des Hungerzustandes im Durchschnitt ebensoviel Phosphorsäure ausgeschieden, als bei ausreichender Ernährung. Auch das Verhältniss vom organischem Phosphor zum Gesammtphosphor im Harn ändert sich nur wenig; es erscheint auffallend, dass gerade am ersten Hungertage die niedrigsten Zahlen in Betreff der Ausscheidung des organischen Phosphors sich finden. Wenn die 4 Tage eine genügend lange Versuchsperiode darstellen, um irgend welche Schlüsse zu erlauben, so würden sie darauf hindeuten, dass während einer Hungerperiode die Ausscheidung organischen Phosphors im Harn ansteigt, und zwar schneller als die Gesammtphosphorsäure, von der wir bereits wissen, dass während des Hungerns nicht weniger ausgeschieden wird, als während ausreichender Ernährung.

Wenn wir uns fragen, aus welchen Organen oder Geweben die organischen Phosphorverbindungen stammen, die während des Hungerzustandes im Harn ausgeschieden werden, so können uns dafür Untersuchungen, wie sie z. B. von Chossat, C. Voit, S. Munk und zuletzt von Weiske ausgeführt wurden, einen Anhaltspunkt geben, jene Untersuchungen, bei denen festgestellt wurde, in welcher Weise die verschiedenen Organe des Thierkörpers sich an dem beim Hunger eintretenden Körperverluste betheiligen und wie sich die Zusammensetzung der betreffenden Organe ändert. Wir wissen, dass das an Phosphaten reiche Skelett auch bei lange dauerndem Hunger nur unbedeutend an Gewicht verliert und am Schluss des Hungerversuchs noch ungefähr denselben Gehalt an Phosphor aufweist, wie am Anfang desselben.

Bekannt ist ausserdem aus den Versuchen von Chossat, Bibra u. A., dass das Gehirn und Rückenmark bei Inanition nicht abnimmt resp. dass demselben auf Kosten anderer Organe Ersatz geliefert wird.

Dagegen betheiligen sich an den beim Hunger eintretenden Körperverluste hauptsächlich Milz, Leber, Lunge, Därme etc., gerade jene Organe, die durch einen hohen Gehalt an Nuclein ausgezeichnet sind.

Ist unter diesen Umständen der Schluss unberechtigt, dass gerade der Zerfall der nucleinreichen Organe die Quelle des im Harn erscheinenden organischen Phosphors im Hungerzustand ist, wenn wir noch berücksichtigen, dass die organische Phosphorverbindung, welche hauptsächlich im Gehirn und Rückenmark enthalten ist, nämlich das Lecithin, leichter verbrennbar ist, als die übrigen organischen Phosphorverbindungen?

Zuletzt will ich noch auf die Frage eingehen, in wie weit der Gehalt des Harns an organischen Phosphorverbindungen ein Mittel zur Prüfung der Oxydationsfähigkeit des betreffenden Organismus sein könnte. Aus meinen Untersuchungen ergibt sich das Resultat, dass der im Harn ausgeschiedene organische Phosphor zum Theil aus der Nahrung stammt, zum Theil aus dem Abbau von Körpersubstanz oder aus Secreten der verschiedenen Organe. Wenn wir diese

beiden Theile trennen könnten, dann würde die Grösse der Ausscheidung des aus der Nahrung stammenden Phosphors einen Maassstab für die Oxydationskraft des Organismus darstellen, vorausgesetzt, dass wir verschiedenen Kindern gleiche Mengen von bestimmten organischen Phosphorverbindungen in der Nahrung zuführen würden.

Was den zweiten Theil des organischen Phosphors im Harn, den aus dem Körper stammenden anbetrifft, so liegt bisher kein Beweis vor, dass dessen Grösse von der Oxydationsfähigkeit des Organismus abhängt. Im Gegentheile scheint mir das Resultat des Hungerversuches, den ich an mir selbst ausgeführt habe, nur darauf hinzudeuten, dass im Körper organische Phosphorverbindungen entstehen oder frei werden, die ausgeschieden werden, bevor sie noch verbrannt werden können.

Tabelle I.

Nr. des Versuches	Kind	Dauer des Versuches	Alter des Kindes	Körpergewicht des Versuches bei Beginn	Tägliche Körpergewichts- zunahme	Tägliche Retention von P ₂ O ₅	Untersuchung des Harns					Untersuchung der Nahrung				Bemerkungen
							Harn- menge	Menge des Stick- stoffs	Menge des Ge- sammt- Phos- phors	organischer Phosphor		Art der Nahrung	Menge von P ₂ O ₅			
										Menge in g P ₂ O ₅	auf 100 Theile Ges.- P ₂ O ₅		N	in der Nah- rung von 24 Stun- den	in 1000 g der Nah- rung	
			Monate	g	g	g	ccm.	g N	g P ₂ O ₅	g	%	%	g	g		
I	1	4	3 1/4	3690	+ 12,5	0,0776	394	1,116	0,3347	0,0125	3,7	1,08	1/3 Kuhmilch	0,519	0,815	10 Mahlzeiten.
II	2	5	5	4190	+ 22	0,0987	300	0,7553	0,090	0,0044	4,9	0,58	Ammenmilch	0,28	0,4	
III	2	5	5 1/2	3960	- 12,5	0,1607	348	1,6056	0,3637	0,0167	4,6	1,04	1/2 Kuhmilch	0,857	1,315	
IV	3	5	2 1/4	4380	+ 10	0,1283	382	0,7696	0,0618	0,0061	9,9	0,79	Muttermilch	0,24024	0,386	Normales Kind.
V	4	5	2 1/4	3190	- 22	0,0326	229	0,6937	0,1053	0,0024	2,2	0,34	Ammenmilch	0,1878	0,417	Beschränkte Nah- rungsmenge.
VI	4	5	2 1/2	3300	+ 28	0,0986	356	0,623	0,0875	0,00602	6,9	0,96	Ammenmilch	0,2679	0,377	
VII	4	5	2 3/4	3530	+ 44	0,2735	306	0,5676	0,3863	0,0045	1,15	0,79	Ammenmilch + Na ₂ HPO ₄	0,8204	1,207	Na ₂ HPO ₄ der Nah- rung zugesetzt.
VIII	5	5	2	4350	+ 28	0,1754	542	0,7875	0,0982	0,0081	8,2	1,0	Muttermilch	0,3248	0,3822	Normales Kind.
IX	6	5	10	4380	+ 48	0,2197	360	3,5991	0,8510	0,014	2,1	0,39	Vollmilch	1,9699	1,9777	10 Mahlzeiten.
X	1	5	5	3640	+ 6	0,0795	181	0,8625	0,4235	0,00218	0,51	0,25	Malzsuppe	0,8496	1,344	
XI	4	5	4	3630	+ 14	0,0847	388	0,608	0,1164	0,00598	5,1	0,98	Ammenmilch	0,2635	0,348	
XII	5	5	2 3/4	4900	- 6	0,3068	642	1,3257	0,4106	0,00596	1,5	0,45	2/5 Kuhmilch	0,8248	0,852	Normales Kind.
XIII	4	5	4 1/4	3550	- 4	0,0381	422	0,9379	0,3629	0,01604	4,5	1,7	1/3 Kuhmilch	0,4808	0,695	

Tabelle II.

Nr. des Ver- suches	Untersuchung der Nahrung				Untersuchung des Harns			
	Art der Nahrung	Be- merkungen	Gehalt an N	Gehalt an P ₂ O ₅	Gehalt an Gesamt- P ₂ O ₅	organischer Phosphor		
						Menge in g P ₂ O ₅	% des Gesamt- P ₂ O ₅	% des N
IX	Vollmilch	10 Mahlzeiten	4,7754 g	1,9699 g	0,851 g	0,014 g	2,1 %	0,39 %
III	$\frac{1}{2}$ Kuhmilch		2,05 »	0,857 »	0,3637 »	0,0167 »	4,6 %	1,04 %
X	Malzsuppe		1,8754 »	0,8496 »	0,4235 »	0,00218 »	0,51 %	0,25 %
XII	$\frac{2}{3}$ Kuhmilch	Normales Kind	2,226 »	0,8248 »	0,4106 »	0,00596 »	1,5 %	0,45 %
VII	Frauenmilch	+ Na ₃ HPO ₄	1,7295 »	0,8204 »	0,3863 »	0,0045 »	1,15 %	0,79 %
I	$\frac{1}{3}$ Kuhmilch	10 Mahlzeiten	1,4375 »	0,519 »	0,4412 »	0,0125 »	3,7 %	1,08 %
XIII	$\frac{1}{3}$ Kuhmilch		1,3571 »	0,4808 »	0,3629 »	0,01604 »	4,5 %	1,7 %
VIII	Muttermilch	Normales Kind	1,875 »	0,3248 »	0,0982 »	0,0081 »	8,2 %	1,0 %
II	Ammenmilch		1,5116 »	0,28 »	0,09 »	0,0044 »	4,9 %	0,58 %
VI	Ammenmilch		1,6006 »	0,2679 »	0,0875 »	0,00602 »	6,9 %	0,96 %
XI	Ammenmilch		1,5279 »	0,2635 »	0,1164 »	0,00598 »	5,1 %	0,98 %
IV	Muttermilch	Normales Kind	1,4083 »	0,24024 »	0,06181 »	0,0061 »	9,9 %	0,79 %
V	Ammenmilch	beschränkte Nahrungsmenge	1,132 »	0,1878 »	0,1053 »	0,0024 »	2,2 %	0,34 %

Tabelle III.

Nr. des Versuches	Retention von P_2O_5	Gehalt des Harns			Art der Nahrung	Bemerkungen
		an Gesamt- P_2O_5	organischer Phosphor			
			Menge in g P_2O_5	% des Gesamt- P_2O_5		
XII	0,3068 g	0,4106 g	0,00596 g	1,5 %	$\frac{2}{6}$ Kuhmilch Ammenmilch	Normales Kind + Na_2HPO_4
VII	0,2735 »	0,3863 »	0,0045 »	1,15 %		
IX	0,2197 »	0,8510 »	0,014 »	2,1 %	Vollmilch	10 Mahlzeiten
VIII	0,1754 »	0,0982 »	0,0081 »	8,2 %	Muttermilch	Normales Kind
III	0,1607 »	0,3637 »	0,0167 »	4,6 %	$\frac{1}{2}$ Kuhmilch	Normales Kind
IV	0,1283 »	0,0618 »	0,0061 »	9,9 %	Muttermilch	
II	0,0987 »	0,09 »	0,0044 »	4,9 %	Ammenmilch	10 Mahlzeiten
VI	0,0986 »	0,0875 »	0,00602 »	6,9 %	Ammenmilch	
XI	0,0847 »	0,0164 »	0,00598 »	5,1 %	Ammenmilch	
X	0,0795 »	0,4235 »	0,00218 »	0,51 %	Malzsuppe	Beschränkte Nahrungs- menge
I	0,0776 »	0,3347 »	0,00125 »	3,7 %	$\frac{1}{3}$ Kuhmilch	
XIII	0,0381 »	0,3629 »	0,001604 »	4,5 %	$\frac{1}{3}$ Kuhmilch	
V	0,0326 »	0,1053 »	0,0024 »	2,2 %	Ammenmilch	

Tabelle IV.

Nr. des Versuches	Tägliche Körper- gewichts- zunahme	Gehalt des Harns				Art der Nahrung	Bemerkungen
		an Gesamt- P ₂ O ₅	organischer Phosphor				
			Menge in g P ₂ O ₅	$\frac{\text{‰}}{\text{des Ge-samt-P}_2\text{O}_5}$			
IX	+ 48 g	0,8510 g	0,014 g	2,1 ‰	Vollmilch	10 Mahlzeiten	
VII	+ 44	0,3863	0,0045	1,15 ‰	Ammenmilch	+ Na ₂ HPO ₄	
VIII	+ 28	0,0982	0,0081	8,2 ‰	Muttermilch	Normales Kind	
VI	+ 28	0,0875	0,00602	6,9 ‰	Ammenmilch		
II	+ 22	0,09	0,0044	4,9 ‰	Ammenmilch		
XI	+ 14	0,1164	0,00598	5,1 ‰	Ammenmilch		
I	+ 12,5	0,3347	0,0125	3,7 ‰	$\frac{1}{3}$ Kuhmilch	10 Mahlzeiten	
IV	+ 10	0,0618	0,0061	9,9 ‰	Muttermilch	Normales Kind	
X	+ 6	0,4235	0,00218	0,51 ‰	Malzsuppe		
XIII	— 4	0,3629	0,01604	4,5 ‰	$\frac{1}{3}$ Kuhmilch		
XII	— 6	0,4106	0,00596	1,5 ‰	$\frac{2}{5}$ Kuhmilch	Normales Kind	
III	— 12,5	0,3637	0,0167	4,6 ‰	$\frac{1}{3}$ Kuhmilch		
V	— 22	0,1053	0,0024	2,2 ‰	Ammenmilch	Beschränkte Nahrungs- menge	

12*

Tabelle V.

Nr. des Versuches	Untersuchung der Nahrung				Körper- gewichts- zunahme pro die	pro die retinierter P ₂ O ₅	Untersuchung des Harns					
	Kind	Art der Nahrung	Bemerkungen	Menge von P ₂ O ₅			Menge des Gesamt- P ₂ O ₅	Menge des Stickstoffs	organischer Phosphor			
				in der Nahrung von 24 Stunden					in 1000 g der Nahrung	auf 100 Theile	Ges.- P ₂ O ₅	N
III	2	1/2 Kuhmilch		g 0,857	g 1,315	g — 12,5	g 0,1607	g 1,6056	g 0,3637	g 0,0167	% 4,6	% 1,04
XIII	4	1/3 Kuhmilch		0,4808	0,695	— 4	0,0381	0,9379	0,3629	0,01604	4,5	1,7
IX	6	Vollmilch	10 Mahlzeiten	1,9699	1,9777	+ 48	0,2197	3,5991	0,8510	0,014	2,1	0,39
I	1	1/3 Kuhmilch	10 Mahlzeiten	0,519	0,815	+ 12,5	0,0776	1,116	0,3347	0,0125	3,7	1,08
VIII	5	Muttermilch	Normales Kind	0,3248	0,3822	+ 28	0,1754	0,7875	0,0982	0,0081	8,2	1,0
IV	3	Muttermilch	Normales Kind	0,24024	0,386	+ 10	0,1283	0,7696	0,0618	0,0061	9,9	0,79
VI	4	Ammenmilch		0,2679	0,377	+ 28	0,0986	0,623	0,0875	0,00602	6,9	0,96
XI	4	Ammenmilch		0,2635	0,348	+ 14	0,0847	0,608	0,1164	0,00598	5,1	0,98
XII	5	2/3 Kuhmilch	Normales Kind	0,8248	0,852	— 6	0,3068	1,3257	0,4106	0,00896	1,5	0,45
VII	4	Ammenmilch	+ Na ₂ HPO ₄	0,8204	1,207	+ 44	0,2735	0,5676	0,3863	0,0045	1,15	0,79
II	2	Ammenmilch		0,28	0,4	+ 22	0,0987	0,7553	0,09	0,0044	4,9	0,58
V	4	Ammenmilch	Beschränkte Nah- rungs- menge	0,1878	0,417	— 22	0,0326	0,6937	0,1053	0,0024	2,2	0,34
X	1	Malzsuppe		0,8496	1,344	+ 6	0,0795	0,8625	0,4235	0,00218	0,51	0,25

Tabelle VI.

Nr. des Versuches		Untersuchung der Nahrung				Körper- gewichts- zunahme pro die	pro die retinirten P ₂ O ₅	Untersuchung des Harns			
Kind	Art der Nahrung	Bemerkungen	Menge von P ₂ O ₅		Menge des Stickstoffs			Menge des Gesamt- P ₂ O ₅	Menge in g P ₂ O ₅	organischer Phosphor	
			in der Nahrung von 24 Stunden	in 1000 g der Nahrung						auf 100 Theile	Ges- P ₂ O ₅
IV	3	Muttermilch	Normales Kind	0,24024	0,386	+ 10	0,1283	0,0618	g	%	%
VIII	5	Muttermilch	Normales Kind	0,3248	0,3822	+ 28	0,1754	0,0982	0,0061	9,9	0,79
VI	4	Ammenmilch		0,2679	0,377	+ 28	0,0986	0,0875	0,0081	8,2	1,0
XI	4	Ammenmilch		0,2635	0,348	+ 14	0,0847	0,1164	0,00602	6,9	0,96
II	2	Ammenmilch		0,28	0,4	+ 22	0,0987	0,09	0,00598	5,1	0,98
III	2	1/2 Kuhmilch		0,857	1,315	— 12,5	0,1607	0,3637	0,0044	4,9	0,58
XIII	4	1/3 Kuhmilch		0,4808	0,695	— 4	0,0381	0,3629	0,0167	4,6	1,04
I	1	1/3 Kuhmilch	10 Mahlzeiten	0,519	0,815	+ 12,5	0,0776	0,3347	0,01604	4,5	1,7
V	4	Ammenmilch	Beschränkte Nah- rungs- menge	0,1878	0,417	— 22	0,0326	0,1053	0,0125	3,7	1,08
IX	6	Vollmilch	10 Mahlzeiten	1,9699	1,9777	+ 48	0,2197	0,851	0,0024	2,2	0,34
XII	5	2/3 Kuhmilch	Normales Kind	0,8248	0,852	— 6	0,3068	0,4106	0,851	2,1	0,39
VII	4	Ammenmilch	+ Na ₂ HPO ₄	0,8204	1,207	+ 44	0,2735	0,3863	0,00596	1,5	0,45
X	1	Malzsuppe		0,8496	1,344	+ 6	0,0795	0,8625	0,0045	1,15	0,79
								0,4235	0,00218	0,51	0,25

Krankengeschichten.

Kind 1.

Die ersten 14 Tage an der Brust, dann mit $\frac{1}{3}$ Kuhmilch in 2 stündigen Pausen ernährt, wurde am 24. April 1899 — 11 Wochen alt — in die Poliklinik gebracht, weil nach Angabe der Pflegefrau das Kind seit einigen Tagen sehr unruhig war, weniger trank als vorher und häufig erbrach.

Ziemlich mageres blasses Kind von 4100 g Körpergewicht. Zeichen von beginnender Rachitis, Bronchitis, Hernia inguinalis dextra.

Nach der Aufnahme in die stationäre Abtheilung erhält das Kind auch weiterhin 2 stündlich $\frac{1}{3}$ Kuhmilch, von der es zuerst 1000 bis 900 g, später weniger trinkt. In den ersten Tagen bestehendes Erbrechen verschwindet. Dabei nahm das Kind bis zum 10. Mai etwa 300 g an Körpergewicht ab. An diesem Tage wird Versuch I begonnen. Wenige Tage nach Beendigung des Versuches traten Erscheinungen von Seiten des Magendarmkanals auf, die uns veranlassten, das Kind weiterhin mit Frauenmilch zu ernähren. Dabei besserte sich langsam das Allgemeinbefinden, sowie die Verdauungsstörung, die Körpergewichtskurve ging zwar bis Ende Mai noch weiter herunter (29. Mai 3160 g), dann aber blieb das Körpergewicht einige Zeit zwischen 3100 und 3200 g stehen. Vom 19. Juni an erhielt das Kind Malzsuppe und es trat unter dem Einfluss der Ernährung gleichzeitig mit dem weiteren Fortschreiten der Besserung im Allgemeinbefinden und im Ernährungszustand regelmässige Körpergewichtszunahme ein.

Am 11. Juli (Körpergewicht 3640 g) wurde ein Stoffwechselversuch (Nr. X) begonnen, während dessen das Kind täglich 631,5 g Malzsuppe in 5 Mahlzeiten erhielt.

Kind 2.

Wurde am 15. März 1899 — $\frac{1}{4}$ Jahr alt — in die Poliklinik gebracht. Von der Pflegefrau, welche erst kurze Zeit das Kind in Pflege hat, ist betreffs der Vorgeschichte nur soviel zu erfahren, dass Magen-darmstörungen nicht bestanden haben sollen und dass das Kind seit einiger Zeit huste. Als Nahrung wurde verabreicht $\frac{1}{3}$ Milch mit $\frac{2}{3}$ Haferschleim.

Das ziemlich magere, damals 3840 g schwere Kind, bei dem eine Bronchitis constatirt wurde, blieb bei derselben Ernährung und nahm bis zum 3. Mai 1 kg an Körpergewicht zu. Es wurde an diesem Tage in die stationäre Abtheilung aufgenommen und vom 12. Mai an, da in der Zwischenzeit Magendarmstörungen aufgetreten waren, mit Frauenmilch ernährt. Bei dieser Ernährung wurde Versuch II durchgeführt. Nach dem Versuch erhielt das Kind $\frac{1}{3}$ Kuhmilch, später $\frac{1}{2}$ Kuhmilch.

Am 30. Mai wurde Versuch III begonnen, während dessen das Kind täglich 360 g Kuhmilch mit 290 g Wasser verdünnt als Nahrung erhielt.

Kind 3.

Am 30. März 1899 als erstes Kind von gesunden Eltern geboren, mit einem Körpergewicht von 2920 g. Brustkind. Am 4. Tage hatte das Kind bis zu 2650 g abgenommen, von da an ging die Körpergewichtskurve mit nur sehr geringen Schwankungen regelmässig in die Höhe. Am 9. Tage ist das Anfangsgewicht erreicht, am 1. Mai 3620 g, am 1. Juni 4400 g. Anzahl und Aussehen der Stühle sind normal, nie Zeichen einer Magendarmkrankung, ausgenommen die eine Beobachtung, dass das Kind, wenn es nach dem Trinken auf die Waagschale gelegt wird, hin und wieder geringe Mengen von Nahrung aus dem Mund zurückfliessen lässt. Vom 6. bis zum 11. Juni Stoffwechselversuch (IV). Das Verhalten des Kindes in der späteren Zeit, seine weitere Entwicklung und körperliche Zunahme zeigt uns, dass wir es mit einem anscheinend gesunden Brustkinde zu thun haben.

Während des Versuches erhält das Kind 5 Mahlzeiten, trinkt jedesmal an beiden Brüsten. Die Menge der getrunkenen Nahrung wird durch Wägung des Kindes vor und nach dem Anlegen bestimmt. Zur Untersuchung der Nahrung werden vor und nach der Mahlzeit Proben der Milch aus der Brust entnommen.

Kind 4.

Erstes Kind gesunder Eltern, wurde in den ersten 10 Tagen an der Brust, dann mit $\frac{1}{3}$ Kuhmilch in 3 stündlichen Pausen ernährt. Am 1. Juni wurde das 8 Wochen alte Kind von der Mutter mit der Angabe in die Poliklinik gebracht, dass es vor etwa 10 Tagen erkrankt sei. Die Stühle seien wässrig, Nahrung würde öfter verweigert und das Kind sei im Körpergewicht heruntergekommen.

Das Kind, welches bei der Aufnahme 3130 g wog, war ziemlich stark abgemagert und blass. An den inneren Organen nichts Abnormes. Bei Wasserdiet nimmt das Kind in 24 Stunden 100 g an Körpergewicht ab, um dann bei Ernährung mit Frauenmilch mehr und mehr zuzunehmen. In dieser Zeit regelmässiger Zunahme wurden die Versuche V, VI und VII durchgeführt und zwar die beiden ersten bei Ernährung mit Frauenmilch, beim 3. Versuch wurden der Frauenmilch Natriumphosphate zugesetzt. In der späteren Zeit, etwa von Anfang Juli an, traten häufig

wiederum neue Erkrankungen ein, deren acute Erscheinungen zwar stets bald verschwanden, die aber doch der Grund waren, dass das Kind während der nächsten Wochen an Körpergewicht nicht zunahm. In dieser Zeit wurde bei Ernährung mit Frauenmilch Versuch XI und bei Ernährung mit verdünnter Kuhmilch Versuch XIII durchgeführt.

Kind 5.

Am 6. Mai 1899 mit einem Körpergewicht von 2870 g geboren, hereditär nicht belastet, von Anfang an der Brust ernährt. Nach der physiologischen Körpergewichtsabnahme hatte das Kind am 9. Lebens-tage sein Anfangsgewicht wieder erreicht und nahm von da an regelmässig zu. Mit Ausnahme einer kurzen Periode von etwa 8 Tagen, in der das Kind Zeichen einer leichten Magendarmerkrankung zeigte, war das Allgemeinbefinden des Kindes stets ungestört. Am Ende des ersten Lebensmonats wog das Kind 3420 g, am Ende des zweiten Monats 4400 g, am Ende des 3. Monats 5160 g. Die weitere Entwicklung des Kindes und seine Körpergewichtszunahme entsprach normalen Verhältnissen. Es wurde bei dem Kinde zuerst ein Versuch (VIII) bei Ernährung mit Frauenmilch gemacht und 3 Wochen später ein Versuch XII bei Ernährung mit $\frac{2}{5}$ Kuhmilch.

Kind 6.

Wurde am 20. Januar 1899, 3 Monate alt, in unsere Poliklinik gebracht. Der Vater soll an Schwindsucht gestorben sein. Das Kind wurde von Anfang an künstlich ernährt und zwar in 2 stündlichen Pausen mit verdünnter Kuhmilch. Wegen starker Diarrhöe musste diese Ernährung nach 4 Wochen aufgegeben werden, das Kind erhielt von da an Hafergrütze mit Milch. In der letzten Zeit häufiges starkes Erbrechen.

Das schlecht genährte Kind mit 3370 g Körpergewicht, an dem ausser Zeichen von Rachitis nichts Abnormes nachweisbar war, wurde mit verdünnter Malzsuppe ernährt, erholte sich dabei zusehends und nahm im Laufe von 5 Wochen um etwa 600 g an Körpergewicht zu. Dann erkrankte es von Neuem an einer Magendarmstörung, nahm bis 3300 g an Körpergewicht ab, um dann im Laufe der Monate April und Mai langsam bis zu 3900 g zuzunehmen. Im Laufe des Monats Juni wurde das Kind nie vorgezeigt, erst am 10. Juli erschien die Mutter in der Poliklinik. Nach ihrer Angabe hat das Kind in der Zwischenzeit täglich etwa 1 Liter unverdünnte Kuhmilch in 1—2 stündlichen Pausen getrunken.

Das mittlerweile 10 Monate alte Kind von 4300 g Körpergewicht war sehr blass, am Skelett Zeichen von Rachitis, an den inneren Organen nichts Abnormes nachweisbar. Nach der Aufnahme in die Klinik wurde bei derselben Ernährung, d. h. bei Darreichung von Vollmilch in 2 stündlichen Pausen ein Stoffwechselversuch durchgeführt. Da das Kind in den nächsten Tagen nach dem Versuch häufig erbrach und ausserdem an Körpergewicht abnahm, wurde am 23. Juli die Nahrung ausgesetzt.

Beläge.

Versuch I.

Datum	Harnmenge	N in 10 ccm.	P ₂ O ₅ ¹⁾ in 50 ccm.	pro die werden aus- geschieden	
				N	P ₂ O ₅
11. V. 1899	330 ccm.	31,15 mg	46,66 mg	1,0279 g	0,3079 g
12. V. 1899	375 »	28,0 »	42,04 »	1,050 »	0,3156 »
13. V. 1899	475 »	27,3 »	37,19 »	1,2967 »	0,3533 »
14. V. 1899	395 »	28,35 »	38,42 »	1,0892 »	0,3035 »
	1575 ccm.			4,4639 g	1,2800 g

Vom Mischharn der ganzen Periode werden zu den Wägeb-
stimmungen des Phosphors je 50 ccm. verwendet. Bei vorhergehender
Verbrennung der organischen Substanzen nach Neumann finden sich:

A. Gesamtposphor in 50 ccm. I. 0,0666 g, II. 0,0664 g,
Mittel 0,0665 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 = 0,0425 \text{ g P}_2\text{O}_5$; demnach in 1575 ccm.
Harn: 1,3387 g P_2O_5 .

B. Direkte Fällung mit Molybdänsäure (anorganische
Phosphate) in 50 ccm. I. 0,0639 g, II. 0,0641 g, Mittel 0,064 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$
 $= 0,0409 \text{ g P}_2\text{O}_5$; demnach in 1575 ccm. Harn 1,2694 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 1575 ccm. Harn: 0,0499 g P_2O_5 .

Versuch II.

Datum	Harnmenge	N in 10 ccm.	P ₂ O ₅ ²⁾ in 50 ccm.	pro die werden aus- geschieden	
				N	P ₂ O ₅
16. V. 1899	420 ccm.	19,95 mg	7,21 mg	0,8379 g	0,0606 g
17. V. 1899	335 »	22,4 »	11,78 »	0,7504 »	0,0789 »
18. V. 1899	240 »	26,25 »	17,32 »	0,630 »	0,0831 »
19. V. 1899	285 »	27,65 »	18,25 »	0,788 »	0,1040 »
20. V. 1899	220 »	35,0 »	22,64 »	0,770 »	0,0996 »
	1500 ccm.			3,7763 g	0,4262 g

1) Durch Titration mit Urannitratlösung bestimmt.

2) Durch Titration bestimmt.

Mischharn.

A. Gesammtphosphor in 100 ccm. I. 0,0467 g, II. 0,0471 g, Mittel 0,0469 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 = 0,029997$ g P_2O_5 , demnach in 1500 ccm. 0,4499 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate. Die Wägeb Bestimmungen gehen verloren. Die direkte Titration von 50 ccm. des Mischharns ergibt 0,014322 g P_2O_5 , das sind in 1500 ccm. 0,42966 g P_2O_5 . Bei der Titration der einzelnen Tagesmengen hatte ich gefunden in 1500 ccm. Harn 0,4262 g P_2O_5 . Als Mittelwerth ergibt sich also 0,4279 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 1500 ccm. Harn 0,022 g P_2O_5 .

Versuch III.

Datum	Harnmenge	N in 10 ccm.	P_2O_5 in 50 ccm.	pro die werden aus- geschieden	
				N	P_2O_5
30. V. 1899	400 ccm.	36,05 mg	34,419 mg	1,442 g	0,2753 g
31. V. 1899	365 »	43,05 »	50,47 »	1,5713 »	0,3684 »
1. VI. 1899	300 »	48,3 »	55,902 »	1,449 »	0,3354 »
2. VI. 1899	335 »	56,0 »	62,139 »	1,8766 »	0,4163 »
3. VI. 1899	340 »	49,7 »	53,13 »	1,6898 »	0,3379 »
	1740 ccm.			8,0281 g	1,7333 g

A. Gesammtphosphor in 50 ccm. I. 0,0813 g, II. 0,0821 g, Mittel 0,0817 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 = 0,052255$ g P_2O_5 ; demnach in 1740 ccm. 1,8185 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate: I. 0,0777 g, II. 0,0782 g, Mittel 0,07795 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 = 0,04986$ g P_2O_5 ; demnach in 1740 ccm. 1,7351 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 1740 ccm. — 1,7351 g P_2O_5 .

Versuch IV.

Datum	Harnmenge	N in 10 ccm.	P_2O_5 in 50 ccm.	pro die werden aus- geschieden	
				N	P_2O_5
7. VI. 1899	300 ccm	23,45 mg	6,77 mg	0,7035 g	0,0406 g
8. VI. 1899	365 »	22,75 »	8,0625 »	0,83037 »	0,0589 »
9. VI. 1899	425 »	18,9 »	6,77 »	0,80325 »	0,0575 »
10. VI. 1899	375 »	19,95 »	8,385 »	0,7481 »	0,0629 »
11. VI. 1899	445 »	17,15 »	6,1275 »	0,7632 »	0,0545 »
	1910 ccm.			3,8484 g	0,2745 g

Mischharn.

A. Gesamtphosphor in 100 ccm. I. 0,0251 g, II. 0,0255 g, Mittel 0,0253 g $Mg_2P_2O_7 = 0,01618$ g P_2O_5 ; demnach in 1910 ccm. = 0,30904 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 100 ccm. I. 0,0230 g, II. 0,0226 g, Mittel 0,0228 g $Mg_2P_2O_7 = 0,01458$ g P_2O_5 ; demnach in 1910 ccm. = 0,2785 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 1910 ccm. = 0,0305 g P_2O_5 .

Versuch V.

Datum	Harnmenge	N in 10 ccm.	N pro die
7. VI. 1899	220 ccm.	29,4 mg	0,6468 g
8. VI. 1899	220 >	31,85 >	0,7007 >
9. VI. 1899	225 >	30,8 >	0,693 >
10. VI. 1899	240 >	30,1 >	0,7227 >
11. VI. 1899	240 >	29,4 >	0,7056 >
	1145 ccm.		3,4685 g

Mischharn.

A. Gesamtphosphor in 100 ccm. I. 0,0717 g, II. 0,0721 g, Mittel 0,0719 g $Mg_2P_2O_7 = 0,04599$ g P_2O_5 ; demnach in 1145 ccm. = 0,5266 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 100 ccm. I. 0,0708 g, II. 0,0698 g, Mittel 0,0703 g $Mg_2P_2O_7 = 0,04496$ g P_2O_5 ; demnach in 1145 ccm. = 0,5148 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 1145 ccm. = 0,0118 g P_2O_5 .

Versuch VI.

Datum	Harnmenge
20. VI. 1899	380 ccm.
21. VI. 1899	320 >
22. VI. 1899	300 >
23. VI. 1899	345 >
24. VI. 1899	435 >
	1780 ccm.

Mischharn 10 ccm. = 17,5 mg N,
1780 ccm. = 3,115 g N.

A. Gesamtphosphor in 100 ccm. I. 0,0388 g, II. 0,0381 g, Mittel 0,03845 g $Mg_2P_2O_7 = 0,02459$ g P_2O_5 ; demnach in 1780 ccm. = 0,4377 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 100 ccm. I. 0,0355 g, II. 0,0361 g, Mittel 0,0358 g $Mg_2P_2O_7 = 0,0229$ g P_2O_5 ; demnach in 1780 ccm. = 0,40762 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 1740 ccm. = 0,0301 g P_2O_5 .

Versuch VII.

Datum	Harnmenge	P ₂ O ₅ in 50 ccm.	P ₂ O ₅ pro die
28. VI. 1899	230 ccm.	87,075 mg	0,4005 g
29. VI. 1899	245 »	173,505 »	0,850175 »
30. VI. 1899	310 »	56,76 »	0,3519 »
1. VII. 1899	335 »	24,8325 »	0,1664 »
2. VII. 1899	415 »	14,5 »	0,1189 »
	1530 ccm.		1,8879 g

Mischharn 10 ccm. = 1855 mg N, 1530 ccm. = 2,838 g N.

A. Gesamtposphor in 50 ccm. I. 0,0991 g, II. 0,0983 g, Mittel 0,0987 g Mg₂P₂O₇ = 0,06313 g P₂O₅; demnach in 1530 ccm. = 1,9317 g P₂O₅.

B. Anorganische Phosphate in 50 ccm. I. 0,0976 g, II. 0,0976 g Mg₂P₂O₇ = 0,0624 g P₂O₅; demnach in 1530 ccm. = 1,9094 g P₂O₅.

C. Organischer Phosphor in 1530 ccm. = 0,0223 g P₂O₅.

Versuch VIII.

Datum	Harnmenge
5. VII. 1899	550 ccm.
6. VII. 1899	460 »
7. VII. 1899	550 »
8. VII. 1899	580 »
9. VII. 1899	570 »
	2710 ccm.

Mischharn 10 ccm. = 14,53 mg N, 2710 ccm. = 3,9376 g N.

A. Gesamtposphor in 150 ccm. I. 0,0427 g, II. 0,0423 g, Mittel 0,0425 g Mg₂P₂O₇ = 0,0271 g P₂O₅; demnach in 2710 g = 0,4910 g P₂O₅.

B. Anorganische Phosphate in 150 ccm. I. 0,0389 g, II. 0,0391 g, Mittel 0,039 g Mg₂P₂O₇ = 0,02494 g P₂O₅; demnach in 2710 g = 0,4506 g P₂O₅.

C. Organischer Phosphor in 2710 ccm. Harn = 0,0404 g P₂O₅.

Versuch IX.

Datum	Harnmenge
12. VII. 1899	310 ccm.
13. VII. 1899	340 „
14. VII. 1899	270 „
15. VII. 1899	450 „
16. VII. 1899	430 „
	1800 ccm.

Mischharn 10 ccm. = I. 100,1 mg N, II. 99,75 mg N, Mittel 99,975 mg N; also 1800 ccm. = 17,9955 g N.

A. Gesamtposphor in 50 ccm. I. 1851 g, II. 0,1845 g, Mittel 0,1848 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,1182 g P_2O_5 ; demnach in 1800 ccm. = 4,2552 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 50 ccm. I. 0,1814 g, II. 0,1805 g, Mittel 0,18095 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,1157 g P_2O_5 ; demnach in 1800 ccm. = 4,1652 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 1800 ccm. = 0,09 g P_2O_5 .

Versuch X.

Datum	Harnmenge
12. VII. 1899	160 ccm.
13. VII. 1899	200 „
14. VII. 1899	160 „
15. VII. 1899	160 „
16. VII. 1899	225 „
	905 ccm.

Mischharn 10 ccm. = I. 47,2 mg, II. 48,1 mg, Mittel 47,65 mg N; also 905 ccm. = 4,3123 g N.

A. Gesamtposphor in 50 ccm. I. 0,1828 g, II. 1831 g, Mittel 0,18295 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,1170 g P_2O_5 ; demnach in 905 ccm. = 2,1177 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 50 ccm. I. 0,1822 g, II. 0,1819 g, Mittel 0,18205 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,1164 g P_2O_5 ; demnach in 905 ccm. = 2,1068 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 905 ccm. = 0,0109 g P_2O_5 .

Versuch XI.

Datum	Harnmenge
26. VII. 1899	370 ccm.
27. VII. 1899	420 „
28. VII. 1899	465 „
29. VII. 1899	315 „
30. VII. 1899	370 „
	1940 ccm.

Mischharn 10 ccm. = 1575 mg N, 1940 ccm. = 3,0405 g N.

A. Gesamtposphor in 100 ccm. I. 0,0467 g, II. 0,0471 g, Mittel 0,0469 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,0300 g P_2O_5 ; demnach in 1940 ccm. = 0,582 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 100 ccm. I. 0,0448 g, II. 0,0442 g, Mittel 0,0445 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,02846 g P_2O_5 ; demnach in 1940 ccm. = 0,5521 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 1940 ccm. = 0,0299 g P_2O_5 .

Versuch XII.

Datum	Harnmenge.
26. VII. 1899	535 ccm.
27. VII. 1899	700 »
28. VII. 1899	675 »
29. VII. 1899	650 »
30. VII. 1899	650 »
	3210 ccm.

Mischharn. 10 ccm. = 20,65 mg N,
3210 ccm. = 6,62865 g N.

A. Gesamtposphor in 100 ccm.
I. 0,1000 g, II. 0,1000 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,06396 g P_2O_5 ; demnach in 3210 ccm. = 2,0531 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 100 ccm. I. 0,0988 g, II. 0,0983 g, Mittel 0,09855 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,06303 g P_2O_5 ; demnach in 3210 ccm. = 2,0233 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 3210 ccm.
Harn = 0,0298 g P_2O_5 .

Versuch XIII.

Datum	Harnmenge
9. VIII. 1899	150 ccm.
10. VIII. 1899	450 »
11. VIII. 1899	420 »
12. VIII. 1899	510 »
13. VIII. 1899	580 »
	2110 ccm.

Mischharn 10 ccm. = 0,0222 g N,
2110 ccm. = 4,6895 g N.

A. Gesamtposphor in 50 ccm.
I. 0,0670 g, II. 0,0676 g, Mittel 0,0673 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,0430 g P_2O_5 ; demnach in 2110 ccm. = 1,8146 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 50 ccm. I. 0,0644 g, II. 0,0640 g, Mittel 0,0642 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,0411 g P_2O_5 ; demnach in 2110 ccm. = 1,7344 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 2110 ccm.
= 0,0802 g P_2O_5 .

Hungerversuch am Kind.

24.—25. Juli 1899.

620 ccm. Harn.

10 ccm. = 27,825 mg N, 620 ccm. = 1,72515 g N.

A. Gesamtposphor in 300 ccm. 0,3253 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,2081 g P_2O_5 ; demnach in 620 ccm. = 0,4308 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 300 ccm. 0,3192 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,2042 g P_2O_5 ; demnach in 620 ccm. = 0,4247 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 620 ccm. = 0,0061 g P_2O_5 .

Darreichung von Protogen.

25.—28. Juli 1899.

1 g Protogen = I. 0,0125 g, II. 0,0128 g, Mittel 0,01265 g $Mg_2P_2O_7$ = 0,00809 g P_2O_5 .

Datum	Harnmenge
25.—26. VII. 1899	1070 ccm.
26.—27. VII. 1899	1010 „
27.—28. VII. 1899	1260 „
	3340 ccm.

Mischharn.

10 ccm. = 15,05 mg N,

3340 „ = 5,0267 g N.

A. Gesamtposphor in 500 ccm. Harn = 0,2002 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$, 200 ccm. Harn = 0,0800 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$, 200 ccm. Harn = 0,0810 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$; also enthalten 100 ccm. Harn I. 0,04004 g, II. 0,0400 g, III. 0,0405 g, Mittel 0,04018 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$, 3340 ccm. = 1,3420 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,8583 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 300 ccm. = 0,1168 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$, 500 ccm. = 0,1970 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$, 200 ccm. = 0,0782 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$, 200 ccm. = 0,0792 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$; also enthalten 100 ccm. I. 0,0389 g, II. 0,0394 g, III. 0,0391 g, IV. 0,0386 g, Mittel 0,0390 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$. 3340 ccm. = 1,3026 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,8331 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 3340 ccm. = 0,0252 g P_2O_5 .

28.—29. Juli 1899.

Harnmenge 1520 ccm. 10 ccm. = 9,275 mg N, 1520 ccm. 1,4098 g N.

A. Gesamtposphor in 300 ccm. I. 0,0657 g II. 0,0663 g, Mittel 0,0660 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,04221 g P_2O_5 ; demnach in 1520 ccm. = 0,2140 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 300 ccm. I. 0,0635 g, II. 0,0635 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,04061 g P_2O_5 ; demnach in 1520 ccm. = 0,2059 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 1520 ccm. Harn = 0,0081 g P_2O_5 .

12. August 1899.

Harnmenge von 12 Stunden 700 ccm.

A. Gesamtposphor in 150 ccm. I. 0,0621 g, II. 0,0618 g, Mittel 0,06195 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,03962 g P_2O_5 ; demnach in 700 ccm. = 0,1806 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 150 ccm. I. 0,0603 g, II. 0,0610 g, Mittel 0,06065 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,03879 g P_2O_5 ; demnach in 700 ccm. = 0,1806 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 700 ccm. = 0,0043 g P_2O_5 .

12.—13. August 1899.

Harnmenge 820 ccm. 10 ccm. = 16,8 mg N, 820 ccm. = 1,3776 g N.

A. Gesamtposphor in 150 ccm. I. 0,0931 g, II. 0,0941 g, Mittel 0,0936 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,05987 g P_2O_5 ; demnach in 820 ccm. = 0,3293 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 150 ccm. I. 0,0920 g, II. 0,0915 g, Mittel 0,09175 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,0585 g P_2O_5 ; demnach in 820 ccm. = 0,3219 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 820 ccm. Harn = 0,0074 g P_2O_5 .

Selbstversuch.

14.—15. August 1899.

Harnmenge 1020 ccm. 10 ccm. = 80,5 mg N, 1020 ccm. = 8,211 g N.

A. Gesamtposphor in 50 ccm. I. 0,2231 g, II. 0,2222 g, Mittel 0,22265 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,1424 g P_2O_5 ; demnach in 1020 ccm. = 1,858 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 50 ccm. I. 0,2205 g, II. 0,2207 g, Mittel 0,2206 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,1411 g P_2O_5 ; demnach in 1020 ccm. = 1,8410 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 1020 ccm. = 0,0170 g P_2O_5 .

15.—16. August 1899.

Harnmenge 460 ccm. 10 ccm. = 146,65 mg N, 460 ccm. = 6,7459 g N.

A. Gesamtposphor in 50 ccm. I. 0,3236 g, II. 0,3228 g, Mittel 0,3232 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,2067 g P_2O_5 ; demnach in 460 ccm. = 1,9016 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 50 ccm. I. 0,3182 g, II. 0,3180 g, Mittel 0,3181 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,2035 g P_2O_5 ; demnach in 460 ccm. = 1,8722 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 460 ccm. = 0,0294 g P_2O_5 .

16.—17. August 1899.

Harnmenge 1220 ccm. 10 ccm. = 64,85 mg N, 1220 ccm. = 7,9117 g N.

A. Gesamtposphor in 50 ccm. I. 0,1566 g, II. 0,1560 g, Mittel 0,1563 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,09997 g P_2O_5 ; demnach in 1220 ccm. = 2,4393 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 50 ccm. I. 0,1544 g, II. 0,1538 g, Mittel 0,1541 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,09856 g P_2O_5 ; demnach in 1220 ccm. = 2,4049 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 1220 ccm. = 0,0344 g P_2O_5 .

17.—18. August 1899.

Harnmenge 1540 ccm. 10 ccm. = 74,55 mg N, 1540 ccm. = 11,4807 g N.

A. Gesamtposphor in 50 ccm. I. 0,1286 g, II. 0,1279 g, Mittel 0,12825 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,08203 g P_2O_5 ; demnach in 1540 ccm. = 2,5265 g P_2O_5 .

B. Anorganische Phosphate in 50 ccm. I. 0,1253 g, II. 0,1257 g, Mittel 0,1255 g $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ = 0,08017 g P_2O_5 ; demnach in 1540 ccm. = 2,4692 g P_2O_5 .

C. Organischer Phosphor in 1540 ccm. = 0,0573 g P_2O_5 .