

In welcher Form wird das Eisen resorbirt?

Von

C. A. Socin, cand. med.

(Aus dem Laboratorium von Professor Dr. G. Bunge in Basel.)

(Der Redaction zugegangen am 28. October 1890.)

Die Lösung der Frage nach der Resorbirbarkeit der Eisenverbindungen ist von hohem Interesse nicht nur für den Physiologen, sondern auch für den praktischen Arzt und Kliniker, dem sie bei der Behandlung einer wichtigen Krankheit, der Chlorose, schätzenswerthe Aufschlüsse zu geben im Stande ist.

Es ist bis jetzt schon sehr oft versucht worden, der Lösung der Frage näher zu treten. Auf verschiedenen Wegen suchte man zu dem erstrebten Ziele zu gelangen.

Während es schon lange bekannt war und stets wieder durch neuere und sorgfältigere Untersuchungen bewiesen wurde, dass subcutan oder intravenös injicirtes Eisen durch Harn und Fäces bald wieder ausgeschieden wurde, für die Oekonomie des Körpers also wohl werthlos sei¹⁾, herrschte bis vor Kurzem

¹⁾ Man lese hierüber die Arbeiten von: Aug. Mayer: *De ratione qua ferrum mutetur in corpore*, Diss.-Inaug., Dorpat 1850; Claude Bernard: *Archives général. de médecine*, V Serie, tome I, p. 5, 1853; Kölliker und Müller: *Verhandl. d. physik.-med. Gesellsch. zu Würzburg*, Bd. VI, 1855, S. 516; Quincke: *Archiv für Anat. u. Physiol.*, 1868, S. 757; Lussana: *Schmidt's Jahrbücher*, Bd. 156, S. 262, 1872; Rosenthal: *Wiener medizinische Presse*, Jahrg. XIX, S. 405 ff., 1878; Lor. Scherpf: *Ueber Resorption und Assimilation des Eisens*, Dissert.-Inaug., Würzburg 1878; Lud. Glaevecke: *Ueber d. Ausscheidung u. Vertheil. des Eisens im thier. Organismus*, Dissert.-Inaug., Kiel 1883; Carl Jacoby: *Ueber Eisenausscheidung aus dem Thierkörper nach subcutaner und intravenöser Injection*, Dissert.-Inaug., Strassburg i. E. 1887; Jacoby fand allerdings, dass in dem Harn nur ein geringer Bruchtheil des injicirten Eisens wieder erscheint, über die Eisenausscheidung in den Fäces macht er leider keine genaueren Angaben. Es scheint aber aus dem Versuch hervorzugehen, dass sie bedeutend war.

noch über die Resorbirbarkeit und die Assimilationsfähigkeit der innerlich gereichten Eisenpräparate grosse Uneinigkeit.

Wöhler¹⁾, Vetter²⁾, C. F. Müller³⁾, Gélis⁴⁾, Kletziński⁵⁾, die beiden Letzteren auf Grund sehr genauer und umfassender Untersuchungen, theilweise an sich selbst angestellt, stellten die Resorptionsfähigkeit der anorganischen Eisenpräparate durch den tractus intestinalis entschieden in Abrede.

Der weitaus grösste Theil der Autoren aber, so Becquerel⁶⁾, Herberger⁷⁾, Heller⁸⁾, Aug. Mayer⁹⁾, Quevenne¹⁰⁾, C. Schroff¹¹⁾, Hardy¹²⁾, Bergeron und Lemaitre¹³⁾, Woronichin¹⁴⁾, Nasse¹⁵⁾, Lor. Scherpf¹⁶⁾, glaubte, gestützt auf seine Untersuchungen, den Uebergang des innerlich gegebenen Eisens in den Säftestrom und die Ausscheidung durch den Harn behaupten zu dürfen.

Schon Costes¹⁷⁾ war es aufgefallen, dass kleine Dosen von Eisenpräparaten nicht resorbirt zu werden schienen.

1) Wöhler: Tiedemann's Zeitschr. f. Physiol., Bd. I, S. 302, 1824.

2) Vetter: G. W. Hufeland's Journal f. practische Heilkunde, Bd. LXXXV, 3 Stück, S. 103.

3) C. F. Müller: Ueber Vorkommen von Eisen im Harn etc., Dissert. Inaug., Erlangen 1882.

4) Gélis: Journal d. Pharmacie, tome 27, p. 261, 1841.

5) Kletziński: Zeitschr. d. k. k. Gesellsch. der Aerzte z. Wien, Jahrg. X, Bd. II, S. 281, 1854.

6) Becquerel: Semeiotique des urines, Paris, Masson et Comp. édit. 1841, p. 120.

7) Herberger: Büchuer's Repert. f. d. ges. Physiol., Bd. XXIX, S. 236, 1843.

8) Heller: Heller's Archiv, Bd. IV, S. 139, 1847.

9) Aug. Mayer: l. c.

10) Quevenne: Bulletin de Thérapeutique, tome XLVII, p. 229, 1854.

11) Carl Schroff: Lehrbuch d. Pharmacologie, Wien 1856, S. 156.

12) Hardy: Gazette médicale de Paris, 3 Série, tome 18, p. 462, 1863.

13) Bergeron et Lemaitre: Archiv. général. de médecine, 6 Série, tome II, p. 173, 1864.

14) Woronichin: Zeitschrift d. k. k. Gesellsch. d. Aerzte zu Wien, Jahrg. 24, S. 159, 1868.

15) Nasse: Sitzungsberichte d. Gesellsch. z. Beförd. der Naturwissensch. z. Marburg, Jahrg. 1877, S. 44.

16) Lor. Scherpf: l. c.

17) Costes: Journal de médecine de Bordeaux, 12 année, p. 277, 1854.

während nach grossen Dosen deutliche Eisenausscheidung im Urin zu beobachten war, aber erst Hamburger¹⁾, Kobert²⁾, Cahn³⁾, die beiden Letzteren bei ihren Untersuchungen über die Resorption der Mangansalze, konnten die Erklärung dafür geben. Sie fanden nämlich, dass Mangansalze erst resorbirt werden, wenn die Magen- und Darmschleimhaut etwas angeätzt ist, dass ein gesunder Verdauungstractus aber nachweisbare Mengen dieser Salze nicht zu resorbiren im Stande ist. Es wird dadurch wahrscheinlich, dass die Eisensalze sich ebenso verhalten.

Ueber die Resorbirbarkeit organischer Eisenverbindungen liegen bis jetzt keine genauen quantitativen Analysen vor. Wohl haben Hardy, Nasse, Mayer mit Verbindungen des Eisens mit organischen Säuren operirt und wohl hat Scherpf mit einem von ihm aus Eiereiweiss und Eisenchlorid künstlich hergestellten Eisenalbuminat seine Versuche angestellt; aber genaue Untersuchungen über die Resorption der in unserer gewöhnlichen Nahrung enthaltenen albumin- und nucleïnartigen Eisenverbindungen sind noch nicht gemacht.

Um diese Lücke womöglich auszufüllen, wurde diese Arbeit unternommen, und ihr Zweck ist, am Verhalten des von Bunge⁴⁾ beschriebenen Eisennucleïns des Eidotters im Körper einiges Licht auf die Frage der Resorbirbarkeit organischer Eisenpräparate und des Eisens überhaupt zu werfen. Dass die gestellte Aufgabe nicht ganz glatt ist gelöst worden und dass im Verlauf der Arbeit auch einige der eigentlichen Frage ferner liegende Punkte eingehender sind berührt worden, erklärt sich aus den erst bei der Untersuchung selbst sich ergebenden grossen ungeahnten Schwierigkeiten.

Auf den ersten Blick erscheint es, als ob die Frage nach der Resorbirbarkeit des Eisennucleïns oder Hämatogens

¹⁾ Hamburger: Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. II, S. 191, 1878.

²⁾ Kobert: Archiv f. experimentelle Pathol. u. Pharmacol., Bd. XVI, S. 378, 1883.

³⁾ Cahn: Archiv f. experimentelle Pathol. u. Pharmacol., Bd. XVII, S. 141, 1884.

⁴⁾ Bunge: Ueber Assimilation des Eisens, Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. IX, S. 49, 1885.

höchst einfach zu lösen sei, durch Eingeben bekannter Quantitäten des Stoffes und durch Bestimmen der durch Harn und Fäces ausgeschiedenen Eisenmengen.

Einfach und entscheidend scheint dieser Versuch zu sein, ganz klare und entscheidende Resultate werden aber auf diesem Wege leider nicht erreicht. Die eingegebenen Eisenmengen sind beim Verbrauch auch vieler Eidotter immer noch so gering, die unvermeidlichen Versuchsfehler sind so bedeutend, dass die Hoffnung, klare Resultate zu erhalten, getäuscht wird.

Es wurde zwar versucht, durch getrennte Bestimmung des in anorganischer und des in organischer Verbindung in den Fäces ausgeschiedenen Eisens der Lösung der Frage näher zu treten. Im Eidotter sind nach den Untersuchungen von «Bunge»¹⁾ nur organische Eisenverbindungen enthalten. Hätte man im Kothe alles eingegebene Eisen als organische Verbindung wieder gefunden, so wäre die Frage nach der Resorbirbarkeit der Eisenverbindungen in negativem Sinne entschieden gewesen. Würde man dagegen Alles als anorganische Verbindung wiederfinden, so wäre die Frage offen, ob man es mit unresorbirtem und durch die Verdauungssäfte im Darmkanal aus seinen Verbindungen mit organischen Stoffen herausgelöstem Eisen, oder ob man es mit resorbirtem und in den Darm wieder ausgeschiedenem Eisen zu thun hat. Um dies zu entscheiden, wurden künstliche Verdauungsversuche angestellt und es ergab sich als Resultat, dass aus Hämatogen weder durch Magensaft, noch durch Galle, noch durch Pancreasferment²⁾ Eisen abgespalten wird. Folglich muss das in den Fäces auftretende anorganische Eisen entweder fremdes Eisen sein oder resorbirtes und in den Darm wieder ausgeschiedenes Eisen. Es sei denn, dass durch Fäulnisbakterien im Darm das Eisen abgespalten wird.

¹⁾ Bunge: l. c.

²⁾ Um reines und sehr wirksames Pancreasferment in sehr haltbarer Form darzustellen, verfährt man am besten nach der Methode von Kühne. Kühne: Verhandl. d. naturhist.-medizin. Vereins z. Heidelberg, N. F., Bd. III, S. 463, 1886.

Von 3 Versuchen, bei welchen nach Eingabe einer bekannten Eisenmenge als Hämatogen die Eisenausscheidung in Harn und Fäces bestimmt wurde, ist leider nur einer vollständig gelungen; bei den beiden anderen überstiegen die Ausgaben an Eisen die Einnahmen ganz bedeutend.

Immerhin sind doch bei zwei Versuchen sehr wägbare Mengen, bei einem dritten sehr deutliche Spuren von Eisen im Harne gefunden worden. Wir werden gleich sehen, dass das Auftreten von grossen Eisenmengen im Urin als Beweis für die Resorbirbarkeit des Hämatogens zu betrachten ist.

Untersuchungen über den Eisengehalt des normalen Harnes sind schon eine ganze Menge veröffentlicht worden; dieselben haben aber zu keiner Einigung in der Frage geführt; wir finden in der Litteratur zwei ganz verschiedene, sich widersprechende Ansichten vertreten. Die erste Ansicht, welche hauptsächlich von Becquerel¹⁾, Herberger²⁾, Lehmann³⁾, Schroff⁴⁾, Schlemmer⁵⁾, Parisot⁶⁾ vertheidigt wird, geht dahin, das Vorkommen von Eisen im Harn überhaupt zu leugnen, die andere, welche von Wöhler⁷⁾, Donné⁸⁾, Simon⁹⁾, Fleitmann¹⁰⁾, Aug. Mayer¹¹⁾, Bidder und Schmidt¹²⁾, Lehmann¹³⁾, Viale und Lantini¹⁴⁾, Harley¹⁵⁾,

1) Becquerel: l. c.

2) Herberger: l. c.

3) Lehmann: Lehrbuch der physiol. Chemie, Leipzig, Engelmann Bd. II, S. 251, 1853.

4) Schroff: l. c.

5) Schlemmer: Seine Analysen, mitgetheilt von Maly, finden sich: Annalen d. Chemie u. Pharmacie, Bd. CLXIII, S. 92, 1872.

6) Parisot: Gazette des hôpitaux, 1863, p. 383.

7) Wöhler: l. c.

8) Donné: Comptes rendus, tome XII, 1841.

9) Simon: Medizinische Chemie, Bd. II, S. 346, 1842.

10) Fleitmann: Poggendorf's Annal., Bd. 76, S. 376, 1849.

11) Aug. Mayer: l. c.

12) Bidder u. Schmidt: Verdauungssäfte u. Stoffwechsel. Leipzig 1852, S. 411.

13) Lehmann: l. c.

14) Viale et Lantini: Union médicale, tome IX, p. 186, 1855.

15) Harley: Verhandl. d. mediz.-physik. Gesellsch. zu Würzburg, Bd. V, 1855.

Zimmermann¹⁾, Magnier²⁾, Dietsl und Heidler³⁾, Hamburger⁴⁾, Rosenthal⁵⁾, Zuelzer⁶⁾, Neubauer und Vogel⁷⁾, C. F. Müller⁸⁾ gestützt wird, spricht dem normalen Harn stets Eisen, theilweise sogar in ganz bedeutenden Quantitäten, zu.

So wenig ich nun, gestützt auf meine sehr zahlreichen Untersuchungen, der ersten Gruppe von Gewährsmännern beizustimmen vermag, ebenso wenig kann ich die von Bidder und Schmidt, von Magnier, von Dietsl, von Zimmermann etc. angegebenen Zahlen für richtig halten. Nach meinen Untersuchungen, die an filtrirtem Harn nach der weiter unten beschriebenen Einäscherungsmethode angestellt sind (filtrirt muss der Harn werden, weil stets eisenhaltige Epithelzellen darin enthalten sind), enthält der normale Harn bei gewöhnlicher Nahrung meistens Spuren von Eisen; von einer quantitativen Bestimmung dieser Mengen kann aber keine Rede sein, es sind stets nur qualitativ nachweisbare Spuren. Es scheint, dass diese geringen Mengen von Zeit zu Zeit fehlen können, und so wird wahrscheinlich die Meinung, dass kein Eisen im Harn enthalten sei, entstanden sein. Becquerel, Lehmann sagen ausdrücklich, dass sie oft Eisen gefunden, in der Mehrzahl der Fälle es aber vermisst hätten. Wenn man aber Eisen findet, so sind es, ich betone es ausdrücklich, stets nur geringe Spuren.

Werden nun nach Eidotternahrung im Harn in dem einen Falle 12, in einem zweiten 7 Milligramm, in einem

¹⁾ Zimmermann: Schmidt's Jahrbücher, Bd. 104, S. 288.

²⁾ Magnier: Berichte der deutsch. chemisch. Gesellsch., Bd. VII. S. 1796, 1874.

³⁾ Dietsl u. Heidler: Sitzungsber. d. k. k. Akademie der Wissensch. zu Wien, III. Abth., Mathemat.-naturw. Classe, Bd. LXXI, S. 420, 1875.

⁴⁾ Hamburger: Vierteljahrssch. f. practisch. Heilkunde, herausg. v. d. med. Facult. z. Prag, Jahrg. 33, Bd. II (Bd. 130), S. 145, 1876.

⁵⁾ Rosenthal: l. c.

⁶⁾ Zuelzer: Untersuchungen üb. d. Semiologie d. Harns, S. 14. Berlin 1884.

⁷⁾ Neubauer u. Vogel: Anleitung z. quant. u. qual. Analyse des Harns, Wiesbaden, Kreidel's Verlag, 1881, S. 112.

⁸⁾ C. F. Müller: l. c.

dritten wenn auch nicht wägbare, so doch sehr deutliche Mengen, jedenfalls viel mehr als gewöhnlich (circa 3—4 Milligramm FePO_4) gefunden, so ist dies ein Umstand, der für die Resorption des Hämatogens absolut beweisend ist.

Wenn man noch hinzunimmt, dass in dem einen Falle die Menge des in dem Koth ausgeschiedenen Eisens um 0,0107 gr. geringer war, als die Menge des eingenommenen Eisens, und dass bei diesem selben Versuche 12 Milligramm Eisen durch den Harn ausgeschieden wurden, also jedenfalls vom Darm aus hatten re-orbirt werden müssen, so wird die Bejahung der Frage nach der Resorbirbarkeit des Hämatogens wohl gerechtfertigt erscheinen.

Leider überwog in den beiden andern Versuchen die Menge des ausgeschiedenen Eisens bedeutend die Menge des eingegebenen. Schon Forster¹⁾ und Dietl²⁾ hatten mit diesem Uebelstande zu kämpfen.

Eine befriedigende Erklärung für diese Erscheinung lässt sich vor der Hand nicht geben. Wie ein in einem eisenfreien Käfig eingesperrter Hund zu anderem Eisen kommt, als zu dem in der Nahrung enthaltenen, ist unerklärlich. Man kann denken, dass eisenhaltige Nahrungsmittel von früher her in irgend einem Theile des Darmkanals liegen geblieben sind und unglücklicher Weise sich zufällig gerade dem Versuchskoth beigemischt haben (eine Erklärung, die nicht so unwahrscheinlich klingt, wenn man weiss, dass Stroh 8 Tage und noch länger im Hundedarme verweilen kann), oder dass die Haare, mit welchen der Koth durchsetzt war, Eisen genug enthielten, um bei dem geringen Eisengehalt der Eidotter einen solchen Fehler zu bewirken, oder endlich dass das Eisen von den im Verdauungskanal sich abstossenden Epithelzellen und den sich darein ergiessenden Verdauungssäften her stammt. Es sind dies Alles Erklärungsversuche, aber keine Erklärungen, und wir müssen eingestehen, dass wir nicht wissen, woher dieser Eisenüberschuss her stammt.

¹⁾ Forster: Zeitschrift f. Biologie, Bd. IX, S. 297, 1873.

²⁾ Dietl: l. c.

Es muss also gesucht werden, die durch die Harnanalyse gefundenen Resultate auf einem andern Wege durch andere Resultate zu bekräftigen. Deswegen wurde noch folgender Versuch angestellt.

Wenn es gelingt, kleine Thiere, z. B. Mäuse, mit einer Nahrung, in welcher Hämatogen enthalten ist, länger zu erhalten, als Mäuse, welche unter absolut den gleichen Bedingungen, aber ohne eine Spur von Eisen leben, oder als Mäuse, welche unter denselben Bedingungen, aber mit irgend einer andern organischen oder anorganischen Eisenverbindung existiren, so ist die Frage glatt und ohne möglichen Einwand entschieden.

Den Mäusen eine künstliche Kost zusammenzustellen, welche eisenfreies Eiweiss, eisenfreies Fett, eisenfreie Kohlehydrate, endlich die anorganischen Salze im selben Verhältniss zum Eiweiss wie die Milch enthält, ist möglich; möglich ist ferner, die Thiere in eisenfreien Käfigen unter günstigen Bedingungen für ihre Existenz zu halten. Unmöglich aber ist es, die Mäuse bei dieser künstlichen Nahrung längere Zeit am Leben zu erhalten.

Alle mit dieser zusammengesetzten Kost gefütterten Thiere starben nach ungefähr gleich langer Zeit, sie mochten das Eisen zugefügt erhalten haben als Hämatogen, Hämoglobin oder Eisenchlorid; diejenigen, welche absolut kein Eisen erhalten hatten, lebten gerade so lang, starben gerade so schnell. Diejenigen Mäuse aber, welche unter den gleichen äusseren Bedingungen mit Eidotter waren gefüttert worden, lebten beliebig lange Zeit.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass in der dargelegten Nahrung alle Stoffe vertreten waren, welche uns als zum Leben nothwendig bis heute bekannt sind, und zwar in denjenigen numerischen Verhältnissen, welche als die zum Leben nothwendigen bis jetzt experimentell sind festgesetzt worden; Eiweiss, Fett und Kohlehydrate in demjenigen Verhältniss, wie sie in der Kost eines arbeitenden Menschen nach Voit und nach Forster vertreten sind, die nach Lunin¹⁾ zum

¹⁾ Lunin: Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. V, 1881, S. 31.

Leben nothwendigen anorganischen Salze in demselben Verhältniss, wie sie in der gewiss eine genügende Nahrung darstellenden Milch enthalten sind, Wasser, alles in genügender Menge, und trotzdem starben sie mit und ohne Eisen in der gleichen Zeit.

Sie starben aber auch nach ungefähr der gleichen Zeit wie die Mäuse, welche Lunin, mit einer ganz anders zusammengesetzten, aber auch künstlichen Nahrung gefüttert hatte; und auch bei Lunin lebten Mäuse, welche er mit natürlicher Nahrung unter den gleichen äusseren Bedingungen gehalten hatte, beliebig lange Zeit.

Es scheint also, dass wir zur Stunde noch nicht alle zum Leben nothwendigen Stoffe kennen und dass, da der eine, der vielleicht nur in ganz geringer Quantität vorhanden zu sein braucht, fehlt, die übrigen nach dem bekannten Gesetz des Minimums von Liebig¹⁾ nicht verwerthet werden können.

Für diese Annahme spricht der Umstand, dass die Mäuse bei ihrem Tode stets, alle ohne Ausnahme, bedeutend an Gewicht verloren hatten. Man könnte daran denken, dass dieser mangelnde Stoff vielleicht eine Eiweissverbindung sei, und dass das in beiden Versuchsreihen dargereichte Eiweiss nicht alle nothwendigen Eiweissarten enthalten habe.

Wie dem auch sei, in der Milch und im Eidotter ist dieser oder diese fehlenden Stoffe sicherlich enthalten und sie dort zu suchen und zu finden, ist die erste Aufgabe, die man sich stellen muss, bevor man neue Fütterungsversuche veranstalten kann.

Der naheliegende Einwand, dass die Mäuse mit der künstlichen Nahrung deswegen früher zu Grunde gegangen seien als die mit der natürlichen, weil ersteren die Nahrung nicht geschmeckt und sie deswegen zu wenig gefressen hätten, erscheint mir nicht berechtigt, weil sie thatsächlich bis zu ihrem Tode begierig frassen (confer. Seite 131).

Für die Lösung der Frage nach der Resorbirbarkeit des Eidottereisens haben diese Versuche nur in so weit Werth,

¹⁾ J. Liebig: Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur u. Physiolog., Aufl. 9. 1876, S. 332.

als es kaum anzunehmen ist, dass Mäuse bis zu 100 Tagen mit Eidotternahrung leben und an Gewicht zunehmen können, ohne Eisen zu resorbieren. Im Eidotter finden sich aber nach Bunge keine anderen Eisenverbindungen als organische, folglich müssen solche resorbirt worden sein.

Ein sehr exacter Beweis dürfte dies aber wohl kaum zu nennen sein.

Es wäre zu wünschen, dass die Versuche an jungen, noch im Wachsthum begriffenen Thieren wiederholt würden. Denn wenn ein Thier sein Körpergewicht verdoppelt und verdreifacht, ohne andere Eisenverbindungen zu erhalten als die des Eidotters, so kann die Resorption der letztern nicht bezweifelt werden.

Ich darf mir am Schlusse dieser kurzen Zusammenfassung der weiter unten angeführten Versuchsergebnisse wohl gestatten, zu bemerken, dass die Frage nach der Resorbirbarkeit des Hämatogens durch den einen glücklich abgelaufenen Fütterungsversuch, durch die Resultate der Harnanalyse und auch etwas durch den Versuch mit den Mäusen höchst wahrscheinlich in bejahendem Sinne zu beantworten ist.

Methode der Eisenanalysen.

Da es sich in vorstehender Arbeit bei allen Eisenanalysen um den Nachweis von Eisen als organische Eisenverbindung oder von anorganischen Eisenverbindungen in Gesellschaft mit organischen Stoffen handelte, wurde stets die Methode der Einäscherung angewandt, wie sie von Bunge¹⁾ und Behagel²⁾ für den Nachweis anorganischer Substanzen in organischen Verbindungen ist eingeführt worden. Handelte es sich um quantitative Untersuchungen, so wurde, um die Bildung von Pyrophosphorsäure zu vermeiden, kohlensaures Alkali und zwar nach Behagel Na_2CO_3 zugegeben, bei

¹⁾ Bunge: Der Kali-, Natron- und Chlorgehalt der Milch vergl. etc. etc., Zeitschrift für Biologie, Bd. X, 1874, S. 295.

²⁾ Behagel von Adlerskron: Ueber d. Bestimmung des Cl und der Alkalien etc. etc., Zeitschr. für analytische Chemie, Bd. XII, 1873, S. 390.

blös qualitativen Analysen wurde diese Vorsichtsmaßregel als überflüssig gewöhnlich weggelassen.

Der Gang der Analysen war kurz folgender:

Die organische Substanz (Harn, Koth, Eidotter, Serum, Zucker etc.) wird in einer durch Schmelzen von saurem schwefelsaurem Kalium und nachheriges Auswaschen mit heisser destillirter Salzsäure gereinigten Platinschale mit Natriumcarbonatlösung versetzt bis zur deutlich alkalischen Reaction, dann wird nochmal das gleiche Quantum Soda-lösung zugegeben. Ist der Stoff von Anfang an alkalisch, so wird auf 100 gr. circa 0,5—1 gr. Na_2CO_3 zugesetzt.

Das Gemisch wird auf dem Wasserbad unter häufigem Umrühren so weit wie möglich eingedampft, im Trockenkasten bei circa 120° getrocknet; es gelingt auf diese Weise, alle Substanzen, ausser eingedampftem Harn, vollständig zu trocknen, Harn bleibt auch so eine dickflüssige, in der Kälte erstarrende Masse¹⁾.

Die trockene Substanz wird mit einem Bunsen'schen Brenner bei beginnender Rothgluth verkohlt, und zwar beginnt man am besten am obern Rand des Gefässes und steigt langsam zum Boden herab; auf diese Weise wird das gefährliche Ueberschäumen und Ueberquellen einzelner Substanzen gänzlich vermieden.

Ist keine weitere Verbrennung mehr wahrzunehmen, so wird die Kohle mit heissem Wasser ausgelaugt, durch ein aschenfreies Filter filtrirt, ausgewaschen, Filter und Kohle in das Platingefäss zurückgegeben, auf dem Wasserbad eingedampft und im Trockenkasten vollends getrocknet.

Der Wasserauszug wird in zwei Theile getheilt, in der einen Hälfte wird durch Zusatz von NH_3 und $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ auf anorganisches Eisen, in der andern durch Uebersättigen mit Salzsäure und Zugabe von Eisenchlorid auf etwa entstandene Ferrocyanalze geprüft. Es mag hier gleich erwähnt sein, dass nie anorganisches Eisen im Auszug ist gefunden worden

¹⁾ Hoppe-Seyler: Handb. der physiolog.- und patholog.-chem. A. 5, 1883, S. 345.

und dass bei den vielen Analysen, die gemacht worden sind, nie die Bildung von Eisencyanverbindungen ist beobachtet worden.

Auch Behagel¹⁾, der auf diesen Punkt speciell achtete, fand bei Einäschern mit Soda nie Cyanverbindungen.

Die vollständig trockene Kohle mit dem Filter wird nun vollends eingeäschert, was immer sehr gut gelingt; die Asche wird mit heissem Wasser und verdünnter destillirter Salzsäure aufgenommen, wieder eingedampft und bei aufgelegtem Deckel vorsichtig auf circa 110° erwärmt; die allenfalls gelöste Kieselsäure fällt bei diesem Verfahren aus und wird unlöslich.

Die Asche wird zum zweiten Male in möglich wenig Wasser und etwas Salzsäure gelöst, durch ein aschenfreies Filter filtrirt, ausgewaschen; das Filtrat wird mit Ammoniak ein wenig abgestumpft und nach Erkalten das Eisen durch essigsäures Ammon als phosphorsaures Eisen gefällt.

Der flockige Niederschlag wird in bedecktem Glas circa 12 Stunden zum Absetzen hingestellt, durch ein aschenfreies Filter filtrirt, mit kaltem H₂O ausgewaschen, bis das Wasser chemisch rein abläuft, im Trockenkasten bei 120° getrocknet; der Niederschlag vom Filter möglich entfernt, das Filter in einem Porzellantiegel verbrannt, der Niederschlag dazu gegeben und geglüht, dann gewogen.

Nach dem Wägen wird in verdünnter Salzsäure gelöst, auf dem Dampfbade eingeengt, bis die Hauptmasse der Salzsäure verflüchtigt ist, mit Schwefelsäure aufgenommen, mit Zink reducirt und mit Chamäleonlösung titirt.

Die Zahlen, die durch Wägen erhalten wurden, stimmen mit den durch Titiren gefundenen so gut überein, dass nur die ersteren hier angegeben sind, um Wiederholung zu vermeiden.

Des Fernern mag noch erwähnt werden, dass alle Filtrate, insonderheit das letzte, nach Abfiltriren des mit essigsäurem Ammon entstandenen Eisenniederschlages erhaltene, auf etwa durchgegangenes Eisen sind geprüft worden und dass

¹⁾ Behagel: l. c., S. 398.

in keinem einzigen Falle Eisen ist gefunden worden; ein Beweis dafür, dass bei Zusatz von Natroncarbonat keine Pyrophosphorsäure sich bildet.

Genauere Beschreibung der Versuche an Hunden.

Als Versuchsthiere wurden Hunde gewählt; dieselben befanden sich während der ganzen Versuchszeit in einem grossen luftigen, innen mit Zinkblech ausgekleideten, oben mit stark mit Oelfarbe angestrichenen Eisenstäben verschlossenen Behälter. Der Käfig stand in einem warmen Zimmer. Das Innere des Käfigs konnte sehr rein gehalten werden, besondere Aufmerksamkeit wurde den Eisenstäben oben gewidmet, während der ganzen Versuchszeit wurde nirgends die schützende Farbhülle von den Hunden weggenagt.

Die Hunde beschmutzten übrigens ihren Käfig nie; sie waren gelehrt worden, ihren Harn an einer bestimmten Stelle des mit Parquethoden versehenen Zimmers in ein untergehaltenes Porzellangeschirr, ihren Koth auf einen untergehaltenen Teller zu entleeren.

Auf diese Weise war thunlichst dafür gesorgt, dass die Thiere nicht irgendwoher fremdes Eisen bekommen konnten (durch Auflecken von eisenhaltigem Sand, Staub etc.).

Zur Abgrenzung des Kothes wurden nach Voit¹⁾ Knochen benützt; der gelbe Eierkoth liess sich meistens gut von dem weisslichen, noch mit Knochenstückchen durchsetzten Knochenkoth trennen.

Versuch I.

Grosser kurzhaariger Hund.

Er bekommt während 24 Stunden möglichst reine Knochen zu fressen, darauf im Verlauf von 2 Tagen 100 Eidotter, die ersten frisst er gern, die letzten Portionen müssen ihm eingegeben werden. Am 4. Tage bekommt er wieder Knochen.

Der Hund verträgt die Eidotter anfangs gut, erst am Ende des dritten Tages tritt Diarrhoe auf, so dass die

¹⁾ Hermann: Handbuch der Physiologie, Bd. VI, S. 30.

Trennung des Eierkoths vom zweiten Knochenkoth nicht sehr gut gelingt; es wird aber eher von Knochenkoth noch etwas mitgenommen, als dass Eierkoth verloren gegangen wäre.

Die 100 Eidotter werden möglichst vom Eiweiss getrennt, unter einander gerührt, bis alles zu einer homogenen Masse geworden ist; sie wiegen

1595 gr.

Davon werden zur Bestimmung des Eisengehaltes in eine Platinschale abgewogen

50.45 gr.

Die Untersuchung auf Eisen wird in der oben beschriebenen Weise ausgeführt; im Wasserextract findet sich absolut kein Fe; ebenso wenig im Filtrat, erhalten nach Abfiltriren des Eisenniederschlags.

Gefunden wird

$0,016 \text{ FePO}_4 = 0,0059 \text{ Fe.}$

In 50,45 gr. Eidotter . . . 0,0059 gr. Fe.

In 1544,55 » » also . 0,1807 » Fe.

Der Hund hat also im Verlauf von zwei Tagen

0,1807 gr. Fe

bekommen.

Davon findet sich:

a) im Harn.

Der Harn wird gesammelt, nach der ersten Fütterung mit Eidotter, bis unmittelbar vor der zweiten Fütterung mit Knochen. Im Ganzen sind es 2800 cm³. sauren dunklen Harns.

Der Harn wird filtrirt und nach der oben angegebenen Methode eingeäschert; Wasserauszug der Kohle absolut eisenfrei; ebenso das Filtrat nach Abfiltriren des Eisenniederschlags. Es findet sich

$0,0313 \text{ FePO}_4 = 0,0116 \text{ gr. Fe.}$

Also sind resorbirt worden und durch die Nieren wieder ausgeschieden

0,0116 gr. Fe.

b) Im Koth.

Die ersten Portionen sind fest, dunkelgelb, die spätern dickflüssig, hellgelb und stinkend, leider ist der Koth mit aus dem Darm des Hundes stammendem Stroh durchsetzt; die

Trennung der letzten Portion vom zweiten Knochenkoth gelingt nicht untadelhaft.

Der Koth wird zur Entfernung des Fettes in einem Ballon mit absolutem Alkohol ausgezogen; die Auszüge, in einer Platinschale eingäschert, erweisen sich, wie zu erwarten, als eisenfrei.

Zur Trennung der im Koth enthaltenen anorganischen Eisenverbindungen von den organischen wird der Koth mit absolutem Alkohol, dem etwas Salzsäure zugesetzt ist (950 cm³ Alkohol + 50 cm³ 33% HCl), ausgezogen. Die dunkelgrünen Auszüge (wohl durch Biliverdinbildung) werden vereinigt und in oben angegebener Weise eingäschert; weder im Wasserauszug der Asche, noch im Filtrat vom phosphorsauren Eisen findet sich Eisen.

Es wird gefunden im Koth als anorganisches Eisen

$$0.1347 \text{ gr. FePO}_4 = 0.0499 \text{ Fe.}$$

Der Kothrückstand wird in einer Platinschale wie gewöhnlich eingedampft, eingäschert etc. Wasserauszug und letztes Filtrat eisenfrei.

Es findet sich

$$0.2791 \text{ FePO}_4 = 0.1035 \text{ Fe.}$$

Also waren im Koth enthalten als Eisen in organischer Verbindung

$$0.1035 \text{ Fe.}$$

Zusammenstellung.

Eingegeben in 1544 gr. Eidotter

$$0.1807 \text{ gr. Fe.}$$

Davon sind erschienen:

A. Im Harn	0,0116 gr. Fe,
B. Im Koth: anorganisch	0,0499 » »
organi-ch	0,1035 » »

$$\text{Summa} \quad . \quad 0.1650 \text{ gr. Fe.}$$

Es sind also im Körper zurückgeblieben und nicht mehr nachzuweisen 0,0157 gr. Fe. Ob dieses Eisendeficit resorbirt und im Körper verwandt worden ist, oder ob es blos im

Darm liegen geblieben ist, kann nicht entschieden werden; jedenfalls aber sind die 12 Milligramm, welche im Harn erschienen sind, resorbirtes Hämato-gen.

Versuch II.

Grosser kurzhaariger Hund.

Der Hund wird längere Zeit bei gewöhnlicher Kost eingesperrt, um die im Darm zurückgebliebenen unverdaulichen Reste früherer Nahrung zu entfernen, er bekommt, wie im Versuch I, am Tag vor und nach der Eidotterfütterung behufs Kothabgrenzung Knochen zu fressen. Um das Eintreten der Diarrhoen zu vermeiden, werden diesmal nur 50 Eidotter verfüttert; aber trotz dieser Vorsichtsmassregel bekommt der Hund sehr heftigen Durchfall, so dass die Trennung vom zweiten Knochenkoth noch weniger gut gelingt als das erste Mal.

Sonst wird der Versuch angestellt wie Versuch I.

Die 50 Eidotter wiegen 860 gr. Davon werden in eine Platinschale behufs Eisenbestimmung abgewogen

55,22 gr.

Verfüttert werden also

804,78 gr.

Eidotterbrei.

Die Eisenanalyse in dem abgewogenen Theil des Eidottergemisches wird in der oben angegebenen Weise ausgeführt; Wasserauszug eisenfrei.

Gefunden wird

$0,0100 \text{ FePO}_4 = 0,0037 \text{ Fe.}$

In 50,22 gr. Eidotter 0,0037 Fe.

In 804,78 » » 0,0539 Fe.

Von dieser in zwei Tagen aufgenommenen Eisenmenge erscheint wieder

a) im Harne.

Der Harn wird während der ganzen Zeit der Eidotterfütterung und noch 24 Stunden nach dem letzten Eidotterfrass gesammelt.

Dunkler saurer Urin, wird filtrirt und behandelt wie in Versuch I. Im Wasserauszug und im letzten Filtrat kein Eisen.

Nach vorsichtigem Abstumpfen der wie oben beschrieben, mit HCl bereiteten Aschelösung und Versetzen mit essigsauerm Ammon entsteht eine schwache opalisirende Trübung, die sich bis zum nächsten Tage am Boden des Gefässes als dünne Schichte absetzt; da es für eine genaue Wägung zu wenig ist, wird vom Abfiltriren und Wägen Umgang genommen; dass der Niederschlag wirklich Eisen ist, giebt der Zusatz von Schwefelammon deutlich zu erkennen.

Im Harn sind also deutliche Spuren von Eisen vorhanden.

b) Im Kothe.

Der dünne, gelbe, strohfreie, aber stark mit Haaren durchsetzte Koth ist sehr schwer vom Knochenkoth zu trennen; es ist leicht möglich, dass etwas Knochenkoth mit unter die Analyse gekommen ist.

Verfahren wird wie in Versuch I. Zuerst wird das Fett mit Alkohol absolutus extrahirt, darauf werden die anorganischen Eisenverbindungen mit salzsäurehaltigem Alkohol ausgezogen und zuletzt das als organische Verbindung enthaltene Eisen durch Einäschern des Rückstandes bestimmt.

Der das Fett enthaltende Auszug ist auch diesmal eisenfrei.

In anorganischer Form findet sich:

0,3428 gr. FePO_4 **0,1270** gr. Fe.

In organischer Form:

0,2856 gr. FePO_4 **0,1059** gr. Fe.

Im Ganzen werden also im Kothe aus-

geschieden. **0,2329** gr. Fe.

Eingegeben mit den Eidottern . . . **0 0539** gr. Fe.

Es findet sich also ein Ueberschuss von 0,1790 gr. Fe im Kothe vor.

Wegen der bei diesem Versuche eingetretenen starken Diarrhoen und des daraus resultirenden Unvermögens, den Koth genau abzugrenzen, ferner wegen des ganz unerklärlichen colossalen Eisenüberschusses in den Ausgaben gegenüber den Einnahmen wurde noch ein dritter Versuch angestellt.

a) im Harn.

Der Harn wurde vom Momente der ersten Eidotterfütterung bis 24 Stunden nach der zweiten Knochenfütterung aufgesammelt. Die Menge beträgt im Ganzen 5810 cm³., er ist sauer, dunkel und klar. Nachdem er wie gewöhnlich heiss filtrirt worden war, wird mit ihm in der oben beschriebenen Weise verfahren. Der Wasserauszug der Kohle und das letzte Filtrat sind beide eisenfrei.

Gefunden wird

$$0,0182 \text{ gr. FePO}_4 = 0,0067 \text{ gr. Fe.}$$

Diese Eisenmenge ist höchst wahrscheinlich aus den Eidottern resorbirt und im Harn wieder ausgeschieden worden.

b) Im Koth.

Der Koth erschien in 4 Abtheilungen, am 2., 4., 6. und 9. Versuchstage, der am 9. Tage erschienene Koth enthielt schon theilweise die am 8. gefressenen Knochen. Der Koth war nur am 2. Tage etwas dickflüssig, sonst stets fest, gelb, leicht vom Knochenkoth abzugrenzen, strohfrei, aber mit sehr vielen Haaren vermischt.

Er wird behandelt wie die Fäces in den zwei oben beschriebenen Versuchen.

In dem das Fett enthaltenden Alkoholauszug ist nach dem Einäschern kein Eisen nachzuweisen.

Im Alkohol-Salzsäureauszug, also als anorganische Eisenverbindung, findet sich

$$0,1023 \text{ gr. FePO}_4 = 0,0379 \text{ gr. Fe.}$$

Als organische Eisenverbindung findet sich

$$0,8277 \text{ gr. FePO}_4 = 0,3069 \text{ gr. Fe.}$$

Es sind also gefunden worden im Koth

0,0379 als anorganisches Eisen,

0,3069 als organisches Eisen.

Im Ganzen also **0,3448 Fe.**

Eingegeben wurden **0,0739 Fe.**

Also ein Ueberschuss von 0,2709 gr. Fe. Dazu kommt noch, dass im Harn ein Theil des eingegebenen Eisens ist

ausgeschieden worden, was das Total des Ueberschusses der Ausgaben über die Einnahmen auf die erstaunliche Höhe von

0.2776 gr. Fe

bringt. Dieser Eisenüberschuss kann nur von im Körper, d. h. im Darmkanal vorhandenem Eisen herrühren, denn es ist durch die Versuchsanordnung absolut ausgeschlossen, dass der Hund irgendwoher fremdes Eisen bekommen konnte. Es ist das Auftreten eines Ueberschusses von Eisen im Koth eine Erfahrung, die auch andere Experimentatoren gemacht haben, ebenfalls ohne eine befriedigende Erklärung dafür zu finden.

Es sei an dieser Stelle gestattet, noch einige weitere Analysen über den Eisengehalt des Eidotters, die zu verschiedenen Zeiten und zu verschiedenen Zwecken angestellt wurden, mitzutheilen.

Es enthielten 100 gr. Eidotter

im Februar 88	0,0117 gr. Fe.
» » 89	0,0064 » »
» März 89	0,0080 » »
» Mai 88.	0,0100 » »
» Juni 88	0,0067 » »
» Juli 88	0,0072 » »
» September 88	0,0051 » »
» » 88	0,0052 » »

Es lässt sich der Gedanke, dass die Eier, je nachdem sie zur Fortpflanzungszeit oder zu einer andern Zeit gelegt worden sind, auch chemische Verschiedenheiten zeigen, nicht ganz von der Hand weisen. Nicht nur der Eisengehalt der Herbesteier, auch ihr Farbstoff- und Fettgehalt scheint vermindert zu sein. Schon His¹⁾ hat auf Grund histologischer Untersuchungen auf einen solchen Unterschied aufmerksam gemacht.

Weitere Untersuchungen auf diesem Gebiet dürften wohl interessante Ergebnisse liefern.

¹⁾ His: Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes, Leipzig, C. W. Vogel, 1868, S. 13.

Genauere Beschreibung der Versuche über den Eisengehalt des Harnes.

Zur Untersuchung gelangt Harn von einem Hund der mit gewöhnlicher Nahrung (Hundekuchen, Knochen etc.) genährt wird. Der Harn wird stets heiss filtrirt, um etwa entstandene Niederschläge von Uraten wieder in Lösung zu bringen. Vor dem Filtriren kann man im Microscop in jedem Harn spärliche Epithelzellen wahrnehmen, nach der Filtration ist es nie gelungen welche zu finden; es scheinen also hauptsächlich die suspendirten Epithelzellen und etwa vorhandener Schleim an der schlechten Filtration Schuld zu sein.

Versuch I.

850 cm³. sauren dunklen Hundeharns werden bei circa 50° filtrirt, mit Na₂CO₃ versetzt und unter Beobachtung der oben beschriebenen Vorsichtsmassregeln eingäschert. Der Wasserauszug der Kohle enthält keine Spur Eisen. Beim Versetzen der mit NH₃ abgestumpften salzsauren Aschelösung mit essigsauerm Ammon entsteht keine Trübung, es sind also keine quantitativ nachweisbaren Mengen von Eisen vorhanden.

Dass aber trotzdem schwache Spuren von Fe da sind, lehrt die ganz schwache grünliche Färbung nach Uebersättigen mit Ammoniak und Versetzen mit Schwefelammon.

Versuch II.

1000 cm³. normalen dunklen sauren Hundeharns werden behandelt wie der Urin in Versuch I.

Auch diesmal lässt sich im Wasserauszug kein Eisen nachweisen.

Nach Zusatz von essigsauerm Ammon zu der salzsauren Aschelösung entsteht eine schwache opalisirende Trübung, bis zum andern Tag hat sie sich zu einem fast nicht wahrnehmbaren flockigen Niederschlage am Boden des Gefässes gesetzt. Von Abfiltriren und Wägen kann keine Rede sein.

Es ist also auch diesmal eine quantitativ nicht bestimm- bare Spur von Eisen gefunden worden.

Versuch III.

1610 cm³. normalen sauren dunklen Hundeharns werden wie die vorhergehenden Urine behandelt.

Wasserauszug absolut eisenfrei.

Beim Versetzen der Aschelösung mit essigsurem Ammonium tritt eine sehr schwache opalisirende Trübung auf, nach 24-stündigem Stehen hat sie sich zu einem nur schwer wahrnehmbaren Niederschlage gesammelt, derselbe ist unwägbar.

Der Harn enthält quantitativ nicht bestimmbare Eisenmengen.

Dass die Niederschläge wirklich Fe enthielten, ergibt sich aus ihrer Grünfärbung bei Zusatz von Schwefelammonium.

Sehr oft wiederholte weitere Versuche in dieser Richtung mit filtrirtem Hunde- und Menschenharn haben stets dasselbe Ergebniss geliefert.

Es lässt sich an Hand dieser Versuche wohl sagen, dass filtrirter Harn bei gewöhnlicher Nahrung stets nur quantitativ unbestimmbare Mengen von Eisen enthält.

Genauere Beschreibung der mit den Mäusen angestellten Versuche.

Zu den Versuchen werden Mäuse genommen, weil:

1. die Maus ein kleines Thier ist und daher die Beschaffung der Nahrung für eine grössere Anzahl Versuchsthiere ohne allzu grosse Schwierigkeiten gelingt;
2. die Maus als omnivores Thier dem Menschen in seinen Ernährungsverhältnissen ziemlich nahe steht;
3. das gleichzeitige Halten selbst vieler Mäuse, jede in einem besonderen Käfig, nicht allzu viel Platz und Arbeit in Anspruch nimmt.

Einzelnen müssen die Mäuse gehalten werden, weil in der Gefangenschaft die Stärkere die Schwächere zuweilen auffrisst, und man nie sicher ist, dass nicht der Versuch in unliebsamer Weise unterbrochen wird. Des Fernern mag erwähnt sein, dass nur Hausmäuse (*Mus musculus*) zu gebrauchen sind, die viel zahmern Feldmäuse (*Arvicola arvalis*) gehen nicht an die künstliche Nahrung, sie sterben lieber vor Hunger:

Als eisenfreie Käfige für die Thiere dienten grosse 18 cm. im Durchmesser haltende Glastrichter. In der Mitte des Trichters war eine Scheidewand aus Glas mit einer seitlichen Oeffnung; die eine Hälfte des Trichters war mit feinsten, reiner Seidenwatte angefüllt, in der andern Hälfte befanden sich zwei kleine Porzellangeschirre für Nahrung und Wasser. Die Trichter standen auf grossen, leicht zu reinigenden Glasplatten. Durch leichtes Aufheben der wattefreien Seite des Trichters konnte sowohl die Nahrung und das Getränk alle Tage gewechselt werden, als auch die tägliche Reinigung, der durch Futter und Koth beschmutzten Glasplatte, vorgenommen werden. Die Futter- und Trinkgeschirre wurden alle Tage gereinigt, die Trichter alle acht Tage durch neue, mit frischer Watte gefüllte ersetzt.

Die Trichter standen während der ganzen Versuchsdauer in einem geschützten, stillen, Tags über durch schwarze Vorhänge verdunkelten Zimmer.

Da behauptet wird, dass Mäuse gegen Kälte sehr empfindlich sind, so war am Anfang versucht worden die Glasplatten, auf welchen die Käfige sich befanden, über grossen continuirlich auf 30° erwärmten Wasserbädern zu halten.

Es erwies sich aber diese Massregel als unnütz, ja als unpraktisch. Die Mäuse, welche bei gewöhnlicher Zimmertemperatur gehalten wurden, gediehen weit besser; und es wurde auch bald von dieser immerhin sehr umständlichen Heizungs-methode Umgang genommen.

Der Grund, warum dieses Halten bei 30° schädlich ist, liegt in Folgendem:

Durch die grössere Wärme wird auch die Wasserverdunstung eine grössere, der Wasserdampf schlägt sich an den oberen kälteren Theilen des Trichters nieder, besonders im Rohr, und rinnt auf die Watte; dadurch wird diese und die darin hausende Maus beständig feucht. Gegen nichts aber sind die Mäuse so empfindlich wie gegen Nässe. Will man Mäuse bei guter Gesundheit in Gefangenschaft halten, so muss man, wenn man nur eine Spur von Nässe in dem

Käfig bemerkt, sofort Watte und Trichter wechseln, sonst geht die Maus unfehlbar im Lauf der nächsten zwei Tage, wahrscheinlich durch Kälte, zu Grunde.

Die Mäuse befanden sich bei Beobachtung der angeführten Vorsichtsmassregeln in diesen Käfigen sehr wohl, wie dies die sehr lange Zeit in bester Gesundheit lebenden Eidottermäuse wohl deutlich beweisen.

Sie pflegten sich in der Watte eine Art Nest mit verschiedenen Fluchtröhren zu bauen und sich beim geringsten Geräusch darein zurückzuziehen, so dass man, sicher vor Fluchtversuchen, die eine Seite des Trichters aufheben konnte. Einige wurden nach 10—14tägiger Gefangenschaft ganz zahm und zutraulich.

Um die Mäuse von einem Käfig in das andere zu bringen, hat sich nach vielfachen Versuchen folgendes Verfahren als das praktischste erwiesen:

Der Trichter wurde auf der Watteseite vorsichtig etwas aufgehoben und die Watte langsam und allmählig durch einen feinen Spalt herausgezogen, die Maus sozusagen aus der Watte herausgekämmt.

Unter den wattleeren Trichter wurde eine runde Glasplatte, die grösser als die Basis des Trichters war und am Rand einen seitlichen viereckigen Ausschnitt hatte, geschoben; der Ausschnitt über den Rand der Glasplatte, auf der die Trichter standen, hinausgeschoben, unter den Ausschnitt ein mit einer schwarzen Papierhülle umkleidetes cylindrisches Glasgefäss gebracht und der Rand des Trichters bis zum Rand der mit Ausschnitt versehenen runden Glasplatte vorgeschoben, so dass das Loch in der Platte innerhalb des Trichters liegt. Nun wird an den Trichter geklopft und durch den Lärm geängstigt geht die Maus nach längerer oder kürzerer Zeit in das ruhige, dunkle, ihr sicher erscheinende Schlupfloch. Das Glasgefäss wird mit einer kleinen Glasplatte bedeckt und die Maus ist in sicherem sauberem Gewahrsam.

In dieser Flasche wurden die lebenden Mäuse gewogen.

Um die Thiere in den gesäuberten, mit frischer Watte zur Hälfte gefüllten Trichter, ihren gewöhnlichen Käfig, zurückzubringen, wird der Trichter auf einen weiten Cylinder, das Rohr nach unten, aufgesetzt. Die mit seitlichem Ausschnitt versehene grosse Glasplatte darüber gedeckt, so dass der Trichter oben überall geschlossen ist und nur an der Stelle des viereckigen Ausschnittes eine Eingangspforte hat. Das mit schwarzem Papier umhüllte Glasgefäss wird umgekehrt und mit dem Hals auf den Ausschnitt aufgesetzt, die bedeckende, jetzt als Fussboden dienende Platte weggezogen und die schwarze Papierhülle entfernt. Durch die plötzliche Helle und durch eventuelles Klopfen unangenehm berührt, schlüpft die Maus durch Hals der Flasche und Ausschnitt der Glasplatte in den ruhigen Trichter und in die sichere Watte.

Die runde Glasplatte wird nun soweit verschoben, dass der viereckige Ausschnitt ausserhalb des Trichterrandes liegt, der Trichter auf der Glasplatte umgestülpt und auf die mittlere gereinigte grosse Glasplatte aufgesetzt; nun wird noch die runde Glasplatte weggezogen und die Maus befindet sich in einem saubern Käfig an ihrem ursprünglichen Platz.

Bei all diesen Manipulationen kommen die Thiere nur mit leicht zu reinigenden Glasgegenständen in Berührung, so dass jede Verunreinigung des Felles mit eisenhaltigem Staub etc. vollständig ausgeschlossen ist. Es ist diese Methode ausführlich beschrieben worden, weil sie bei anderen Versuchen, bei welchen es sich auch darum handelt, Thiere von einem Käfig in das andere zu transportiren, ohne dass sie dabei mit fremden Substanzen in Berührung kommen, gute Dienste leisten kann.

Es ist die praktischste und trotz ihrer scheinbaren Umständlichkeit einfachste, vor allen Dingen aber sicherste Methode, wie es sich durch vieles Hin- und Herprobiren zur Evidenz herausgestellt hat.

Hinsichtlich der Lagerwatte ist zu bemerken, dass sie den Mäusen als Aufenthaltsort sehr zusagt und sie hinreichend

gegen Abkühlung schützt. Gefressen wird sie von den Thieren nicht, was auch Lunin¹⁾ angiebt.

Bei circa 140 Maussectionen habe ich nur zweimal Watte im Darmtractus gefunden und beide Male war das Thier an der unverdaulichen, im Magen sich zusammenballenden Watte durch Verschluss des Pylorus alsbald gestorben.

Unter Beobachtung aller angeführten Vorsichtsmassregeln wird es jedermann bei einiger Aufmerksamkeit leicht gelingen, Mäuse längere Zeit hindurch bei vollkommenem Wohlbefinden in der Gefangenschaft zu erhalten.

Bereitung des Mäusefutters.

Es handelte sich bei der Bereitung des Mäusefutters vor Allem darum, eine vollständig eisenfreie Nahrung in genügender Menge darzustellen. Das Eisen konnte dann, wo es nöthig war, in verschiedenen Verbindungen zugesetzt werden.

Alle Versuche, eisenfreie Nahrung darzustellen, scheinen scheitern zu sollen an dem Umstand, dass es nicht gelingt, eisenfreies Eiweiss in genügender Quantität darzustellen.

Wohl haben Alexander Schmidt²⁾ und Aronstein³⁾ durch Dialyse aschenfreie Albuminlösungen aus Blutserum darzustellen geglaubt. Ihre Angaben sind aber alsbald von Heynsius⁴⁾, Winogradoff⁵⁾, Huinzinga⁶⁾.

¹⁾ Lunin: Zeitschrift für phys. Chemie, Bd. V, 1881, S. 31.

²⁾ Alexander Schmidt: Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol., Bd. VI, 1872, S. 423.

Alexander Schmidt: Beiträge zur Anatomie und Physiologie, als Festgabe gewidmet Carl Ludwig, Leipzig 1874, S. 94; siehe auch Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol., Bd. XI, 1875, S. 1.

³⁾ Aronstein: Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol., Bd. VIII, 1874, S. 75.

⁴⁾ Heynsius: Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol., Bd. IX, 1874, S. 514; Bd. XII, 1876, S. 549.

⁵⁾ Winogradoff: Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol., Bd. XI, 1875, S. 605.

⁶⁾ Huinzinga: Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol., Bd. XI, 1875, S. 392.

Haas¹⁾ bestritten worden und die Letzteren haben nachgewiesen, dass in dem nach Schmidt's Methode dargestellten Eiweiss Aschenbestandtheile enthalten sind. Heynsius und Wingradoff fanden gewöhnlich nur Erdphosphate, aber Huinzinga und Haas gelang es in einzelnen Fällen, trotz langer Dialyse noch deutliche Spuren von Eisen in den Präparaten nachzuweisen. Es ist dies also jedenfalls eine nicht ganz zuverlässige Methode; ausserdem aber ist die Darstellungsweise viel zu umständlich. Es wäre eine baare Unmöglichkeit für eine grössere Anzahl von Mäusen durch Dialyse das genügende Quantum Eiweiss darzustellen.

Auch die Versuche Maschke's²⁾ und Schmiedeberg's³⁾ über Darstellung von krystallisirtem Eiweiss bringen uns leider Lösung dieser Frage nicht näher. Denn Wechsel⁴⁾ und Grübler⁵⁾, welche später diese Versuche wiederholten, haben nachgewiesen, dass die Asche dieser Eiweisskrystalle stets eisenhaltig ist. Auch hier wäre übrigens die Darstellungsweise sehr umständlich.

Es gelingt aber doch, auf verhältnissmässig einfachem Wege eisenfreies Eiweiss in beträchtlicher Menge darzustellen und zwar aus vollständig hämoglobinfreiem Blutserum. Vollständig reines Blutserum bekommt man aber nur aus Pferdeblut. Die Blutarten anderer Thiere (Rind, Schwein) scheinen viel leichter zerstörbare Blutkörperchen zu besitzen.

Aber auch aus Pferdeblut gewinnt man kein absolut hämoglobinfreies Serum, wenn man nicht folgendes Verfahren einschlägt.

Man muss das Blut in einer vollständig trockenen Flasche auffangen und die Flasche bis ganz oben voll laufen lassen. Thut man dies nicht, so schlägt sich das aus dem warmen

¹⁾ H. Haas: Prager medizinische Wochenschrift, Jahrgang I, 1876, S. 639, 659, 676.

²⁾ O. Maschke: Botanische Zeitung, Jahrgang 17, 1859, S. 409 u. f.

³⁾ Schmiedeberg: Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. I, 1877, S. 205.

⁴⁾ Wechsel: Journal für prakt. Chemie, N. F., Bd. 19, 1879, S. 331.

⁵⁾ Grübler: Journal für prakt. Chemie, N. F., Bd. 23, 1881, S. 97.

Blut verdunstende Wasser in kleinen Tröpfchen an der kalten Flasche nieder und rinnt in das Blut zurück, so werden einige Blutkörperchen zerstört, Hämoglobin wird frei und das Serum wird eisenhaltig.

Am leichtesten werden diese Bedingungen erfüllt, wenn man auf eine grosse circa 5—6 Liter haltende Flasche einen Zinkblechtrichter mit fast bis auf den Boden der Flasche reichendem Rohr aufsetzt, das Blut direct aus der Ader des mit der Schussmaske getödteten Pferdes bis zur fast vollständigen Füllung des Gefässes in die Flasche einströmen lässt darauf den Trichter langsam und allmählig unter stetem Blutzufliessen hebt, so dass die Flasche genau bis oben voll Blut ist, und dann einen conischen Zapfen langsam daraufsetzt und allmählig festdrückt, das überflüssige Blut hat dann Zeit abzufließen.

Auf diese Weise wird jede schädliche Dampf- und Schaumbildung vermieden. Der Blutkuchen muss, wenn richtig verfahren wurde, oben am Zapfen festkleben. Wenn das Serum nach circa 3—4 Tagen abgegossen wird, so muss die Flasche noch fast ganz gefüllt sein. Eine kleine Leere entsteht durch die ungleiche Ausdehnung der Flüssigkeit bei Körpertemperatur und bei der circa 25° weniger betragenden Zimmertemperatur.

Das abgegossene Serum wurde stets, um es von etwa mitgerissenen Stückchen des Blutkuchens zu trennen, während 30 M. auf eine 1600—1800 Umdrehungen in der Minute machende Centrifuge gebracht; es bildete sich gewöhnlich ein schwach röthlicher Bodensatz. Ein nochmaliges Centrifugiren, das des Versuches halber einige Male ausgeführt wurde, erwies sich jedesmal als unnöthig.

Das nach dem Centrifugiren von dem schwachen Bodensatz mit einer Pipette vorsichtig abgehobene Serum muss hellgelb aussehen, durchsichtig und klar sein, die Farbe von wenig saturitem Harne haben (*urina potus*). Es soll weder mit der Heller'schen Probe, noch vor dem Spectroscop Hämoglobin ergeben und endlich wird es auch mit der so überaus empfindlichen Allmen'schen Reaction stets ein negatives Resultat ergeben. In dickeren Schichten leicht trüb oder rothbraun

erscheinendes Serum muss stets unnachsichtlich weggegossen werden.

Sind die angegebenen Vorsichtsmassregeln beim Füllen der Flasche streng eingehalten worden und hat das Blut vor dem Abgiessen des Serums nicht länger als 3—4 Tage und bei nicht zu hoher Temperatur, nicht höher als gewöhnliche Zimmertemperatur, gestanden, so wird man aus Pferdeblut leicht absolut hämoglobinfreies Serum darstellen können.

Es muss indess hervorgehoben werden, dass die Versuche nur mit Pferdeblut gelingen. Trotz Anwendung aller angegebenen Vorsichtsmassregeln ist die Darstellung von reinem Serum weder aus Rinderblut noch aus Schweineblut geglückt. Ob dies einem Zufall zuzuschreiben ist, oder ob die Blutkörperchen dieser Blutarten wirklich ihr Hämoglobin leichter abgeben, oder ob eine andere Eisenverbindung im Blutserum vorhanden ist, oder ob endlich die Blutkörperchen der andern Thierarten wegen ihres geringeren specifischen Gewichtes sich nicht vollständig durch Centrifugiren entfernen lassen, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Der Nachweis des Eisens wurde stets nach der weiter unten angegebenen Methode des Eindampfens, Eintrocknens und Einäscherns geführt. Es kann hier nur auf diese Analysen hingewiesen und gesagt werden, dass an der Abwesenheit des Eisens im Blutserum, also auch im Serumeiweiss, nicht kann gezweifelt werden.

Darstellung eisenfreien Fettes.

Schon Forster¹⁾ und Lunin²⁾ geben an, dass sie aschenfreies Fett dargestellt haben. Es wurde daher versucht, nach ihrem Vorgehen reines Fett zu erhalten. Es wurde feinste Tafelbutter mit Salzsäure ausgekocht, die Salzsäure mit warmem destillirtem Wasser ausgewaschen, das Wasser entfernt und die geschmolzene Butter durch ein Heisswasserfilter filtrirt. Es stellte sich aber heraus, dass auch die reinste Butter eine

¹⁾ Forster: Zeitschrift für Biologie, Bd. IX, 1873, S. 297.

²⁾ Lunin: l. c.

solche Menge Casein, Milch, albuminartige Substanzen und andere Beimengungen enthält, dass die Darstellung grösserer Mengen reinen und hauptsächlich eisentfreien Fettes auf diesem Wege viel zu schwierig und umständlich ist. Um ganz reine Butter, welche beim Einäschern keinen Rückstand hinterlässt, zu erhalten, muss man circa 5 mal mit mässig starker Salzsäure und etwa 12–15 mal mit reinem Wasser auskochen und auswaschen. Das auf diese Weise dargestellte reine Fett hat zudem den Nachtheil, leicht ranzig zu werden. Dieser letztere Umstand machte es für einen gewissen Zweck brauchbar, so dass stets eine kleine Menge davon vorrätzig gehalten wurde.

Viel einfacher ist reines Fett darzustellen aus frischem ungeräuchertem, möglichst wenig Blutgefässe und Musculatur enthaltenden Schweinespeck; derselbe lässt sich leicht und in ausgezeichneter Qualität beschaffen.

Der Speck wird in kleine Würfel von 1 cm³. Grösse zerschnitten und in einer Porzellanschale über einer Gasflamme ausgelassen; von dem geschrumpften Bindegewebe durch Filtriren durch ein aschenfreies Filter in einem Heisswassertrichter getrennt, darauf mit sehr verdünnter Salzsäure mehrmals ausgekocht, bis die Salzsäure beim Eindampfen keinen Rückstand mehr liefert, die Salzsäure mit heissem destillirtem Wasser ausgewaschen, das Wasser durch sorgfältiges Abgiessen und eventuelles Kochen entfernt und zum Schluss noch einmal durch ein aschenfreies Filter im Heisswassertrichter filtrirt. Man erhält auf diese Weise ein rein weisses, gut haltbares, absolut eisenfreies Fett.

Wiederholte Einäscherungen haben gezeigt, dass dies Fett nicht nur absolut eisenfrei, sondern auch bis auf minimale Spuren aschenfrei ist.

Darstellung eisenfreier Kohlehydrate.

Eisenfreien Zucker darzustellen ist sehr umständlich und mit enorm viel Verlusten verbunden. Gewöhnlicher Rohrzucker, feinste Raffinade, in möglichst wenig Wasser gelöst und durch ein Papierfilter heiss filtrirt, hinterlässt auf dem

Filter einen sehr deutlichen blauen Anflug von Ultramarin, ferner eine ganze Anzahl sonstiger verdächtiger Substanzen; übergiesst man das Papier mit Rhodankaliumlösung, so färbt es sich überall sofort deutlich röthlich, an einzelnen Stellen tief dunkelroth, ein Beweis, dass Eisenoxyd vorhanden ist.

Das Eisen durch Versetzen der Zuckerlösung mit etwas Ammoniak und nachherigem Durchleiten von Schwefelwasserstoff auszufällen, gelingt nicht; der Zucker wird dabei in eine nach längerer Zeit in Blättchen krystallisirende, höchst übelriechende Substanz verwandelt.

Das einzige Mittel, das Eisen fortzuschaffen, ist Versetzen der Zuckerlösung mit Salzsäure und Fällen des Zuckers mit Alkohol. Man braucht aber sehr grosse Mengen von Alkohol und das HerauskrySTALLISIREN geht nur äusserst langsam vor sich; der Rohrzucker verwandelt sich nämlich bei dieser Manipulation in wasserfreien Traubenzucker¹⁾.

Nimmt man statt Rohrzucker den allerdings sehr viel unreinern, aber bedeutend leichter krystallisirbaren (weil weniger Invertzucker enthaltend), gewöhnlichen weissen Candiszucker des Handels, so geht die Sache etwas leichter und schneller. Man muss aber, um absolut eisenfreien Zucker zu bekommen, 2—3mal aus salzsäurehaltigem Alkohol umkrystallisiren und verliert so eine Menge Substanz, braucht auch eine Menge Alkohol.

Bei all' diesen Manipulationen ist dazu noch jedes Erwärmen, das ja beim Zugeben von Alkohol zu Wasser eintritt, ängstlich zu vermeiden, weil sich sonst Lävulinsäure humusartige Substanzen und ein sehr wohl riechender Aether bildet und der Zucker zerstört wird²⁾.

Es ist also wohl möglich, kleine Mengen eisenfreien Zuckers, genügend um den Mäusen das Futter zu versüssen, darzustellen; nicht aber Mengen, welche den Bedarf der Thiere

¹⁾ Soxhlet: Journal für praktische Chemie, N. F., Bd. XXI, 1880, S. 227.

²⁾ Siehe hierüber v. Grote, Kehler und Tollens: Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. CCVI, 1881, S. 207.

an Kohlehydraten zu decken im Stande wären. Es ist hingegen leicht, grosse Mengen eisenfreier Stärke ohne bedeutende Mühe und Kosten herzustellen.

Die im Handel vorkommenden bessern Reisstärken enthalten nur Spuren von Stickstoff und nur ganz minimale Mengen von unorganischen Bestandtheilen.

Durch Pulverisiren, mehrmaliges Auswaschen mit salzsäurehaltigem Wasser, nachheriges Entfernen der Salzsäure mit destillirtem Wasser und sehr vorsichtiges Trocknen bei nur ganz allmählig steigender Temperatur gelingt es verhältnissmässig leicht, auch grössere Mengen eisenfreier, ja völlig aschenfreier Stärke zu erhalten. Da wir die Stärke stets in trockenem Zustand pulverisirten und nur ganz verdünnte Salzsäure in der Kälte angewendet haben, so haben wir nie die von Scharling¹⁾ beschriebene Schleimbildung zu beobachten Gelegenheit gehabt. Die Stärke war durch die Behandlung ihrer fremden Beimischungen entledigt, sonst aber gänzlich unverändert.

Wiederholte Einäscherungen der zu den verschiedenen Zeiten dargestellten Stärkepräparate haben deren vollständige Reinheit zur Evidenz dargethan.

Um den Mäusen womöglich auch einen Repräsentanten der dritten Gruppe der Kohlehydrate zu geben, wurde versucht, eisenfreie Cellulose darzustellen.

Der Versuch gelang über Erwarten gut. Man braucht nur gewöhnliches schwedisches Filtrirpapier mit ziemlich starker Salzsäure zu wiederholten Malen (so lange die Salzsäure noch etwas aufnimmt) auszukochen, mit Wasser die Salzsäure auszuwaschen und den Niederschlag von fein zertheilten Cellulosefasern auf dem Wasserbad zu trocknen. Man erhält auf diese Weise ein vollständig eisenfreies, ja sogar ein vollständig aschenfreies Präparat. Nimmt man die Salzsäure nicht zu concentrirt und erhitzt man nicht zu stark, so tritt keine Veränderung der Cellulose ein [Béchamp²⁾].

¹⁾ Scharling: Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XIII. 1842, S. 272.

²⁾ Béchamp: Annalen der Chemie u. Pharmacie, Bd. C, 1856, S. 367.

Bedenkt man, welche wichtige Aufgabe der Cellulose bei der Verdauung wahrscheinlich zufällt¹⁾, so wird man den Werth, welchen der Zusatz auch dieses Nahrungsmittels zur Mausekost hat, wohl zu schätzen wissen.

Es ist in neuerer Zeit auf die An- oder Abwesenheit der anorganischen Salze in der Nahrung grösseres Gewicht gelegt worden; diesbezügliche Untersuchungen sind von Lunin²⁾ und von Forster³⁾ herausgegeben worden. Es ist aber zur Stunde noch nicht sicher entschieden, ob ihre Anwesenheit in der Nahrung unerlässlich ist.

Immerhin aber wurden, um den Einwand, dass die den Thieren dargereichte Nahrung zu salzarm gewesen sei, nicht aufkommen zu lassen, der Mausekost die anorganischen Salze zugefügt und zwar in demselben procentischen Verhältniss zum Eiweiss, wie sie in der Milch enthalten sind.

Die genauesten Analysen über den Salzgehalt von Milch und Serum verdanken wir bis jetzt Bunge⁴⁾. Aus diesen Analysen ergibt sich, dass Kuhmilch auf 3,4 gr. Eiweiss enthält:

0,1766	K ₂ O
0,111	Na ₂ O
0,159	CaO
0,021	MgO
0,169	Cl
0,197	P ₂ O ₅ .

dass aber Pferdeblutserum auf 8,5 gr. Eiweiss enthält:

0,025	K ₂ O
0,435	Na ₂ O
0,012	CaO
0,004	MgO
0,371	Cl
0,026	P ₂ O ₅ .

1) Siehe hierüber Bunge: Lehrbuch der physiologisch-pathologischen Chemie, 1887, S. 76--79.

2) Lunin: l. c.

3) Forster: l. c.

4) Bunge: Zur quantitativen Analyse des Blutes, Zeitschrift für Biologie, 1876, Bd. XII, S. 191. — Bunge: Der K-, Na- und Cl-Gehalt der Milch, Zeitschrift für Biologie, Bd. X, 1874, S. 295.

Hätte die Milch den gleichen Eiweissgehalt wie das Blutserum, so müsste sie an anorganischen Salzen enthalten:

0,4415 K_2O
 0,277 Na_2O
 0,397 CaO
 0,052 MgO
 0,4225 Cl
 0,4925 P_2O_5 .

Werden von diesen Zahlen die Quantitäten der bereits im Serum vorhandenen Salze abgezogen, so erhalten wir die Zahlen für die Mengen jedes Salzes, welche wir auf 100 gr. Serum zugeben müssen. Wir finden, dass wir zufügen müssen:

0,317 K_2O
 0,385 CaO
 0,048 MgO
 0,052 Cl
 0,466 P_2O_5 ,

dass aber 0,158 Na_2O zu viel bereits im Serum enthalten ist.

Um den Thieren diese anorganischen Nahrungsbestandtheile möglichst in der gleichen Form zu geben, wie sie in der gewöhnlichen Kost sich vermuthlich vorfinden, werden sie auf Kalicarbonat, Kalkphosphat, dasjenige Calciumoxyd, was nicht in Verbindung mit der Phosphorsäure gegeben werden kann, auf Calciumcarbonat und auf Magnesiachlorit umgerechnet.

Es ergibt sich: 0,612 K_2CO_3
 0,017 $Ca_3P_2O_8$
 0,358 $CaCO_3$
 0,076 $MgCl_2$.

Die Thiere bekommen dabei auf 100 gr. Serum 0,062 gr. Magnesia zu viel; ein Fehler, der wohl kaum sehr in die Wagschale fallen dürfte, übrigens der Deckung des Chlormangels halber unvermeidlich ist.

Der leichtern Handhabung wegen wurde eine Mixtur dieser Salze gemacht. Es kommen auf 1 Liter Wasser:

12,5 gr. Kalicarbonat,
 20,3 » Calciumphosphat,
 7,1 » Calciumcarbonat,
 2,7 » Magnesiumchlorid.

Vor dem Gebrauch wird jedesmal tüchtig umgeschüttelt und auf 100 gr. Serum 50 cm³. der Mischung zugegeben.

Was endlich die verschiedenen der Nahrung zugefügten Eisenverbindungen betrifft, so wurde hinzugefügt:

- a) Hämato-gen, bereitet nach der von Bunge¹⁾ beschriebenen Methode;
- b) Hämoglobin, nach der in Hoppe-Seyler's²⁾ Handbuch beschriebenen Methode;
- c) Eisenchlorid.

Für den Eisengehalt des Hämato-gens wurde die von Bunge angegebene Zahl benutzt; für den des Hämoglobins die in den Analysen Jaquet's³⁾ angegebene. Es wurde so viel von jedem Eisenpräparat zugegeben, dass auf 100 gr. des getrockneten Nahrungsgemisches ungefähr 0,01 gr. Eisen kam. Es ist dies eine Zahl, welche von den Analysen über den Eisengehalt des Eidotters her stammt; 0,01 gr. Eisen ist in 100 gr. Eidotter enthalten.

Die einzelnen Nahrungsbestandtheile wurden in folgender Weise gemischt:

Aus den Untersuchungen von Pettenkofer und Voit⁴⁾ und denen Forster's⁵⁾ ergibt sich, dass ein omnivorer

¹⁾ Bunge: Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. IX, 1885, S. 49.

²⁾ Hoppe-Seyler: Handbuch der physiologisch-pathologischen Analyse, Aufl. V, 1883, S. 290.

³⁾ Jaquet: Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. XII, 1888, S. 285.

⁴⁾ Pettenkofer und Voit: Zeitschrift f. Biologie, Bd. II, 1866, S. 459.

⁵⁾ Forster: Zeitschrift für Biologie, Bd. IX, 1873, S. 381.

Eine ausführliche kritische Besprechung aller einschlägigen Versuche nebst einer genauen Angabe der bis 1881 hierüber erschienenen Litteratur findet sich in Hermann's Handbuch der Physiologie, Bd. VI: Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung von C. v. Voit, S. 519. Auf die neuern Arbeiten von: Hirschfeld: Pflüger's Archiv f. d. ges. Phys., Bd. XII, S. 533, Virchow's Archiv, Bd. 114, 1888, S. 301; Muneo Kumagawa: Virchow's Archiv, Bd. 116, 1889, S. 370; C. Voit, E. Voit und Konstantinidi: Zeitschrift für Biologie, Bd. XXV, 1888, S. 232, in welchen die Ansicht vertreten wird, dass der Körper mit viel geringern Eiweissmengen auskommen kann, glaubten wir, da die Sache zur Zeit noch nicht vollständig entschieden ist, nicht eintreten zu sollen. Die Thiere müssen eine quantitativ vollständig hinreichende Nahrung bekommen. Ein Zuviel ist jedenfalls unschädlicher als ein Zuwenig.

Mensch zu seiner Ernährung per Tag durchschnittlich aufnimmt:

138 gr. Eiweiss,
88 » Fett,
393 » Kohlehydrate,

was in Procenten ausgedrückt

21,4 % Eiweiss,
14,6 % Fett,
64,0 % Kohlehydrate

ausmacht. Für die Maus, als ein ebenfalls omnivores Thier, kann wohl der gleiche Procentsatz an den 3 Nahrungsmitteln angenommen werden.

Pferdeblutserum enthält 8,5 gr. Eiweiss; ausser Eiweiss kommen nach den Untersuchungen Röhrig's¹⁾ und Zawilski's²⁾ nur 0,1—0,7 % Fett vor. Kohlehydrate, insbesondere Traubenzucker, findet sich nur zu 0,05—0,1 %³⁾.

Es sind dies Mengen, die ihrer Kleinheit halber im vorliegenden Falle keine Bedeutung haben und vernachlässigt werden können.

Es muss also zu 100 gr. Pferdeblutserum, enthaltend 8,5 gr. Eiweiss, hinzugegeben werden: 5,6 gr. Fett und 25,3 gr. Kohlehydrate.

Es wurden also zu 100 gr. eisenfreien Blutserums 6 gr. eisenfreies Fett, 20 gr. eisenfreie Stärke, 3 gr. eisenfreien Traubenzuckers und 2 gr. eisenfreie Cellulose hinzugefügt, ferner 50 cm³. der Salzmixtur. Das Gemisch in einer Porzellanschale auf dem Wasserbad unter stetem Umrühren eingedampft; wo es nöthig war, wurde die berechnete Menge Eisen in einer der 3 Verbindungen zugegeben.

¹⁾ Röhrig: Berichte d. königl. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Mathematisch-naturwissensch. Classe, Bd. XXVI, 1874, S. 1.

²⁾ Zawilski: Arbeiten aus dem physiol. Inst. z. Leipzig, Jahrg. XI. 1876, S. 147.

³⁾ Siehe hierüber Hermann's Handbuch der Physiologie, Bd. IV: Physiologie des Blutes und der Blutbewegung, von Dr. A. Rollet, S. 121.

Es entstand beim Gerinnen des Serumalbumins und dem Quellen der Stärke ein homogener Kuchen von der Consistenz eines weichen Käses, derselbe wurde mit Glasstäben in kleine Stückchen zerschnitten und bis zum leichten Anschmoren eingekocht; es wurde so ein den Mäusen angenehmer Geruch erzeugt. Dieses Nahrungsgemisch konnte in der Kälte längere Zeit aufbewahrt werden, ohne dass es sauer wurde. Acht Mäuse zehrten an einem solchen Gemisch, in dem 8 gr. Eiweiss enthalten waren, gewöhnlich höchstens 3 Tage, was per Tag und per Maus ungefähr 0,3 gr. Eiweiss ausmacht; wie man sieht, für ein Thier von circa 15 gr. ein bedeutender Bruchtheil seines Körpergewichtes.

Die Mäuse frassen diese Speise, sobald sie sich daran gewöhnt hatten, sehr gern. Ich habe bei vielen bemerkt, dass sie sofort nach Hineinschieben der Nahrung aus der Watte heraus kamen und unbekümmert um die Nähe der Menschen lustig frassen.

Brehm¹⁾ giebt in seinem Thierleben an, dass Nagethiere ohne harte Nahrung, an welcher sie ihre vorderen Zähne abarbeiten können, durch Uebereinanderwachsen der wurzellosen Schneidezähne und daraus erfolgendem Unvermögen den Mund gehörig zu öffnen und zu schliessen, zu Grunde gehen können.

Um auch diesen letzten Einwand gegen die Nahrung zu beseitigen, wurde den Mäusen alle acht Tage ein circa 1 cm³. grosses, mit eisenfreiem, aus Butter dargestelltem ranzigem Fette angebratenes Stück Serum gegeben. Wenn nämlich Serum vollständig eingedampft wird, so trocknet es zu einer bernsteinartigen hornharten Masse ein. Ich kann bestätigen, dass die Mäuse dieses harte ranzige, ihnen wohl angenehm schmeckende Serum mit Vergnügen benagten.

Auf diese Weise glaubten wir alle Factoren bei der Zusammenstellung einer möglich zureichenden Nahrung berücksichtigt zu haben.

¹⁾ Brehm: Illustriertes Thierleben, Bd. II, S. 60 u. 125.

Es wurden Mäuse gehalten, welche mit 5 verschiedenen Nahrungsgemischen gefüttert wurden:

- a) mit absoluter eisenfreier Nahrung;
- b) mit der gleichen eisenfreien Nahrung und einem Zusatz von Hämoglobin;
- c) mit der gleichen eisenfreien Nahrung und einem Zusatz von Hämatogen;
- d) mit der gleichen eisenfreien Nahrung und einem Zusatz von Eisenchlorid;
- e) mit gewöhnlichem hart gekochtem und mit etwas eisenfreier Stärke, Cellulose und Wasser vermischem Eidotter.

Alle Mäuse wurden beim Beginn des Versuches gewogen, desgleichen bei ihrem Tode. Alle mit künstlicher Nahrung gefütterten hatten, theilweise sogar bedeutend, an Gewicht verloren. Jede Maus wurde secirt, um festzustellen, ob nicht etwa eine dem eigentlichen Versuche fernliegende Todesursache vorhanden sei. Bei der Section kamen allerlei, weiter unten angeführte Verhältnisse an's Licht. Hauptsächlich war auffallend das überaus häufige Auftreten des *Cysticercus fasciolaris* in der Leber der Thiere. L. Vogel¹⁾ giebt zwar an, dass das Vorkommen auch grosser Mengen des *Cysticercus fasciolaris* den Thieren keinen Schaden bringt, und ich glaube dies an Handen meiner Versuche bestätigen zu können. Immerhin wurden die Thiere, bei welchen solche Parasiten vorgefunden wurden, bei den Versuchen nicht mitgerechnet. Nicht mitgerechnet wurden ferner die Mäuse, welche vor dem dritten Versuchstage starben, weil es undenkbar erscheint, dass die Thiere in so kurzer Zeit an künstlicher Nahrung sterben können. Man muss vielmehr annehmen, dass die Thiere aus Angst über die veränderte Lebenslage zu Grunde gingen.

¹⁾ L. Vogel: Rundschau aus d. Gebiet. der Thiermedizin, Bd. IV, 1888, S. 41, 49, 57.

Die Mäuse frassen bis zu ihrem Tode. Bei keiner einzigen ist der Magen oder gar der Darm leer gefunden worden, ein Beweis dafür, dass die Thiere, wenn sie sich erst einmal eingewöhnt hatten, mit Lust an die ihnen dargereichte künstliche Nahrung gingen, dass dieselbe also ihrem Geschmack zusagte.

Von den mit absolut eisenfreier Nahrung gefütterten Mäusen starben:

am	4. Versuchstage	. . . . .	1 Maus
»	5. »	. . . . .	1 »
»	6. »	. . . . .	3 Mäuse
»	9. »	. . . . .	2 »
»	10. »	. . . . .	1 Maus
»	12. »	. . . . .	1 »
»	13. »	. . . . .	1 »
»	16. »	. . . . .	2 Mäuse
»	17. »	. . . . .	2 »
»	18. »	. . . . .	1 Maus
»	19. »	. . . . .	1 »
»	20. »	. . . . .	1 »
»	21. »	. . . . .	2 Mäuse
»	24. »	. . . . .	4 »
»	25. »	. . . . .	1 Maus
»	29. »	. . . . .	1 »
»	32. »	. . . . .	1 »

Vor dem 3. Versuchstage starben 4 Mäuse. Am *Cysticercus fasciolaris* litten 4 Mäuse, sie starben am 8., 22., 23. und 31. Versuchstage; bei einer Maus, die am 31. Tage starb, wurden Exemplare von *Taenia pusilla*¹⁾ gefunden, ein, wie es scheint, ebenfalls ziemlich unschädlicher Parasit. Endlich wurden bei 2 der in den Versuchen eingerechneten Mäuse, sie starben am 18. und 19. Tage, in der Harnblase kleine Steine gefunden. Die Kleinheit der Concremente machte eine Analyse unmöglich.

Mit eisenfreier Nahrung können Mäuse also höchstens 32 Tage lebend erhalten werden.

¹⁾ Die Bestimmung der gefundenen Parasiten übernahm Herr Prof. Dr. Fritz Zschokke. Für diese Freundlichkeit sei ihm an dieser Stelle der beste Dank abgestattet.

Von den mit eisenfreier Nahrung unter Zusatz von Hämoglobin gefütterten Mäusen starben:

am	4.	Versuchstage	. . . . .	2	Mäuse
»	5.	»	. . . . .	3	»
»	6.	»	. . . . .	3	»
»	7.	»	. . . . .	1	Maus
»	8.	»	. . . . .	2	Mäuse
»	9.	»	. . . . .	2	»
»	11.	»	. . . . .	1	Maus
»	13.	»	. . . . .	1	»
»	14.	»	. . . . .	1	»
»	16.	»	. . . . .	1	»
»	18.	»	. . . . .	1	»
»	20.	»	. . . . .	1	»
»	23.	»	. . . . .	2	Mäuse
»	25.	»	. . . . .	1	Maus
»	27.	»	. . . . .	1	»

Vor dem 3. Versuchstage starben 7 Mäuse. An *Cysticercus* litten 5 Thiere, sie starben am 3., 4., 7., 9. und 17. Versuchstage. An *Filaria obtusa* litt eine Maus, sie starb am 2. Tage der Gefangenschaft, an *Taenia pusilla* eine Maus, welche am 8. Tage zu Grunde ging. Eine Maus, welche am 16. Tage durch Nichtfressen auffiel, starb am 17., die Section ergab Verschluss des Magens durch einen Wattepfropf.

Mit hämoglobinhaltiger künstlicher Nahrung können also Mäuse nur bis zum 27. Tage lebend erhalten werden.

Mit eisenfreier Nahrung unter Zusatz von Hämato-gen lebten Mäuse:

bis zum	5.	Versuchstage	,	1	Maus
»	»	9.	»	1	»
»	»	12.	»	1	»
»	»	13.	»	2	Mäuse
»	»	16.	»	1	Maus
»	»	21.	»	1	»
»	»	27.	»	1	»

An *Cysticercus fasciolaris* litten 2 Mäuse, sie starben am 4. und 14. Tage.

Zwei Mäuse hatten die ganze Leber mit einer grossen Anzahl kleiner gelblicher, stecknadelkopfgrosser Knötchen durchsetzt. *Cysticercen* waren es nicht. Die Knötchen be-

standen aus Rundzellen, am ähnlichsten waren sie Tuberkelknötchen, nur waren absolut keine Riesenzellen darin aufzufinden, was es war, konnte leider nicht eruirt werden. Die beiden Mäuse wurden selbstverständlich nicht mit in den Versuch eingerechnet.

Mit künstlicher Nahrung unter Hämatogenzusatz können Mäuse also nur 27 Tage leben.

Mit der künstlichen Nahrung und einem Zusatz von Eisenchlorid starben:

am	4. Versuchstage	. . . . .	5 Mäuse
»	5. »	. . . . .	2 »
»	6. »	. . . . .	1 Maus
»	8. »	. . . . .	1 »
»	9. »	. . . . .	2 Mäuse
»	11. »	. . . . .	1 Maus
»	12. »	. . . . .	1 »
»	16. »	. . . . .	1 »
»	20. »	. . . . .	1 »
»	23. »	. . . . .	1 »
»	25. »	. . . . .	1 »
»	27. »	. . . . .	1 »

Vor dem 3. Versuchstage starben 2 Mäuse. An *Cysticercus fasciolaris* litten 4 Mäuse, sie starben am 4., 9., 10., 11. Tage. Eine Maus, welche am 4. starb, litt an *Taenia diminuta*; eine andere, welche im Versuch mit eingerechnet wurde (sie starb am 4. Tage), hatte auf der rechten Seite keine Niere, der rechte Urether war ganz kurz, rudimentär entwickelt und wahrscheinlich obliterirt. An Stelle der Niere fand sich keine auffallende Bindegewebs- oder Fettansammlung.

Es können also Mäuse mit künstlicher Nahrung und anorganischen Eisenverbindungen nicht länger als 27 Tage am Leben erhalten werden.

Mit blossem hartgekochtem, mit etwas eisenfreier Stärke, Cellulose und Wasser vermischem Eidotter lebten die Mäuse viel länger. Es starben:

am	4. Tage	. . . . .	2 Mäuse
»	5. »	. . . . .	2 »
»	8. »	. . . . .	1 Maus
»	9. »	. . . . .	1 »

am 20. Tage	1 Maus
» 21. »	1 »
» 43. »	1 »
» 53. »	1 »
» 55. »	1 »
» 60. »	1 »
» 66. »	1 »
» 70. »	1 »
» 99. »	1 »

Die vier letzten Mäuse waren, da die Versuche abgeschlossen werden mussten, mit Chloroform getötet worden.

An *Cysticercus fasciolaris* litt nur eine Maus, sie starb am 5. Versuchstage. Eine Maus hatte Watte gefressen, sie starb am 4. Tage an Verschluss des Magens. Vor dem 3. Versuchstage gingen 4 Mäuse zu Grunde. Die längere Zeit lebenden Mäuse hatten alle, eine sogar 2 gr., an Gewicht zugenommen.

Am Anfang des Versuchs war den Mäusen einfach hartgekochter Eidotter gereicht worden. Sie frassen aber von der ihnen offenbar sehr zusagenden Nahrung so unmässig, dass eine ganze Anzahl daran zu Grunde ging, daher rühren die Todesfälle vom 4., 5., 8. und 9. Versuchstage. Es fand sich bei der Section der Magen bis zu Kirschgrösse aufgetrieben, gefüllt mit fein zerkautem hartgekochtem, fast trockenem Eidotter. In der Folgezeit wurde daher der Eidotter nur noch mit Wasser verdünnt und vermischt mit eisenfreier Stärke und Cellulose verfüttert.

Aus den angeführten Zahlen ist ersichtlich, dass Mäuse bei künstlicher Nahrung nach circa 30 Tagen zu Grunde gehen, während mit Eidotter, also mit natürlicher Nahrung, gefütterte Thiere beliebig lange leben können.

Es liegt nahe, die Schuld auf die ungenügende Nahrung zu werfen, und doch war in dem dargereichten Futter alles enthalten, was überhaupt als zum Leben nothwendig bekannt ist. Es muss unbedingt in der Nahrung etwas gefehlt haben, aber dieses Etwas ist uns zur Stunde noch vollständig unbekannt. Ist es eine Fettart? Ist es eine lecithinähnliche Verbindung, d. h. eine organische Phosphorverbindung? Sind

die anorganischen Salze vielleicht nur in Verbindung mit organischen Stoffen resorbirbar? oder endlich, was das Wahrscheinlichste ist, sind vielleicht nicht alle Eiweissarten gleichwerthig und sind einzelne dieser Verbindungen zum Leben absolut nothwendig und durch andere ihnen chemisch noch so nahe stehende nicht vertretbar?

Die Lösung dieser Frage musste als zu weitführend verschoben werden; aber diese in Milch und Eidotter sicherlich enthaltenen Stoffe in nicht allzu langer Zeit aufzufinden wird hoffentlich gelingen. Der sicherste Weg dazu dürfte wohl sein: Milch und Eidotter zu zerlegen und die aufgefundenen beiden gemeinsamen Bestandtheile einer künstlichen, allen bisherigen Anforderungen entsprechenden Nahrung zuzufügen und zu sehen, ob und wie lange Thiere damit zu leben im Stande sind. Versuche an jungen, noch wachsenden Thieren würden wohl am schnellsten und sichersten zum Ziele führen.

Es ist endlich noch versucht worden, durch Bestimmen des Eisens in den Leichen der bei verschiedener Nahrung gestorbenen Mäuse zu einem Resultate hinsichtlich der Resorbirbarkeit der Eisenverbindungen zu gelangen.

Hätte man nämlich in den Leichen der mit Hämatogen oder Eidotter gefütterten Mäuse mehr Eisen gefunden, als in den Leichen der mit eisenfreier Nahrung oder mit anorganischen Eisensalzen gefütterten Thiere, so wäre dies ein Wahrscheinlichkeitsgrund mehr für die Resorbirbarkeit des Hämatogens gewesen.

Die Untersuchungen gaben aber leider nicht das erhoffte Resultat. Es gelang nicht, den Eisengehalt der bei eisenfreier Kost längere Zeit gehaltenen Mäuse zu bestimmen, da die Analyse durch einen Unglücksfall unliebsam unterbrochen wurde, und die Zahlen, welche durch die Untersuchung der bei anderer Nahrung gehaltenen Mäuse gefunden wurden, differiren so wenig, dass nichts Bestimmtes aus ihnen herauszulesen ist.

Die bei Hämoglobinnahrung gehaltenen Mäuse ergaben:

auf 100 gr. Maus 0,0115 gr. Fe.

die bei Eidotternahrung gehaltenen dagegen:

auf 100 gr. Maus 0,0096 gr. Fe.

Es ist also aus der ganzen weitläufigen Untersuchung für die Lösung der Frage nach der Resorbirbarkeit des Hämatogens nur verwendbar die Erwägung: Es ist nicht wohl denkbar, dass Mäuse 60, 66, 70, 99 Tage mit Eidotter gelebt und ihr Körpergewicht vermehrt haben, ohne von den in der Kost enthaltenen organischen Eisenverbindungen etwas resorbirt zu haben.

Die Frage nach der Resorbirbarkeit des Hämatogens und überhaupt der Eisenverbindungen lässt sich aber nach meiner Ueberzeugung auf keinem andern Wege glatt und vollständig lösen, als auf dem eben beschriebenen der Fütterungsversuche. Nur müssen wir vor allem Anderen im Stande sein, eine Nahrung künstlich zusammenzustellen, die alle zum Leben nothwendigen Bestandtheile enthält.

Denkbar wäre es noch, die Resorptionswege der verschiedenen Eisenverbindungen unter dem Microscop zu verfolgen. Doch würde man hierbei auf die Schwierigkeit stossen, dass sich die microchemischen Untersuchungen nicht quantitativ durchführen lassen.

Genauere Beschreibung der Versuche über den Eisengehalt des Blutserums.

Vollkommen hämoglobinfreies Blutserum, das in oben beschriebener Weise erhalten worden war, wurde in Platinfässen in der früher beschriebenen Weise eingedampft und eingeäschert. Da es sich bei diesen Untersuchungen nur um den qualitativen Nachweis von Eisen handelte, so wurde von dem Natroncarbonatzusatz Umgang genommen.

Analyse I.

275 cm³. reines hellgelbes Blutserum, bei welchem mit keiner der 3 Reactionen (spectroskopische Untersuchung, Heller'sche Probe, Allmen'sche Reaction) Hämoglobin konnte entdeckt werden, wird eingeäschert. Im Wasserauszug lässt sich kein Eisen nachweisen. In der Aschelösung lässt sich weder durch Rhodankalium Röthung, noch durch Ueber-

sättigen mit Ammon und Versetzen mit Schwefelammon Grünfärbung erzielen.

Analyse II.

195 cm³. reinen hellgelben Blutserums, bei welchem sich ebenfalls kein Hämoglobin nachweisen lässt, ergeben beim Einäschern das gleiche Resultat; auch hier lässt sich weder im Wasserauszug der Kohle, noch in der gelösten Asche irgend welche Spur von Eisen nachweisen.

Analyse III.

500 cm³. Pferdeblutserum, die ebenfalls vollkommen hämoglobinfrei sind, liefern das gleiche Ergebniss; auch hier vollständige Abwesenheit jeder Spur von Eisen.

Es sind in der Folge noch viele Analysen grösserer und kleinerer Quantitäten von Pferdeblutserum gemacht worden; war das Serum hämoglobinfrei, was durch die 3 angeführten Prüfungen entschieden wurde, so war es auch stets eisenfrei.

Kuhblutserum, das nie ganz hämoglobinfrei zu bekommen war, wurde auch nie ganz eisenfrei gefunden. Die Asche von 830 cm³. und 500 cm³. dieses Serums zeigte deutliche, wenn auch nur ganz geringe Spuren von Eisen.

Auffallend reich an Eisen war dagegen der von allem Hämoglobin befreite Faserstoff. Es wird dadurch wahrscheinlich, dass das Eisen auch im Plasma nicht enthalten ist, sondern in den Leucocythen. Denn das von den weissen Blutkörperchen befreite Plasma liefert bekanntlich ein sehr spärliches Gerinnsel. Es wird dadurch ferner wahrscheinlich, dass bei der Ernährung der Gewebe die Leucocythen das Eisenmaterial liefern.

Genauere Beschreibung der Untersuchungen über den Eisen- gehalt der mit verschiedener Nahrung gefütterten Mäuse.

Bei der Section wurde der Darm von oberhalb des Magens bis dicht vor dem Anus unter Zurücklassung des Mesenteriums sorgfältig entfernt; an der Scheere und Pincette

haftendes Blut wurde mit destillirtem Wasser sorgfältig ab-
 gespült; die Maus wurde gewogen und kam in ein bedecktes
 Becherglas, das in der Kühle aufbewahrt wurde. War eine
 Anzahl Mäuse bei einander, so wurden sie aus dem Becher-
 glas in eine Platinschale gespült unter Vermeidung jeglichen
 Verlustes; in der Platinschale möglichst fein zerhackt und,
 mit Natroncarbonat im Ueberschuss versetzt, eingedampft,
 getrocknet und wie oben beschrieben eingeäschert.

Analyse I.

4 Mäuse, welche 21, 23, 23, 27 Tage mit hämoglobin-
 haltiger Nahrung gelebt hatten, im Gewicht von

47,17 gr.

werden eingeäschert. Wasserauszug und Filtrat nach Ab-
 filtriren des Niederschlages von phosphorsaurem Eisen absolut
 eisenfrei.

Es findet sich

0,0148 FePO_4 = **0,0054** gr. Fe.

Es sind enthalten

in 47,17 gr. Maus 0,0054 gr. Fe,
 also in 100 gr. Maus **0,0115** gr. Fe.

Analyse II.

7 Mäuse, welche 21, 52, 55, 60, 66, 72 und 99 Tage
 bei Eidotternahrung gelebt haben und wie oben angegeben
 behandelt worden sind, wiegen

73,24 gr.

Sie werden wie gewohnt eingeäschert. Auch diesmal
 ist Wasserauszug und letztes Filtrat eisenfrei.

Es findet sich

0,0192 gr. FePO_4 = **0,0071** gr. Fe.

In 73,24 gr. Maus 0,0071 gr. Fe,
 in 100 gr. Maus **0,0096** gr. Fe.

Bei allen diesen Analysen wurde selbstverständlich der
 Eisenfreiheit der Reagentien besondere Aufmerksamkeit zu-
 gewandt. Die Salzsäure ist es vor Allem, welche stets wieder
 genaue Untersuchung verlangt; durch längeres Stehen in den

Flaschen wird auch die reinste Säure wieder leicht eisenhaltig, darum muss stets von Zeit zu Zeit geprüft werden, um Schaden vorzubeugen. Es ist überhaupt, da das Eisen sozusagen überall ist, bei allen Manipulationen die grösste Reinlichkeit und Sorgfalt zu beobachten.

Resultate.

1. Die organischen Eisenverbindungen des Eidotters sind resorbierbar.
 2. Filtrirter Harn enthält bei gewöhnlicher Nahrung keine quantitativ bestimmbaren Eisenmengen.
 3. Serumeiweiss aus hämoglobinfreiem Serum dargestellt ist eisenfrei.
 4. Eine künstliche Nahrung zu bereiten, in welcher alle zum Leben nothwendigen Stoffe vertreten sind, ist zur Stunde noch nicht möglich.
 5. Durch einfaches Vergleichen der Eisenmengen in den Einnahmen und den Ausgaben lässt sich die Frage nach der Resorbirbarkeit der Eisenverbindungen nicht entscheiden.
-