

Die Verdauungsprocesse bei *Periplaneta orientalis*.

Vorgetragen in einer Sitzung der physiologischen Abteilung der Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaften, der Anthropologie und Ethnographie.

Von **Dimitri Neniukoff**,

aus dem physiologischen Institute der K. Universität Moskau.

Als Object meiner Untersuchungen wählte ich die Küchenschabe (*Periplaneta orientalis*), da dieses Insekt seiner Zugänglichkeit halber ein sehr bequemes Material bietet. Dabei finde ich es angemessen, sogleich zu erklären, dass meine Untersuchungen sich vorläufig auf die Speicheldrüsen, den Kropf, den Mitteldarm beschränkt haben, da, wie Metalnikoff¹⁾ dargethan hat, der Hinterdarm zur Absorbition dient. Ausserdem münden an der Grenze des Mitteldarms und Hinterdarms die Malpighi'schen Gefässe aus, und muss der Inhalt dieser in Verbindung mit der Function der Harnabsonderung betrachtet werden, welche letztere das Thema meiner nächsten Untersuchungen bilden wird.

Die erste Arbeit über die Verdauung bei *Periplaneta orientalis* gehört S. Basch²⁾. Den Untersuchungen dieses Autors nach, scheiden die Speicheldrüsen der Küchenschabe ein saures Secret aus, welches die Eiweisskörper in Peptone und die Stärke in Glycose verwandelt. Die Sekrete der Speiseröhre und des Kropfes reagiren ebenfalls sauer; was den Mitteldarm anbetrifft, so reagirt der vordere Teil sauer, der hintere alkalisch. Plateaux's³⁾ Worten nach, kann bei der Ernährung der Schabe mit neutral reagirender Nahrung Alkalinität des Speichels und des Kropfes constatirt werden. Griffiths⁴⁾ leugnet das Peptonisationsvermögen des Speichels der Küchenschabe ab und behauptet, in demselben Rhodankalium (KCNS) gefunden zu haben. Miall a. Deny⁵⁾ und auch Krukenberg⁶⁾ fanden, dass das Secret des Mitteldarms schwachsauer reagirt. Jousset de Bellesme's⁷⁾ Untersuchungen nach, scheiden

¹⁾ Metalnikoff. Ueber die Absorbition des Eisens im Verdauungskanal von *Blatta orientalis*. Maly's Jahresbericht. 1896.

²⁾ S. Basch. Untersuchungen über das chylo- und uropoietische System von *Blatta orientalis*. Sitz-Ber. d. Wien. Akad. T. 33. 1858.

³⁾ Plateaux. Recherches sur les phénomènes de la digestion chez les insectes. Bruxelles. 1874.

⁴⁾ Griffiths. On some points in the phys. of ceratin organs of the alimentary canal of *Blatta orientalis*. Chemical News. T. LII. p. 195. 1885.

⁵⁾ Miall a. Deny. Studies in Comparative Anatomy. 3. The structure and life history of the Cockroach (*Periplaneta orientalis*). London and Leeds. 1886 (citirt nach Zool. Jahresber. 1887).

⁶⁾ Krukenberg. Vergleichend-physiologische Beiträge zur Kenntniss der Verdauungsprocesse. Untersuchung. d. physiolog. Instit. Heidelberg. II, 1878. p. 1—45.

⁷⁾ Jousset de Bellesme. Physiologie comparée. Recherches expérimentales sur la digestion des insectes et en particulier de la blatte. Paris, 1876. VII u. 96 S. mit 3 Taf.

die Speicheldrüsen von *Periplaneta orientalis* ein Secret aus, welches Stärke in Glycose verwandelt, während das sauer reagirende Secret des Mitteldarms sehr energisch die Eiweisskörper in Peptone überführt und die Fette emulgirt. Lebedeff's ¹⁾ Untersuchungen nach, hat das Secret der Speicheldrüsen eine schwachalkalische Reaction und verwandelt Stärke in Glycose; dem Autor kommt auch noch das Verdienst zu, die erste mikro-physiologische Untersuchung der Speicheldrüsen gemacht zu haben. Er studirte sowohl das histologische Bild dieser Drüsen im Ruhezustande als auch das der durch Injiciren einer Pilocarpinlösung hervorgerufenen Secretion.

Bei meinen Prüfungen der Reaction der Secrete in den verschiedenen Abtheilungen des Darms wandte ich zwei Methoden an: 1) Prof. Morochowetz's ²⁾ Lakmuspurpur und die alkoholischen Phenol-Phtalein-Lösungen—a) die rote und b) die farblose. Ausser den Lösungen wurden auch die entsprechenden Reagenspapiere angewandt. Um die Verdauungskraft der Secrete der verschiedenen Abtheilungen des Darms zu untersuchen, wandte ich die Methode der wässerigen Extracte an, und zwar folgendermaassen. Ein gewisser Teil des Darms wurde an einigen Küchenschaben abpräparirt, sorgfältig gewaschen und in destillirtes Wasser gelegt, welchem zur Vernichtung der niederen Organismen etwas Chloroform zugegeben war. Darauf wurde die ganze Masse fein zerschnitten, im Porcellanmörser verrieben und in die Kälte gestellt. Nach 12-stündigem Stehen filtrirte ich die Lösung durch Watte und stellte folgende Versuche an. 1) Um das amylytische Ferment nachzuweisen, wurde zu dem wässerigen Extract eine schwache Stärkekleisterlösung zugegeben und nach einiger Zeit mittels der Fehling'schen Lösung eine Probe auf die Gegenwart von Glycose angestellt. Vor Beginn des Versuchs wurde die Reinheit sowohl der Fehling'schen Lösung als auch des wässerigen Extracts und des Stärkekleisters geprüft. 2) Zum Nachweis des proteolytischen Ferments wurde zu der Versuchsflüssigkeit Fibrin zugesetzt und nach einiger Zeit folgende Manipulationen vorgenommen: a) Erwärmen + eine geringe Quantität HNO_3 ; b) Filtriren und Abkühlen des Filtrats bis 0° ; c) abermaliges Filtriren; d) Prüfung auf Pepton mittels $\text{CuSO}_4 + \text{NaOH}$ (rosenrote Färbung). 3) Zum Nachweis des fettspaltenden Ferments wurde dem wässerigen Extract irgend ein neutral reagirendes Oel zugegeben und dann auf die Gegenwart einer Fettsäure geprüft.

Alle Versuche wurden im Thermostat bei $38^\circ - 40^\circ \text{C}$. vorgenommen, wobei anfänglich in das Probirgläschen, in welchem der Verdauungsprocess statthatte, Thymol eingetragen wurde. Die Wirkung der Fermente wurde auf 3 Reactionen geprüft: a) auf die neutrale, b) die alkalische, durch $0,5\%$ Na_2CO_3 und c) auf die saure durch HCl 2 pro mille.

Bei der geringen Quantität des zum Versuch dienenden wässerigen Extracts wurde zur genauen Bestimmung des Procentgehalts an Alkali oder Säure folgende Methode angewandt. Eine Alkali- oder Säurelösung wurde

¹⁾ Lebedeff. Ueber die Speicheldrüsen der Küchenschabe (*Periplaneta orientalis*). Berichte der Ges. von Naturforschern an der Universität Kasan. B. XXXIII. H. 1. Kasan. 1899.

²⁾ Morochowetz. Phenol-Phtalein und Lakmuspurpur zur Bestimmung der Reaction tierischer Gewebe und Flüssigkeiten. Berichte des Phys. Labor. der Univers. Moskau. Band I. 1887.

W. Popoff. Ueber die Reactionen von Farbstoffen auf die freien Säuren des Magens, ebendasselbst.

derartig bereitet, dass beim Zusatz einer gewissen Menge derselben zu der Versuchsflüssigkeit, der gewünschte Procentgehalt erhalten wurde.

Die Speicheldrüsen.

Meine Untersuchungen haben mir gezeigt, dass sowohl das Gewebe als auch das Secret dieser Drüsen immer neutral reagiren. Die verdauende Wirkung des Secrets der Speicheldrüsen besteht darin, dass ein wässriges Extract derselben, Stärke in Glycose verwandelt, wobei der Process bei neutraler Reaction sehr energisch, bei alkalischer (0,5% Na_2CO_3) weit schwächer von statten geht, bei saurer (0,2% HCl) ganz ausbleibt. Die peptonisirende Wirkung des Secrets der Speicheldrüsen wird bei saurer Reaction (0,2% HCl) unzweifelhaft beobachtet, obgleich die Peptonisation überhaupt eine schwache ist. Der Speichel der Küchenschabe enthält Rhodankalium (KCNS), da die Reaction auf FeCl_3 und nachfolgende Probe mit Sublimat (HgCl_2) und Salzsäure (HCl) positive Resultate ergibt.

Der Kropf.

Die innere Chitinauskleidung des Kropfes verhindert die Secretion nicht, was durch Plateaux's (siehe oben) und Petrunkiewitsch's¹⁾ Arbeiten dargethan wird. Ausserdem hat Metalnikoff, auf dessen Arbeit ich weiter oben hinwies, die Porosität des Chitins experimentell bewiesen.

Der Kropfinhalt der Küchenschabe reagirt in den allermeisten Fällen sauer, obgleich in einigen Fällen neutrale Reaction beobachtet wird.

Bei der Untersuchung des Kropfinhalts ergab Ufelmann's Reaction (mit Carbonsäure) negative Resultate, Günzburg's (Floroglucin + Vanilin) dagegen, positive. In Anbetracht dessen, dass diese Reagentien ungenau sind, kann ich keine bestimmte Meinung darüber aussprechen, glaube aber, dass die saure Reaction des Kropfinhalts das Resultat der Gährung der angehäuften Speisemassen ist.

Die Versuche mit einem wässrigen Extract des Kropfes ergaben folgende Resultate: die Stärke verwandelt sich in Glycose, wobei der Process nur bei neutraler Reaction beobachtet wird; bei alkalischer (0,5% Na_2CO_3) und saurer (0,2% HCl) aber ein negatives Resultat erhalten wird. Der Process geht im ganzen langsam vor sich. Eine wässrige Lösung peptonisirt die Eiweisskörper, wobei der Process bei alkalischer (0,5% Na_2CO_3) und saurer (0,2% HCl) stattfindet, bei neutraler Reaction aber nicht. Der Peptonisationsvorgang ist ein so schwacher, dass er kaum constatirt werden kann.

Auf den Kropf folgt der sog. Vormagen, dessen Thätigkeit auf Grund eigener Beobachtungen, die im Einklang mit Petrunkiewitsch's (s. oben) sind, darin besteht, dass er die Rückwärtsbewegung der Speisemassen verhindert.

Der Mitteldarm.

Auf den Vormagen folgt der Mitteldarm, welcher innen mit einer Cuticula nichtchitinigen Ursprungs ausgekleidet ist. Bei der Prüfung der Reaction

¹⁾ Petrunkiewitsch. Die Verdauungsorgane von *Periplaneta orientalis* und *Blatta germanica*. Zool. Jahrbuch. Dreizehnter Band. 1 Heft. 1899.

des Inhalts des Mitteldarms fand ich gewöhnlich, dass derselbe alkalisch oder sauer reagirt. Im allgemeinen ist die normale Reaction des Mitteldarms eine alkalische, und wird erst unter dem Einflusse des sauren Kropfinhalts bei dem Uebergang der Speisemasse aus diesem in den Mitteldarm eine saure Reaction beobachtet. Die Untersuchung eines wässerigen Extracts des Mitteldarms zeigte mir, dass es die Eiweisskörper peptonisirt, wobei folgende Erscheinung beobachtet wird: die Peptonisation geht bei alkalischer Reaction (0,5% Na_2CO_3) sehr energisch, bei neutraler sehr schwach, bei saurer (0,2% HCl) garnicht vor sich.

In Anbetracht dessen, dass das proteolytische Ferment des Mitteldarms bei neutraler Reaction sehr energisch wirkt, verfiel ich auf den Gedanken, dass dasselbe vielleicht, gleich dem Trypsin, das Pepton in Amidosäuren und sog. Extractivstoffe zerspaltet. Die in dieser Richtung von mir angestellten Versuche ergaben negative Resultate, obgleich ich mich darüber noch nicht ganz bestimmt aussprechen möchte.

Der vordere Teil des Mitteldarms ist mit zahlreichen blinddarmähnlichen Anhängen ausgestattet, in Betreff derer einige Autoren die Vermutung aussprechen, dass sie ein gallenartiges Secret ausscheiden. Ich stellte diesbezügliche Versuche an, indem ich die Pettenkofer'sche Reaction ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Rohrzucker}$) einleitete, erhielt aber absolut negative Resultate; was die Gallenpigmente anbetrifft, so kann das Nichtvorhandensein derselben auch ohne die bekannte Gmelin'sche Reaction constatirt werden, da der Inhalt der blinddarmähnlichen Anhänge farblos ist. Wie mir Versuche gezeigt, haben diese Anhänge eine Bedeutung in dem Sinne, dass sie die Darmoberfläche vergrössern; jedenfalls aber scheiden sie keine Galle aus. Interessant ist die Thatsache, dass ich in keiner Abteilung des Darmkanals ein fettsplattendes Ferment gefunden habe. Was die Emulgirung des Fettes in dem Mitteldarm anbetrifft, so ist dies eine unzweifelhafte Thatsache, welche durch die gegenseitige Wirkung des Alkali und des Fettes auf einander stattfindet, wie dies ganz richtig aus Gad's Versuchen bekannt ist (L. Frederiq et I. P. Nuel. Grundzüge der Physiologie des Menschen. Russische Uebersetzung der III Auflage redigirt von Prof. N. Wwedenski. Petersburg. 1897. S. 298).

Ausserdem darf man aus der Arbeit Petrunikewitsch's (siehe oben), welcher Fett in Substantia sogar in den Tracheen beobachtet hatte, folgern, dass das Fett unmittelbar von dem Gewebe des Darms assimilirt wird, wovon wir Beispiele auch bei höheren Tieren finden.

Eine strenge Kritik meiner Arbeit dürfte einwenden, dass die Methode wässeriger Extracte eine wenig genaue ist; zieht man aber den geringen Umfang des Objects in Betracht, so muss man zugeben, dass dies die einzige Methode ist, da es unmöglich wäre, sich das natürliche Secret zu verschaffen.

Zum Schlusse halte ich es für meine angenehme Pflicht meinem theuren Lehrer Herrn Professor L. Morochowetz für seine Ratschläge und seinen Beistand bei der Ausführung gegenwärtiger Arbeit hierselbst meinen tiefsten Dank auszusprechen.