kannt, und in der Biedermann'schen Besprechung es übersehen, dass hier einige den meinen ähnliche Anschauungen entwickelt sind, da diese in derselben nur kurz angedeutet werden. Aber gerade in dem Kardinalpunkt, auf den es mir in meiner Schrift („Kontinuität etc.“) vor allem ankam, darf ich auch hier wieder Bernstein nicht zu meinen unbedingten Parteigängern zählen; denn S. 103 der „Untersuchungen etc.“ heißt es: „Welcher Art diese Bindung ist, ob eine Atomverkettung oder eine sogenannte molekulare chemische Bindung oder eine Bindung anderer Natur, kann die physiologische Chemie nicht entscheiden. Es sprechen aber einige allgemeine Ueberlegungen dafür, dass es sich hier nicht um die gewöhnliche Atomverbindung handelt, wie in chemischen Verbindungen, sondern um eine Bindung eigentümlicher Art“.

Die Affinität ist, wenn wir auch noch nicht sicher wissen, ob sie statischer oder kinetischer Natur ist, ob hiebei Anziehungen von Elektrizitäten im Spiele sind etc. doch insofern ein fester Begriff, als wir damit eine Anziehung zwischen zwei Atomen nach bestimmten Mengenverhältnissen, welche mit einer typischen Aenderung des chemischen und physikalischen Verhaltens verknüpft ist, verstehen; und warum Bernstein an Stelle dessen ein Etwas, das wir nicht kennen, „eine Verbindung eigentümlicher Art“ setzen zu müssen glaubte, ist mir auch aus den nachfolgenden Ausführungen dieses Autors nicht klar geworden. [80]

Karl Knauth's Arbeiten über die Verdauung und den Stoffwechsel der Fische.

Zusammenfassendes Referat von Prof. Dr. F. Tangl in Budapest.

Ueber die Resultate der schönen und interessanten Untersuchungen über die Verdauungs- und Stoffwechselfvorgänge der Fische — speziell der Karpfen — welche K. Knauth seit einigen Jahren im tierphysiologischen Laboratorium der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin, unter der Leitung von Prof. N. Zuntz ausführt, liegen bereits einige Publikationen vor, welche im Folgenden zusammenfassend besprochen werden sollen. Diese Publikationen sind die folgenden:

- [1] N. Zuntz, Die Verdauung und der Stoffwechsel der Fische nach Versuchen von Herrn Karl Knauth. Vortrag, gehalten in der phys. Gesellschaft in Berlin am 10. Dez. 1897. — Der Vortrag erschien auch in: Fischerei-Zeitung, Bd. I, Nr. 4.
- [2] K. Knauth, Ueber die Verdauung beim Karpfen. Fischerei-Zeitung, Bd. I, Nr. 17 u. 18.
- [3] Derselbe, Zur Untersuchung der Fischfuttermittel. Ibidem Nr. 25.
- [4] Derselbe, Untersuchungen über Verdauung und Stoffwechsel der Fische. I—III. Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften, 1897: Heft 5 u. 6 und 1898: Heft 4.
- [5] Derselbe, Zur Kenntnis des Stoffwechsels der Fische. Pflüger's Archiv, Bd. 73, S. 490.

Während die rationelle Ernährung des Menschen und der Haussäugetiere seit den grundlegenden Versuchen von Voit und Pettenkofer,

Hennberg und Stohmann, auf der festen Basis exakter wissenschaftlicher Untersuchungen ruht, sind unsere Kenntnisse über die Ernährungs- und Stoffwechselfvorgänge der Fische außerordentlich mangelhaft. So ist es ganz selbstverständlich, dass es bisher auch keine Fütterungslehre für Fische giebt. Jetzt, wo die Fischzucht, speziell die Teichwirtschaft, als Nebengewerbe der Landwirtschaft an Bedeutung immer mehr gewinnt und dem entsprechend auch das Bestreben die Ergiebigkeit der Fischproduktion so weit als möglich zu steigern besteht, wird diese Lücke immer empfindlicher. Wohl haben schon seit längerer Zeit Praktiker sich mit der Frage der künstlichen Fütterung verschiedener Teichfische befasst — die Resultate waren aber nichts weniger als eindeutig, was übrigens auch begreiflich ist, da systematische exakte Untersuchungen über die Ernährung, Nahrungsbedarf, Ansützung der Nahrungsmittel, Verwertung der Nahrungsstoffe im Stoffwechsel bei Fischen überhaupt noch nicht angestellt wurden. Solche Untersuchungen waren also nicht nur vom rein wissenschaftlichen Standpunkte aus erwünscht, sondern sie versprachen auch für die praktische Fischzucht Resultate von der größten Wichtigkeit.

Karl Knauth, der im Laufe seiner langjährigen und erfolgreichen Thätigkeit als Fischzüchter sich vielfach auch mit der Fütterungsfrage praktisch beschäftigte und daher die Nachteile des Mangels an einer wohl begründeten Fütterungslehre aus eigener Erfahrung kannte — hat sich zu der dankenswerten aber auch die größte Ausdauer, Umsicht und Fleiß erfordern Arbeit entschlossen, mit exakten wissenschaftlichen Versuchen diese Fütterungslehre zu schaffen. Es ist nur mit der größten Freude zu begrüßen, dass er sich da an den berufensten Lehrer, den Meister auf dem Gebiete der Stoffwechselphysiologie, an Prof. Zuntz wandte, unter dessen umsichtiger und weitblickender Leitung, die Versuche vor einigen Jahren begonnen wurden und wie es zu erwarten war, bereits sehr interessante und wichtige Resultate ergeben haben. Knauth's Untersuchungen, die auf breiter, alle für die Physiologie der Ernährung und Stoffwechsel der Fische in Betracht kommende Fragen umfassender Basis angelegt sind, sind sicherlich dazu berufen in praktischer Beziehung für die Fischzucht und in wissenschaftlicher Beziehung für die Stoffwechselphysiologie der Fische das zu werden, was die klassischen Versuche von Voit und Pettenkofer für die rationelle Ernährung und die Stoffwechselphysiologie des Menschen und der Säugetiere sind. Dass diese Versuche unter der Leitung von N. Zuntz ausgeführt werden, bietet die größtmögliche Garantie dafür, dass die exaktesten Methoden mit strengster Eigenkritik angewendet und die Untersuchungen in der erfolgreichsten Richtung weiter geführt werden.

Bei den Untersuchungen über die Ernährungs- und Stoffwechselfvorgänge bei Fischen galt es vor Allem Methoden zu finden, mit welchen man zuverlässige Daten über die Ausnützung der Nahrung, Menge der Zerfallsprodukte des Stoffwechsels, den respiratorischen Gaswechsel erhalten kann. Da musste eigentlich Alles erst geschaffen werden: Ausnützungsversuche, Untersuchungen über N-Ausscheidung der Fische waren überhaupt noch nicht gemacht und die älteren Respirationsversuche die von Jolyet und Regnard angestellt wurden, sind, wie die Untersuchungen Knauth's ergeben, mit einem bedeutenden Fehler von wechselnder Größe behaftet, der teilweise in der Methodik lag. Die Ausarbeitung der

Methoden (wie überhaupt die Ausnützungs- und Stoffwechselversuche an Fischen), erforderten uermüthlichen Fleiss und die größte Ausdauer, von welchen K.'s Arbeiten ein beredtes Zeugnis ablegen. — Es würde den Rahmen dieses Referates überschreiten, wollte ich auf die Details der von Zuntz und Knauth erdachten und angewandten Methoden eingehen; diesbezüglich müssen wir auf das Original verweisen. (Die Methoden sind ausführlich in der unter [4] angeführten Arbeit beschrieben). Wir müssen uns mit folgenden kurzen Angaben begnügen:

Da unsere Kenntnisse über die Wirkungsweise der Verdauungssekrete der Fische ziemlich mangelhaft sind, prüfte K. zunächst die Wirkung der Extrakte des Darmes und des Hepatopankreas des Karpfen außerhalb des Körpers (meist nach der Stutzer'schen Methode), auf alle bei den Fütterungsversuchen in Betracht kommende Substanzen. — Die Ausnützungs- und Stoffwechselversuche wurden in folgender Weise an gefütterten Karpfen ausgeführt: der Gehalt des Futters an N, Fett und Kohlenhydraten wurde ermittelt, dasselbe geschah mit den gesammelten Futterresten und dem Kot der Tiere; ferner wurde die im Laufe des Versuches im Wasser sich ansammelnde Menge N, Fett, Kohlenhydrate analytisch bestimmt. Um einigermaßen ermitteln zu können, wie viel von den gefundenen Stoffen den Futterresten, wie viel den Ausscheidungen der Tiere zugehört, wurden letztere in einem Teile der Versuche in einem besonderen Aquarium gefüttert und dann in anderes Wasser versetzt; die Karpfen brachten bei diesen Versuchen meist 10 Stunden im „Futteraquarium“, 14 Stunden im „Harnaquarium“ zu. Doch irritierte das Umsetzen die Tiere, so dass K. diese Versuchsanordnung später fallen ließ und sich damit begnügte, „die Verhältnisse, wie sie sich in natura, im Teiche gestalten dürften, im Aquarium chemisch zu zergliedern“. In einigen Versuchen hat K. auch Kotbeutel angewendet, doch vertrugen diese die Tiere sehr schlecht. — Die Respirationsversuche wurden mit einem von Prof. Zuntz konstruierten Apparate ausgeführt, der im Prinzip dem von Jolyet und Regnard ähnelt. (Der Apparat soll später beschrieben werden).

Im Folgenden sollen nun kurz die bisher erlangten Hauptergebnisse von K.'s Untersuchungen angeführt werden:

Im Verdauungskanal des Karpfen findet sich nirgends saure Reaktion, ebensowenig Pepsin. Der Extrakt der Darmschleimhaut — eigentlicher Magen existiert nicht — wirkt in alkalischer Lösung stark tryptisch; noch wirksamer ist das Hepatopankreas. Die Galle besitzt keine tryptische Wirkung, doch verstärkt sie in hohem Maße die tryptische Wirkung des Extraktes von Darm und Hepatopankreas. Sowohl aus der Darmschleimhaut als auch aus dem Hepatopankreas lässt sich ein fettspaltendes Enzym extrahieren, dessen Wirkung durch die Galle bedeutend gesteigert wird. — Diastatische Wirkung zeigten mit Ausnahme der Mundschleimhaut alle Abschnitte des Verdauungsapparates die intensivste des Hepatopankreas. Auch die Galle zeigt eine diastatische Wirkung. Die diastatische Wirkung wächst mit steigender Temperatur; Optimum bei etwa $+ 23^{\circ}$ C. — Als außerordentlich interessante Thatsache stellt sich weiter heraus, dass das Hepatopankreasextrakt auf Cellulose stark lösend wirkt; die dabei entstehenden löslichen Produkte wurden noch nicht weiter untersucht. —

Weiterhin wurden mit jenen Substanzen, welche als Futtermittel bei den Fütterungsversuchen zur Anwendung kamen, Verdauungsversuche nach Stutzer'schem Prinzipie angestellt. Die Verdauung der N-reichen Nährstoffe war in diesen Versuchen eine ebenso vollkommene, wie mit Verdauungsekreten von Warmblütern bei Körpertemperatur. Von Fleischmehl wurden 86—92 % des N verdaut, von Blutmehl 94—96 %, von Lupinen 82—89 %, Sonnenblumenmehl 92—94 %, Wicken 91 %, Weizenkleie 71 %, Mais 20—33 %. Auch diese Versuche ergaben nun ausgesprochene Abhängigkeit der Wirkungen der Verdauungsorgane des Karpfens von der Temperatur. (Die Leistungen der Verdauungsorgane von Karpfen, welche längere Zeit in Wasser von + 2—3 ° C gelebt hatten, waren sehr gering).

Mit diesen Resultaten stehen die Ergebnisse der Ausnützungsversuche in guter Uebereinstimmung. Es stellte sich nämlich heraus, dass die verschiedenen tierischen und pflanzlichen Futterstoffe vom Karpfen kaum weniger gut ausgenützt werden als vom Warmblüter. Das Eiweiß des Blutmeihls zu mehr als 90 %, das des Fleischmeihls in mehr als 80—90 %, das der N-reichen pflanzlichen Futterstoffe zu 70—92 %. Es ist also zweifellos die direkte Aufnahme der Futterstoffe durch den Karpfen ökonomischer, als die Zwischenschiebung des sogenannten natürlichen Futters, der niederen Organismen des Planktons der Teiche. (Sicher wird durch die Lebensprozesse dieser niederen Organismen ein hoher Prozentsatz des von ihnen aufgenommenen N sowohl, wie von den N-freien Stoffen in die Endprodukte des Stoffwechsels umgewandelt und dadurch der Ernährung des Karpfens entzogen). Bezüglich der Ausnützung der verschiedenen Futtermittel ergaben sich noch einige sehr interessante Eigentümlichkeiten der Verdauung beim Karpfen. Wird mit der Nahrung kein Eiweiß verabreicht, so wird die Verdauung gekochter Stärke bei jüngeren Karpfen von Tag zu Tag schlechter, so dass sich schließlich im Kot die ganze Menge der verfütterten Kohlenhydrate wiederfindet. Dabei schwindet aber keineswegs das diastatische Ferment in den Verdauungsdrüsen. Nur bei älteren, geschlechtsreifen Tieren zeigte sich die Verdauung unabhängig von der gleichzeitigen Eiweißzufuhr. Ebenso wenig wie allzu einseitige Kohlenhydratfütterung, verträgt der Karpfen reine Eiweißzufuhr in der Nahrung. Bei ausschließlicher Fleischmehlkost trat stets sehr bald Durchfall ein; versuchte man diese Ernährung zu forcieren, so gingen die Tiere zu Grunde. — Von größter Wichtigkeit erwies sich ferner die genügende Zufuhr von Mineralstoffen. Sobald diese fehlt, machten sich Verdauungsstörungen — und vermehrter Eiweißzerfall — geltend. Zugabe von Fleischasche verbesserte auffallend die Verdauung der Kohlenhydrate.

Was die Stoffwechselvorgänge betrifft, so haben die Versuche an hungrigen Karpfen zunächst eine weitgehende Abhängigkeit des Stoffbedarfes von der äußeren Temperatur ergeben. So brauchte z. B. ein Karpfen von ca. 90 g Gewicht pro kg und Stunde bei + 2 ° C 14,8 cm³ O₂, bei + 10 ° C 37,8 cm³ O₂, bei 30 ° C 147,8 cm³ O₂. Mit der Temperatur steigt auch die N-Ausscheidung. Weiterhin wurde festgestellt: Der Sauerstoffverbrauch der größeren Tiere ist zwar absolut ein großer, auf die Einheit des Gewichts bezogen aber kleiner als derjenige kleinerer Tiere. Die Kotbildung wie der gesamte N-Umsatz sind größer bei Tieren, die bis kurz vor dem Versuche reichlich gefüttert waren und scheinen im Laufe einer längeren Hungerperiode abzunehmen. Die klei-

neren Tiere haben per Kilogramm einen größeren N-Umsatz als größere. Bei laichreifen Tieren ist der N-Umsatz ein höherer. Den geringsten N-Umsatz zeigten nicht die größten sondern mittelgroße Tiere. Aus 16 Versuchsreihen ergibt sich für den hungernden Karpfen bei einer Temperatur zwischen $+ 16^{\circ}$ und 20° C pro 1 kg Körpergewicht und 24 Stunden eine N-Ausscheidung im Kote von 1.7—14.6 mg N, durch sämtliche Ausscheidungen zusammen von 23.0—473.7 mg N. Der kaltblütige Karpfen braucht also unter Umständen im Hunger mehr Eiweiß als große Säugetiere; jedoch erheblich weniger als solche von seinen Körperdimensionen gebrauchen würden.

Aus den direkt gewonnenen Daten über den Stoffwechsel wurde dann in der für den Menschen und die Säugetiere üblichen Weise der Energieumsatz berechnet. (Die exakte Grundlage für diese Rechnung beabsichtigt K. durch chemische und kalorimetrische Analysen des Körperfleisches, des Harnes und Kotes der Fische zu gewinnen). Während die Versuche an Säugetieren — Mensch, Hund, Kaninchen — für die Energieentwicklung aus Eiweiß und Fett das Verhältnis von 1:2,34—1,46 ergaben, erhielt K. in zwei Versuchen die Verhältniszahlen 1:1,38 und 1:0,80. Die N-haltigen Gewebe haben also am Stoffwechsel des Hungertieres einen sehr hohen Anteil, dem entsprechend ist auch die Gewichtsabnahme der Tiere bei hoher Außentemperatur sehr bedeutend. „Der Gesamtenergiewert der in 24 Stunden umgesetzten Körpersubstanz pro Kilogramm beträgt 17—18 Cal, während er beim hungernden Menschen etwa 26, beim hungernden Kaninchen 52 Cal beträgt“. —

Was den Stoffwechsel gefütterter Karpfen betrifft, so ergaben die Respirationsversuche eine erhebliche Steigerung des O_2 -Verbrauches und der CO_2 -Ausscheidung gegenüber dem Stoffumsatz der Hungertiere. In Bezug auf die Abhängigkeit des N-Umsatzes von der Ernährung fanden sich die für den Warmblüter festgestellten Gesetze wieder. In Summa von 23 Versuchen wurden 10.26 mg N nicht wiedergefunden. Da Karpfenfleisch einen N-Gehalt von 3.5% hat, so müssten aus diesem N 293 g Karpfenfleisch gebildet sein. Die Wägungen ergaben nur eine Zunahme von 138.5 g. Da jedenfalls neben Fleisch auch noch etwas Fett angesetzt sein dürfte, so ist es wahrscheinlich, dass sich eine geringe Menge N der Bestimmung entzogen hat. (Die Ursache dieser N-Verluste soll näher untersucht werden). Bei Zufuhr von Kohlenhydraten sinkt der N-Umsatz, ja bei kohlenhydratreicher Kost ist der Eiweißumsatz des Tieres niedriger, als er in manchen Fällen beim Hunger gefunden wurde. Das Verhältnis der N-haltigen Nährstoffe zu dem N-freien (Nh:Nfr) kam bei normalem Wachstum in weitem Maße schwanken. Das engste Nährstoffverhältnis war 1:0,25, das weiteste 1:15. — Bei zweisömrrigen, nicht geschlechtsreifen Karpfen genügt das Verhältnis Nh:Nfr = 1:7 um eine richtige Aufnahme von Kohlenhydraten zu ermöglichen, die Verdauung normal zu gestalten und den N-Umsatz trotz des N-Gehaltes der Nahrung unter den Hungerwert herabzudrücken. Bei einsömrrigen muss das Verhältnis 1:3 sein, um eine ordentliche Verwertung der Kohlenhydrate zu erzielen, wobei der N-Umsatz die Hungerwerte übersteigt. — Durch den bereits oben erwähnten Einfluss der Mineralstoffe auf die Verdauung wird natürlich auch der Stoffwechsel verändert. Fehlt die genügende Zufuhr von Mineralstoffen, so tritt vermehrter Eiweißzerfall auf.

Knauthe gedenkt für die von ihm aufgedeckten Eigentümlichkeiten des Stoffwechsels der Fische, den hohen Anteil der Eiweißkörper am Gesamtumsatz, den mächtigen Einfluss der Temperatur auf den Eiweißumsatz, die Bedeutung der Mineralstoffe der Nahrung für Assimilation und Verdauung demnächst noch umfanglichere Belege zu erbringen.

Man kann den weiteren Mitteilungen über Knauthe schöne und bedensame Untersuchungen nur mit größter Spannung entgegensehen. [72]

Zur Kritik der Planktontechnik.

Von Dr. Otto Fuhrmann, Privatdozent.

(Zoologisches Institut der Universität in Genf.)

In seinem Aufsatz „On some important sources of error in the plankton method“ weist Kofoid¹⁾ experimentell nach, dass zwei große Fehlerquellen der Planktonmethode Hensen's anhaften. Er zeigt, dass der Filtrationskoeffizient (bei gleicher Geschwindigkeit) ein veränderlicher ist, je nach der Zusammensetzung des Planktons und der Größe der Wassersäule, die filtriert wird. Und zwar variiert der Filtrationskoeffizient in den Experimenten Kofoid's, ausgeführt mit dem Hensen'schen Plankton-Netz, zwischen 1,5 und 4,8. Es zeigte zum Beispiel die Vergleichung eines Horizontalfanges von 15 m mit einem solchen von 30 m, dass 84⁰/₁₀₀ bis 96⁰/₁₀₀ des 30 m Horizontalfanges in den ersten 15 m gefischt wurden. Es wächst also der Filtrationskoeffizient mit der Größenzunahme der Wassersäule d. h. es wird ein großer Teil des Wassers gar nicht filtriert, sondern einfach zur Seite gestoßen. Diese wichtige Fehlerquelle kann vermieden werden durch Anwendung der Pumpmethode.

Der zweite große Fehler der Hensen'schen Planktontechnik ist der, dass das Netz nicht alles Plankton zurückhält. Die genauen Versuche Kofoid's haben gezeigt, dass die kleinen Organismen wie: *Melosira*, *Peridinium*, *Dinobryon*, *Raphidium*, *Scenedesmus*, *Euglena*, *Trachelomonas*, *Chlamydomonas* etc. zum großen Teil durch die Maschen des Netzes entweichen. So sollen z. B. von 26 Individuen von *Codonella* nur eines durch das Netz zurückgehalten werden. Ein anderer Versuch ist noch sprechender: die Filtration von Seewasser auf einem Berkefeldfilter ergab pro Kubikcentimeter 767,556,000 Organismen, während aus derselben Menge Wasser die Seide nur 248,200 Organismen zurückhält. Das Seidennetz hält nach den zahlreichen Versuchen Kofoid's nur $\frac{1}{45}$ — $\frac{1}{2}$ des wirklichen Gehaltes an Planktonorganismen zurück. Das Deficit ist ein besonders großes da, wo, wie z. B. in den norddeutschen Seen, das Wasser besonders reich an kleinen Organismen ist. Der Umstand, dass der Fehler kein konstanter, sondern ein mit der Zusammensetzung des Planktons, in sehr weiten Grenzen schwankender ist, beweist, dass die Anwendung des Apstein'schen Seidennetzes zur Beurteilung der Produktivität des Wassers nicht nur zu geringe, sondern auch unter sich nicht zu vergleichende Planktonquantitäten ergibt. Die genauen Zählungen sind bei Anwendung dieses Seidennetzes wertlos, weil einesteils die kleinen Organismen in verschiedenen, zum Teil sehr großen Proportionen, durch die Maschen entweichen, ander-

1) C. A. Kofoid, On some important sources of error in the plankton method. Science, N. S., Vol. VI, Nr. 153, p. 829—832, 1897.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [19](#)

Autor(en)/Author(s): Tangl F.

Artikel/Article: [Karl Knauth's Arbeiten ul`ber die Verdauung und den Stoffwechsel der Fische. 579-584](#)