

körner, *A. Z.* = Aleuronführende Zellen der Kleberschicht, *S. S.* = Bruchstücke der Samenschale, *L. C.* = Bruchstücke aus Leguminosen-Cotyledonen.

Fig. 3. Von *Messor barbarus* abgeschnittene Blätter und zwar: zwei Blätter einer kleinen *Centaurea*, ein Blatt von *Plantago maritima*, ein Blatt und ein Blütenstiel von *Tunica saxifraga*, sechs Blätter und Blattfragmente einer kleinen *Plantago*-Art, zwei Blätter eines Grases ($\frac{8}{10}$ der natürl. Größe)

Zur Physiologie und Pathologie der Chromatophoren.

Von V. Franz (Helgoland).

I. Zur Physiologie der Chromatophoren.

Trophische Reizwirkung auf Chromatophoren.

Da man weiß, dass das Chromatophorensystem in der Haut eines Amphibs oder Fisches innerviert ist, so liegt wohl die Frage nahe, ob es gleich anderen innervierten Geweben — Drüsen, Muskeln — auch trophischen Reizwirkungen unterliegt, d. h. ob es durch stärkere funktionelle Inanspruchnahme, durch Übung, eine Massenzunahme erfährt. Ich glaube, seitdem ich mir jene Frage gestellt, die folgenden Erscheinungen unter dem genannten Gesichtspunkte betrachten zu müssen.

Es gibt Fälle, wo eine dunkle Umgebung des Fisches nicht nur den momentanen Zustand der Chromatophoren beeinflusst, sondern auch dauernd in der Weise wirkt, dass das Pigment an Menge zunimmt. Auf einem dunklen, an Braunalgen außerordentlich reichen Grunde, leben die Schollen (*Pleuronectes platessa*) der westlichen Ostsee. Ihre Färbung ist demgemäß außerordentlich dunkel. Es ist kein Zweifel, dass auch eine Scholle der Nordsee, auf entsprechend dunklem Grunde, dieselbe Farbe annehmen kann. Auf einem Grunde von normaler, hellerer Farbe aber nimmt sie in kurzer Zeit wieder hellere Farbe an; die Ostseeschollen dagegen behalten ihre dunkle Tönung dauernd auch dann, wenn man sie, mit einer Marke versehen, in die Nordsee aussetzt. Denn es hat sich gezeigt, dass eine in der Nordsee wiedergefangene Ostseescholle meist sofort, bevor man die Marke besah, an ihrer dunklen Farbe und etwas rauheren Beschuppung als Ostseescholle erkannt wurde.

Von den Süßwasserfischen sei ein ähnlicher Fall im Anschluss an G. Schneider¹⁾ erwähnt: Im Obersee bei Reval beobachtete Verf. außer normalen Exemplaren zwei ausgesprochene Farbenvarietäten des Flussbarsches: eine „schwarze“ und eine „weiße“. Schneider deutet diese Variationen zum Teil als Anpassungen, die einen so ausgeprägten Charakter deshalb annehmen, weil der See flach ist und sein Grund daher überall beleuchtet wird. In

1) G. Schneider: Farbenvariationen des Flussbarsches (*Perca fluviatilis*). Korrespondenzblatt des Naturf. Vereins zu Riga 1908. Bd. 51.

der Mitte des Sees ist der Schlamm graubraun, entsprechend der Farbe der normalen Fische. Die weißlichen Barsche können sich an die stellenweise weit ausgedehnten weißen Sandflächen angepasst haben, die dunklen (schwarzen) an Stellen torfigen Grundes. Die Farbenabänderungen unterliegen aber nicht einem schnellen reflektorischen Wechsel, da die Fische auch oft auf solchem Boden gefangen wurden, dem sie durchaus nicht angepasst waren. Auch experimentell wurde keine Farbenänderung innerhalb mehrerer Stunden konstatiert, nicht einmal bei Vivisektion, Tod oder Konservierung in Formalin verloren die Tiere ihre Eigenart. Verf. neigt zu der — m. E. wohl berechtigten — Annahme, dass die Individuen verschiedene Mengen des Pigments besitzen, die sie wohl auf dem Stadium der jungen Brut erwarben.

Die auffallendste Erscheinung aber, welche für eine trophische Reizwirkung auf Chromatophoren spricht, ist bei den allerersten Bodenstadien der Scholle zu konstatieren. Im Mai fängt man bei Helgoland erstens im Plankton junge Schollen, die entweder bereits fertig asymmetrisch, oder doch beinahe so weit sind. Sie schwimmen weder senkrecht noch wagrecht, sondern schräg. Ins Wasserglas gebracht, haften sie am Boden oder an der Gefäßwand fest, sobald sie damit in Berührung kommen: es sind also Tiere, die gerade auf dem Übergangsstadium zwischen dem pelagischen und dem benthonischen Leben stehen. Sie sind glasdurchsichtig, nur mit sehr schwacher, freilich charakteristischer Pigmentierung. Zu gleicher Zeit kann man dieselben Stadien auch bereits vom flachen Sandgrunde ketschern, hier aber haben sie eine sehr hübsche, aus Schwarz, Weiß und Gelbbraun bestehende Pigmentierung angenommen. Die Tatsache ist auch schon von anderen Beobachtern gesehen worden, obwohl m. W. noch nicht publiziert. Es ist klar, dass der Unterschied der Pigmentierung nicht lediglich mit dem Eintritt in irgendein Wachstumsstadium zusammenhängt, sondern vor allem mit dem Übergang zum Leben am Grunde, und es ist sonach sehr wahrscheinlich, dass die veränderten Lichteindrücke, die das Auge erfährt, eine Wirkung auf die Chromatophorennerven auslösen. Dass es sich um eine trophische Wirkung handelt und nicht bloß um eine pigmentomotorische, davon kann man sich mit Hilfe des Mikroskops überzeugen: bei der „Glasscholle“ — diesen Ausdruck wollen wir in Anlehnung an das gebräuchliche Wort „Glasaal“ für die noch durchsichtigen pelagischen Tiere gebrauchen — sind viel weniger Chromatophoren vorhanden als bei der „Pigmentscholle“. Ich entwarf mittelst Zeichenprismas bei etwa 50facher Vergrößerung Skizzen vom Chromatophorenmuster und sah zu, wieviele Pigmentzellen auf der Zeichnung auf einen Kreis von 2 cm Radius entfallen. Es waren ihrer bei vier Glasschollen nur 12—28, bei drei Pigmentschollen dagegen 40—45. Dass es der farbige Sand

ist, der die Pigmentzunahme bewirkt, nicht etwa der Reflex des Festhaftens, zeigen folgende einfache Versuche. Eine Glasscholle wird, wenn man sie in ein Wasserglas auf Sandboden setzt, binnen wenigen Tagen allmählich von einer Pigmentscholle ununterscheidbar durch ständige Zunahme des Pigments. Eine Glasscholle dagegen, die in einem kleinen Wasserglase ohne Sand am Boden gehalten wird, welches seinerseits in seiner Umgebung nur Glaswände hat (von kleinen Kastenaquarien), so dass die Scholle nur entweder helle Lichtreflexe oder noch die grünliche Farbe des Glases sieht, also sich in einem dem freien Meere möglichst ähnlich aussehenden Milieu befindet, zeigte während einwöchentlicher Versuchsdauer keine nennenswerte Zunahme der Pigmentierung. Pigmentschollen endlich, in dem eben bezeichneten Milieu gehalten, zeigen kein Rückgehen der Pigmentierung mehr, höchstens eine Attraktion²⁾ (Ballung) des Pigments auf die Zellzentren. Es gibt also in der Pigmententwicklung bei der jungen Scholle einen kritischen Zeitpunkt, der gegeben ist, sobald die Scholle die Farbe des Sandgrundes um sich sieht. In diesem Moment erfolgt die Zunahme der Chromatophorenmenge.

Nun stehen wir allerdings, wenn wir die genannten Erscheinungen als trophische Reizwirkungen auffassen wollen, noch vor einer gewissen Schwierigkeit. Nach den bekannten Erfahrungen über die elektrische Reizung der Chromatophoren sowie über ihre postmortale totenstarre-ähnliche Kontraktion muss man den Zustand der Chromatophoren mit attrahiertem zusammengeballtem Pigment als den Zustand der Reizung ansehen, und wenn die Reizung trophisch wirkt, so müsste man erwarten, dass gerade die Tiere, die in helleren Milieus leben, wo sie ihr Pigment auf winzige Punkte anhäufen, eine vermehrte Chromatophorenmenge bekommen. Genau das Gegenteil ist aber der Fall.

Wie ist die Schwierigkeit zu beseitigen?

Leicht zu beseitigen ist sie in dem zuletzt erwähnten Falle, wo die ganz junge Scholle beim Übergang zum Leben am Grunde eine Zunahme der Pigmentierung erfährt. Während des pelagischen Lebens werden wahrscheinlich nur sehr wenige pigmentomotorische Reflexe ausgelöst, von dem Moment des Übergangs zum Bodenleben aber hat das Fischlein die Aufgabe, seine Farbe möglichst ganz genau der Farbe des Grundes anzupassen, und es wird, wenn es seinen Ort verändert, auch seine Farbe verändern müssen. Von jetzt ab fließen also dem Chromatophorensystem viel mehr Innervationen zu als vordem, und es steht durchaus nichts der Annahme im Wege, dass hierdurch, also durch trophische Reizwirkung, die Menge der Chromatophoren vergrößert wird.

2) Vgl. V. Franz: Die Struktur der Pigmentzelle. Biol. Centralbl. 1908.

Wohl kaum schwieriger sind jene Fälle, wo Fische auf dunklem Grunde eine dauernde dunkle, oder auf hellem Grunde eine dauernde helle Farbe annehmen. Wie schon gesagt, könnte man das gerade Gegenteil erwarten. Die Sache liegt aber auch nicht so, dass die maximale Expansion des Pigments zur Vermehrung der Chromatophoren führt, das beweist folgender Versuch, den ich hier noch erwähnen will: Maximale Expansion des Pigments bei jeder einzigen schwarzen Chromatophore tritt ein, wenn man eine Glasscholle blendet³⁾, die Tiere, die übrigens die Fähigkeit, Kopepoden zu erhaschen, nicht verloren haben, aber entschieden eine gesteigerte Lebhaftigkeit an den Tag legen, wirken dann recht schwarz; betrachtet man sie aber unter dem Mikroskop, so sieht man, dass die Chromatophorenmenge bei ihnen sich nicht vergrößert hat, sondern nur die einzelnen Zellen maximal expandiert sind. Also die dauernde Expansion der Chromatophoren hat wiederum auch nicht ihre Vermehrung zur Folge. Vermutlich wird die Sache normalerweise so liegen: auf dunklem Grunde sind hauptsächlich die dunklen Chromatophoren tätig, um dem Fisch jeweils nach Möglichkeit die augenblicklich erforderliche Farbe zu geben, auf hellem Grunde aber fließen die meisten namentlich den helleren Chromatophorenarten zu. Ist nun dies der Fall, so ist es mit den Anschauungen über die trophische Wirkung der Reize durchaus vereinbar, dass auf dunklerem Grunde dauernd dunklere, auf hellerem dauernd hellere Varietäten entstehen.

Jedenfalls werden wir also annehmen dürfen, dass das Chromatophorensystem der Fische trophischen Reizwirkungen unterliegt, und dass die beschriebenen Erscheinungen unter diese Kategorie gehören. Sie liefern dann auch eine neue Stütze für die heute wohl schon ziemlich allgemein anerkannte Meinung, dass es keine eigenen trophischen Nerven gibt, sondern vielmehr die motorische Innervation an sich zugleich trophisch wirkt. Denn man kann kaum glauben, dass von den feinen, jede einzelne Pigmentzelle umspinnenden Nervenendigungen die einen pigmentomotorische, die anderen trophische Funktion haben.

3) Es ist erstaunlich, wie gut die Eukleation der Augen von den etwa 1,3 cm langen Tierchen überstanden wird, auch wenn das Tier bei der Operation infolge des Festhaltens (mittels Fließblatts) offenbar weitere Schädigungen davonträgt, die sich im Opakwerden ganzer Körperteile äußert. Die noch jüngeren, rein pelagischen, symmetrischen Stadien würden an solchen Eingriffen sicher zugrunde gehen, da sie gegen Verletzungen viel empfindlicher sind. Offenbar erhalten die Fischlein beim Übergang zum Leben am Boden, und das heißt bei der Scholle so viel als: in der Brandungszone, auch eine bedeutende Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischen Läsionen.

II. Zur Pathologie der Chromatophoren.

A. Angeborene Anomalien der Pigmentierung.

Gar nicht selten findet man Schollen oder Plattfische anderer Arten, die nicht nur auf der Oberseite (Augenseite) pigmentiert sind, sondern auch auf der Unterseite (Blindseite), sei es, dass diese in ganzer Fläche, oder nur auf mehr oder weniger große Partien hin Chromatophoren führt. Schon viel seltener sind solche Fische, die auf der Oberseite höchst unregelmäßige große, schneeweiße Flecken haben, also Hautstellen, denen das Pigment ganz fehlt, oder auch Flecken von Orange gelb, wo also nur die gelblichen und rötlichen Chromatophoren entwickelt sind, die schwarzen aber fehlen. Es ist ein nicht ganz entfernt liegender Gedanke, den ich im Anschluss an das Vorangehende noch aussprechen möchte, dass derartige, zumeist „angeborene“ (wenn auch natürlich erst postlarval auftretende) Pigmentierungsanomalien ihre Ursache in Anomalien im Verlauf der Chromatophorennerven haben mögen. Ich beabsichtige aber im folgenden nicht, diesen Gedanken weiter zu verfolgen, sondern will nur einige höchst augenfällige Erscheinungen erwähnen.

Mir fiel auf, dass Pigmentierungsanomalien der Oberseite bei größeren Schollen viel seltener sind als bei kleineren. Um dieser Aussage eine etwas festere Form zu verleihen, seien einige Zahlen genannt. Unter 1076 Schollen des ersten Jahrganges, die teils von Helgoland, teils von Norderney, teils aus der Ostsee (Eckernförde, Travemünde, Schlutup) stammen und ungefähr 2–8 cm Länge messen, fanden sich 9 solche mit Pigmentierungsanomalien — weißen oder goldgelben, unregelmäßigen Flecken — auf der Oberseite. Der Prozentsatz der auf der Oberseite abnorm pigmentierten beträgt also hiernach 0,84, also annähernd 1. Mag er infolge von „Zufälligkeiten“ ein anderesmal größer oder kleiner ausfallen, in jedem Falle wird er größer sein als bei älteren Schollen. Es ist ein Schulbeispiel für die Wirkung der natürlichen Auslese, wie man es nicht schöner wünschen kann. Ganz selten bekommt man wohl auch eine erwachsene Scholle mit unregelmäßiger weißer oder goldgelber oder auch (bei Hypertrophie der schwarzen Chromatophoren) schwarzer Flecken zu Gesicht, die dann trotz ihres sehr auffälligen Farbmusters ihren Nachstellern entgangen ist. Als im Jahre 1906 der König von Sachsen das Helgoländer Aquarium besichtigte, konnte zufällig eine derartige, sehr dekorativ wirkende Scholle unmittelbar vorher von einem Fischer gekauft werden. Sie lieferte aber den Beweis dafür, dass diese Farbenanomalien das Tier sehr leicht verraten können, indem sie von einem großen *Cancer pagurus* angefallen und gefressen wurde, noch bevor sie ihren Zweck erfüllte. In der Absicht, eine Vorstellung von dem

ungefähren Prozentsatz abnorm pigmentierter größerer Schollen zu gewinnen, habe ich im Juni 1908, als wir mit dem „Poseidon“ in 4 Sm. Entfernung westlich Helgoland 16 697 erwachsene Schollen fingen, beim Sortieren und Messen der Fische darauf geachtet, wie viele von ihnen auf der Oberseite abnorm pigmentiert seien. Es fanden sich zwei solche. Wenn es sich in diesen Fällen um angeborene Anomalien gehandelt hätte, so wäre ihr Prozentsatz unter diesen Schollen 0,012, also schon viel geringer als bei den Schollen des ersten Jahres. Man wird aber richtiger den Prozentsatz hier als absolut Null rechnen müssen, denn in diesen beiden Fällen handelte es sich zweifellos um erworbene Anomalien als Folgen von Verletzung, wie wir sogleich sehen werden.

B. Erworbene Anomalien der Pigmentierung.

a) Degeneration des Pigments.

Bei den genannten beiden Fischen zeigte nämlich der „Rücken“, d. h. die Kante, an welcher die Dorsale wurzelt, an einer Stelle eine eigenartige Narbe, die auf der Ober- wie Unterseite zu erkennen war und, etwa 1 cm Länge messend, quer zum Rand des Fisches verlief. Außerdem waren dort einige Flossenstrahlen verkürzt und etwas unregelmäßig gebogen. Ich möchte kaum bezweifeln, dass die Narbe von dem Angriff einer Hummer- oder wahrscheinlicher Krabben- (*Cancer pagurus*-) Schere herrührte. Die Wunde mag vielleicht schon vor längerer Zeit beigebracht worden sein. Die Pigmentanomalie, ein unregelmäßiger weißer Fleck, gruppierte sich um jene Stelle und dehnte sich freilich in einen Falle bis über die Seitenlinie aus. Der Schwund des Pigments dürfte erst während der Wundheilung aufgetreten sein, indem der Farbstoff bei dem Regenerationsprozesse verbraucht wurde. Im September 1909 wurden bei Gelegenheit einer „Poseidon“-Fahrt,



Fig. 1. Narbe und Pigmentierungsanomalie an der Wurzel der Rückenflosse von *Pleuronectes platessa*. Vergr. ca. 3:1.

die von Helgoland aus in die nördliche Nordsee, dann in den Moray Firth, von hier nach der „Doggerbank“ und wieder zurück nach Helgoland führte, 3008 Schollen gefangen, unter allen befand sich wiederum nur eine abnorm pigmentierte, und sie zeigte abermals eine solche Narbe. Diesmal bin ich in der Lage, eine Abbildung davon zu geben, Fig. 1. Man sieht die Unregelmäßigkeit in den Flossenstrahlen, und die Narbe, umgeben von einem weißen Fleck. Der Pigmentschwund beschränkte sich in diesem Falle auf eine ziemlich kleine Stelle. Ganz sicher ist es zwar nicht, dass das Pigment beim Regenerationsprozess der Wundverheilung verbraucht wurde, denkbar wäre es auch, dass es nach Durchschneidung von Chromatophoren-Nervenästen degenerierte⁴⁾. Wir wollen daher in erster Linie die Tatsachen als solche beschreiben und für die Erklärung zurzeit beide Möglichkeiten offen lassen.

b) Hypertrophie des Pigments.

Vielleicht ist den erwähnten Fällen der folgende Fall einer Pigmenthypertrophie gegenüberzustellen, der der Biologischen Station von der Fischereiinspektion Cuxhafen eingeliefert wurde. Es handelte sich um einen großen Köhler (Kohlfisch, *Gadus virens*), der am Rücken unter der Haut eine „vom Kopf bis zur Rückenflosse sich erstreckende, weiche schwarze Masse“ aufwies. Die schwarze Masse nahm einen Streifen von etwa 3 cm Breite auf der rechten Körperseite, in etwa 3 cm Abstand von der Rückenlinie ein und ging etwa 2 cm tief. Ich untersuchte die Erscheinung mikroskopisch, zuerst frisch (d. h. so frisch, wie noch möglich, denn das Tier mag schon 14 Tage oder mehr auf Eis gelegen haben). Es war eine schleimige Masse, die anscheinend in unendlich viele, größere und kleinere bis aller kleinste Pigmentklumpen bzw. Pigmentkörnchen zerfiel. Die aller kleinsten maßen schätzungsweise 0,0002—0,0001 mm, sie waren etwa noch halb so klein wie die Strichlinien der Mikrometerteilung dick erschienen (Obj. 4, Oc. 7, Winkel). Durchschnitten man jene Stelle mit dem Mikrotom, so sah man dort an Stelle von Muskulatur wieder die großen Pigmentmassen, außerdem erkannte man jetzt, dass dieselben eine ungefärbte, eosinophile, schleimige Grundmasse durchsetzten. Das Schwarz war ganz dasselbe wie das der Hautchromatophoren, und es gab zwischen der normalen Haut und der abnormen Stelle einige schwarze Punkte, bei denen man nicht mehr entscheiden konnte,

4) Anm. b. d. Korrektur. Ich habe seither bei *Gadus morrhua* Durchschneidungen des Tractus opticus (zwecks späterer Feststellung der Riechbahnen durch Degeneration) ausgeführt. Die Körperhaut vor der Schnittstelle zeigte sich am Tage nach der Operation in unregelmäßiger Umgrenzung weißlich (Chromatophorenballung oder -reizung), dann wurde sie sehr dunkel (Chromatophorenexpansion oder -erschaffung) und blieb so 20 Tage bis zur Beendigung des Versuches.

ob es Pigmentzellen sind oder nicht. Jedenfalls ist die abnorme Pigmentansammlung nicht zellig (vgl. Fig. 2). Eine Analogie dürfte die Erscheinung finden in pigmentreichen Wucherungen, wie sie die Netzhautneuroglia des Auges häufig zeigt. Ich kann, da das Material nicht genügend gut konserviert ist, nicht entscheiden, ob in unserem Falle ein Schwund von Muskulatur vorliegt oder nur eine eigenartige, schleimige Wucherung der Bindegewebssubstanzen. Letztere ist jedenfalls vorhanden, und es ist interessant zu konstatieren, dass hierbei auch das Pigment eine derartige hyper-



Fig. 2. Schnitt durch die Haut eines *Gadus virens*, mit subkutaner Pigmenthypertrophie.
sch Schuppen, c Cutis, bi Bindegewebe, m Muskulatur, pi Pigmentwucherung.

trophische Zunahme erfahren hat. Diese Beobachtungen über die Hypertrophie des Pigments im Verein mit jener über die Degeneration zeigen vielleicht an, dass das Pigment zum Teil die Bedeutung eines Reservestoffes haben kann, und geben wohl Stützpunkte ab für diese neuerdings in bestimmterer Form von G. Tornier⁴⁾ begründete Hypothese.

Schließlich möchte ich noch folgendes besonders hervorheben: Bei den Beobachtungen zur Physiologie wie zur Pathologie des Pigments habe ich zwar versucht, die festgestellten Erscheinungen

4) G. Tornier: Experimentelles über Erythrose und Albinismus in der Kriechtierhaut. Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde, Berlin, Nr. 4, Jahrg. 1907.

Derselbe: Nachweis über das Entstehen von Albinismus und Melanismus und Neotenie bei Fröschen. Zool. Anz. Bd. XXXII, Nr. 9/10.

durch ein geistiges Band zu verknüpfen. Das Gewissere aber sind natürlich auch in meinen Augen nicht die Hypothesen, sondern die Tatsachen selbst. Dies gilt besonders bei den erwähnten pathologischen Fällen.

Das Energieprinzip in der Biologie in der neuesten Literatur.

Von Aristides Kanitz.

Mit dem außerordentlichen Anwachsen der Publikationen über biologische Einzelheiten hat die Zahl der Arbeiten zusammenfassender Natur nicht Schritt gehalten. Man weiß, dass bei der unübersehbaren Mannigfaltigkeit des Lebens jeder Theorie Lücken und Widersprüche nachzuweisen sein werden und man will sich der Kritik nicht aussetzen. Darunter leidet aber die allgemeine Biologie. Denn da auch Gedanken sich erst im Kampfe stählen, besteht die Gefahr, dass in der Wissenschaft vom Leben in nicht allzuferner Zeit keine festen Grundanschauungen mehr über das Leben im allgemeinen anzutreffen sein werden.

Wir müssen es deshalb mit Freuden begrüßen, dass Max Rubner sich mit seinem neuesten Werk „Kraft und Stoff im Haushalte der Natur“¹⁾ der kleinen und mutigen Schar derer angeschlossen hat, die die vorbezeichnete Entwicklung hintanzuhalten versuchen, indem sie das Lebensproblem in seiner Allgemeinheit zu behandeln versuchen.

Eigene Untersuchungen dienen Rubner als Kardinalpunkte. Zunächst seine bekannte Arbeit, in welcher er den experimentellen Beweis der Gültigkeit des Satzes von der Erhaltung der Energie für die Lebewesen zu erbringen unternommen hat, soweit eben dieser Beweis experimentell geführt werden kann. Sodann neuere zahlenmäßige Relationen: 1. Die großen Verschiedenheiten des täglichen Energieumsatzes, welche auf die Gewichtseinheit bezogen im Tierreich bekannt geworden sind, gleichen sich weitgehend aus, wenn als Einheit die Oberflächeneinheit gewählt wird. 2. Von den Säugern Pferd, Rind, Schaf, Schwein, Hund, Katze wird in der Zeit, bis das Neugeborene sein Gewicht verdoppelt, eine annähernd gleiche Energiemenge umgesetzt. 3. Bei denselben Tieren ist die während der Lebenszeit pro Gewichtseinheit umgesetzte Energiemenge ungefähr gleich groß. Sowohl bezüglich 2 wie 3 macht der Mensch eine Ausnahme, sein Energieumsatz ist ein sehr viel größerer.

Energetische Gesichtspunkte sind es also, die Rubner's Grundlage bilden, und ein starker energetischer Zug geht durch das ganze Werk. Dem Sinn nach, nicht in der Form. Dass wie im Titel auch im Text mit Vorliebe der Ausdruck „Kraft“ anstatt Energie (= Arbeit) gebraucht wird, obwohl wir seit mehreren Dezennien unter Kraft aus-

1) Kl. 8^o; 181 S., Leipzig, Akadem. Verlagsges. 1909.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [30](#)

Autor(en)/Author(s): Franz Viktor

Artikel/Article: [Zur Physiologie und Pathologie der Chromatophoren. 150-158](#)