

tingen) und Wessely (Wien) als klassischer Philologen, einen großen Teil des Werkes in den Korrekturbogen durchzusehen. Was nicht mehr im Text selbst Verwendung finden konnte von ihren Bemerkungen, ist in diesen Nachträgen mitgeteilt. Eröffnet werden diese Nachträge durch eine, leider für die heutige Geschichtsforschung in der Alchemie unabweisliche Untersuchung, die viele zunächst vielleicht peinlich anmuten wird: der authentische Nachweis der für einen deutschen Gelehrten kaum faßbaren Schwäche des großen französischen Gelehrten Berthelot — ein trübes Kapitel in der modernen Gelehrten-geschichte —, fast durchgehends die Leistungen seiner historischen Vorgänger zu übergehen und alles als seine eigene Leistung erscheinen zu lassen, vielfach im krassen Widerspruch zur historischen Wahrheit! Sollte die Geschichte der Alchemie wieder auf einen gesunden historischen Boden gestellt werden, so war dieser Nachweis unentbehrlich, und weil er sich v. Lippmann bei seinen Untersuchungen immer wieder aufdrängte, wie auch aus der Darstellung des Werkes selbst hervorleuchtet, war es Pflicht des gewissenhaften Forschers, dies für alle Zeiten festzulegen, dies als letzte klärende Gabe seinem fundamentalen Werke anzufügen, das für lange Zeit das unentbehrlichste Rüstzeug für jeden werden wird, der mit der Geschichte der beiden größten Irrtümer in der Entwicklung der Wissenschaften, mit der Astrologie und besonders der Alchemie sich beschäftigen wird — auch allgemein kulturgeschichtlich betrachtet, ist der Ertrag der bedeutenden Arbeit enorm.

### Besprechungen.

Kühn, Alfred, *Die Orientierung der Tiere im Raum*. Jena, Gustav Fischer, 1919. 71 S. und 40 Abbildungen im Text. Preis M. 4.—.

Die Arbeit Kühns enthält in knapper Form eine ausgezeichnet klare Darstellung der verschiedenen physiologischen Orientierungsmechanismen im Tierreich. Als „Orientierung“ definiert der Verfasser zunächst „die aktive Einstellung eines Organismus in eine bestimmte Richtung des Raumes“. Passiv erteilte Lageveränderungen der Glieder oder des ganzen Körpers fallen somit nach dieser Abgrenzung nicht unter den physiologischen Begriff der Orientierung, ebensowenig die allfällig zum „Bewußtsein“ gelangende subjektive Empfindung, die ein Geschöpf von der Lage und Bewegungsrichtung seines Körpers im Raume haben kann. Auch bemerkt der Verfasser in diesem Zusammenhang ausdrücklich, daß es keine Orientierung schlechthin, sondern nur eine Orientierung „im Verhältnis zu bestimmten räumlich geordneten Reizen“ geben kann — eine eigentlich selbstverständliche Feststellung, mit welcher er sich entschieden auf den wissenschaftlich einzig möglichen Boden der „Relationisten“ stellt und allen metaphysischen Spekulationen über die Existenz „absoluter, innerer Richtungskräfte“ (Cornetz) und ähnlichen mystischen Theorien von vornherein die Spitze abbricht.

Schon auf der untersten Stufe des organischen Lebens begegnen wir ausgesprochenen Orientierungsbewegungen in Gestalt der *Tropismen*, eine Bezeichnung, welche der Verfasser indessen (wohl in etwas zu enger, jedenfalls von der gebräuchlichen abweichender Abgrenzung) ausschließlich für die gerichteten Wachstumseinstellungen festgewachsener Pflanzen und Tiere reservieren möchte. Bei der „tropischen“ Orientierung stellt sich der Organismus derart auf den einwirkenden Reiz ein, daß derselbe symmetrische Stellen seines Körpers mit gleicher Intensität trifft. Wirken zwei quantitativ gleichstarke Reize von zwei Seiten her gleichzeitig auf den Organismus ein, so stellt sich derselbe nach dem Gesetz des Parallelogramms der Kräfte in die Winkelhalbierende ein; sind die einwirkenden Kräfte quantitativ ungleich (z. B. auf der einen Seite stärkeres, auf der anderen Seite schwächeres Licht), so erfolgt die Einstellung in der Kräfte resultierenden. Bei gleichzeitiger Einwirkung qualitativ verschiedener Kräfte (Widerstreit der Reize, z. B. Schwerkraft und Licht) aus verschiedenen Richtungen gibt die mehr oder minder große physiologische Empfindlichkeit, welche die Pflanze (oder deren einzelne Teile) für den einen oder anderen Reiz besitzt, den Ausschlag. Die Art und Weise, wie die Reize aufgenommen werden und wie die bezüglich Reaktionen zustande kommen (Turgoränderungen?), ist zurzeit noch dunkel.

Die gerichteten Ortsveränderungen frei beweglicher Organismen werden als „*Taxien*“ bezeichnet. Von den echten Orientierungsbewegungen oder „*topischen*“ Reaktionen sind die „*phobischen*“ (Schreck- oder Unterschieds-) Reaktionen zu unterscheiden. Ein typisches Beispiel der letzteren Reaktionsweise ist die Bewegung eines Infusors in einem chemischen Diffusionsgefälle: Wo immer eine gewisse optimale Konzentrationsgrenze erreicht wird, schrickt das Tier an derselben zurück, um sich sodann in einer beliebigen anderen Richtung wieder vorwärts zu bewegen. Die *Chemotaxis* ist somit an sich nicht gerichtet; sie dient lediglich dazu, das Tier innerhalb des chemischen Reizoptimums zu erhalten. Demgegenüber ist beispielsweise die *Galvanotaxis* eine echte *topische* Reaktion, insofern, als sich hier der Organismus innerhalb eines Reizfeldes in eine bestimmte Orientierungsrichtung hineindrehet, die er dann auch bei seiner aktiven Fortbewegung dauernd beibehält. — Die *Topotaxien* der mehrzelligen (freibeweglichen) Tiere zeichnen sich vor denen der Einzelligen durchweg durch ihren *Reflexcharakter* aus; um sie zu verstehen, muß man die betreffenden Einstellungsbewegungen auf die Eigenart des bezüglich Reflexapparates zurückführen. Darnach kann man vier Typen von *Taxien* unterscheiden:

1. Bei den *Tropotaxis* stellt sich das Tier in der Weise auf den einwirkenden Reiz ein, daß den aufnehmenden, gewöhnlich bilateral symmetrisch angeordneten Sinnesstätten gleiche Reizgrößen zufließen, oder m. a. W., daß sie sich in einem *Erregungsgleichgewicht* befinden. Jede ungleiche Erregung löst einen *antagonistischen Drehreflex* aus, welcher bezweckt, Schiefhaltungen des Körpers zu kompensieren bzw. den Körper in seine physiologische Gleichgewichtslage zurückzudrehen und ihn sodann in derselben zu erhalten. Schon die Erhaltung dieser Gleichgewichtslage erfordert meist eine dauernde nervöse Arbeit (Dauer-tonisierung symmetrischer Reflexzentren): Ein toter

Fisch z. B. schwimmt nicht mehr auf dem Bauche, sondern auf dem Rücken. Sehr schön wird der Mechanismus der tropotaktischen Drehreflexe an den statischen und thigmotaktischen Einstellungsbewegungen der Krebse erläutert. — Bemerkenswert ist, daß manche Tropotaxien nicht unbedingt, sondern nur bedingt, z. B. nur während einer bestimmten Lebensphase des Tieres oder nur unter bestimmten chemischen Verhältnissen auslösbar sind, daß sie also m. a. W. auf ganz bestimmte äußere und innere energetische Bedingungen physiologisch „abgestimmt“ erscheinen. Ihre biologische Bedeutung ist eine sehr mannigfache: Gewährleistung einer geordneten Fortbewegung, Erhaltung eines konstanten Gesichtsfeldes, Leitung zur Nahrung, in günstigere Lebensbedingungen, ins Freie, Schutz vor Feinden im Dunkeln usw.

2. Als *Menotaxis* wird der Vorgang bezeichnet, bei dem ein Tier seine einmal gegebene relative Stellung zu den Reizquellen der Umgebung hartnäckig festhält, daß es also die gerade gegebene Reizverteilung im aufnehmenden Sinnesapparat während relativer Ortsveränderungen beibehält. Raupen, Käfer z. B., die auf eine Drehscheibe gesetzt werden, pflegen zunächst in einer beliebigen Richtung davonzueilen und dann diese zufällige Richtung auch bei Drehungen der Scheibe vermittelt kompensatorischer Drehungen im entgegengesetzten Sinne hartnäckig zu bewahren, indem sie sich dabei nach der Lokalisation der Lichtquelle im Fazettenauge richten. Auch der Flug der Insekten zur Lichtquelle ist u. a. auf diesen Mechanismus zurückzuführen (v. *Buddenbrock*), ebenso ist der Augennystagmus gegenüber einem vorbeiziehenden Gesichtsfeld ein menotaktisches Phänomen.

3. Demgegenüber ist als *Telotaxis* die *Zieleinstellung des Körpers* in die Projektionsrichtung der Reizquelle zu verstehen. Dieselbe erfolgt in der Weise, daß die Reizquelle vermittelt einer Drehbewegung auf eine ganz bestimmte, scharf umschriebene Sinnesstelle, die sogen. *Fixierstelle* eingestellt wird. Der Zweck dieses Mechanismus ist der, ein Objekt, das für das Tier von biologischer Bedeutung ist, trotz dessen relativer Ortsveränderung andauernd „im Auge zu behalten“, was z. B. beim Verfolgen einer Beute unerlässlich ist. Auf höherer Stufe können telotaktische Reaktionen auch auf nicht angeboren wirksame, sondern erst durch individuelle Erfahrung bedeutsam gewordene Gestaltreize ausgedehnt werden; wir sprechen dann von „bedingten“ Zielreflexen — bedingt durch Engramme des Individualgedächtnisses.

4. Ausschließlich auf dieser letzteren Grundlage erfolgt die *Mnemotaxis*, welche die höchste Stufe unter den Orientierungsbewegungen darstellt. Als *Mnemotaxis* ist zu definieren: die Einstellung eines Tieres in eine schon früher einmal *inangehabte* relative Lage zu den Reizquellen der Umgebung. Der Sinnesapparat wird hier also in eine Erregungssituation eingestellt, die schon früher einmal erlebt und mnemisch (d. h. durch das Gedächtnis, *Scamon*) festgehalten wurde, und dieser Vorgang wiederholt sich in der Zeitfolge mit Bezug auf die verschiedenen nacheinander engraphisch festgehaltenen Erregungssituationen, bis die ganze Bahn zum Ziel durchgemessen ist. Solange das Tier nicht mnemisch orientiert ist, besteht zwischen den in seinem Gedächtnis ausgelösten (ekphorierten) Erinnerungsbildern (Engrammen) und den realen Bildern, welche es auf seinem Wege antrifft, eine Unstimmigkeit, ein Erregungsdifferential. Der Vorgang der mnemischen

Orientierung besteht nun eben in der *Beseitigung dieses Erregungsdifferentials*, indem das Tier sich so einstellt, daß die ekphorierten mnemischen und die Originalbewegungen sich decken, d. h. daß mnemische Homophonie zwischen beiden besteht. Oder, laienhaft ausgedrückt: Die verschiedenen, dem Gedächtnis eingepprägten Ortszeichen werden wieder mit den Sinnen aufgesucht. Die *Heimkehrfähigkeit* der „nestbeständigen“ Tiere zum Nest beruht ausschließlich auf mnemotaktischer Orientierung. In manchen Fällen erfolgt bei der Rückkehr eine räumliche (seltener auch eine zeitliche) *Reversion* der sinnlichen Lokalisation der beim Hinweg aufgenommenen Erregungskomplexe, d. h. dieselben werden nunmehr auf korrespondierende bzw. reziproke Sinnesstellen der anderen Körperseite lokalisiert (*Santschi, Brun*). — Zahlreiche Beispiele aus der neueren Literatur über die Orientierung der sozialen Insekten (Bienen, Ameisen) werden vom Verfasser zur Veranschaulichung dieser verwickelten Vorgänge herangezogen, wobei insbesondere die Forschungen von *Forel, Wagner, Santschi, Cornetz* und *Brun* gebührend berücksichtigt werden.

R. Brun, Zürich.

## Zuschriften an die Herausgeber.

### Kurve der Atomvolumina.

Der in meiner Notiz über die Kurve der Atomvolumina (*Naturw.* 7, 694, 1919) geäußerte Gedanke, daß die neben der Hauptperiodizität periodisch wiederkehrenden Nebenunregelmäßigkeiten (z. B. bei As, Sb) ebenso wie jene durch Ringanordnungen bzw. Kraftfeldänderungen Erklärung finden könnten, ist schon früher ausgesprochen worden. Der freundlichen Mitteilung Herrn *St. Meyers* verdanke ich den Hinweis auf eine Arbeit (Wien. Ber. II a, Bd. 124, 1915), welche jene Buckel durch Ringteilung begründet und vorschlägt, die Kurve der Atomvolumina überhaupt nicht in ununterbrochenem Linienzuge zu zeichnen, sondern aus Einzelstücken zusammenzusetzen, welche an diesen Stellen übergreifen.

Die den Unregelmäßigkeiten zugrunde liegenden Kraftfeldänderungen der Ringe können auf ihrem Instabilwerden bei Überschreiten der Elektronenzahl 5 beruhen. Auf dies Instabilwerden macht Herr *A. Smekal* (Wien. Ber. II a, Bd. 128, 1919) aufmerksam, eine Tatsache, welche durch die Methode der von Herrn *W. Kossel* (*Ann. d. Phys.* 49, 330—335, 1916) gegebenen Energiekurven und die ihnen zugrunde liegende elementare Rechnung belegt werden kann.

Darmstadt, den 3. November 1919.

H. Buerwald.

### Futtertiere des Maulwurfes.

Auf Seite 417 des laufenden Jahrganges wird beschrieben, daß der Maulwurf in eigenartiger Weise die Regenwürmer, die seine Nahrung bilden, verzehrt. Er klemmt sie nämlich zwischen die Vorderfüße und zieht sie derart durch sie, daß der Darminhalt, Erde und Sand, beim Verzehren völlig entleert wird. Ganz die gleiche Angabe finde ich nun in einem Aufsatz von *E. Deichmann*, *Vidensk. Medd. Dansk naturh. For. Kopenhagen*, 68, 1917, p. 209—210: Hvorledes fortaerer Muldvarp sine Regnorme? (Wie verzehrt ein Maulwurf seine Regenwürmer?). Sie weist darauf hin, daß der Maulwurf genau das Vorderende des Regenwurmes erkenne und von vorn nach rückwärts die Entleerung vornimmt, was übrigens umgekehrt unmöglich wäre. Das geht auch aus einer Angabe von