

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von
Dr. K. Goebel und **Dr. R. Hertwig**
Professor der Botanik in München, Professor der Zoologie

herausgegeben von
Dr. J. Rosenthal
Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Luisenstr. 27, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vergl. Anatomie und Entwicklungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Rosenthal, Erlangen, Physiolog. Institut einsenden zu wollen.

XXV. Bd.

1. Juli 1905.

N^o 13.

Inhalt: **Reinke**, Hypothesen, Voraussetzungen, Probleme in der Biologie. — **Haberlandt**, Über den Begriff „Sinnesorgan“ in der Tier- und Pflanzenphysiologie. — **Jordan**, Einige neuere Arbeiten auf dem Gebiete der „Psychologie“ wirbelloser Tiere. — **Schillings**, Mit Blitzlicht und Büchse.

Hypothesen, Voraussetzungen, Probleme in der Biologie¹⁾.

Von J. Reinke.

Wir Naturforscher dürsten nach Tatsachen, nach immer neuen Tatsachen. Wir sammeln sie, wo wir sie finden. Wir suchen sie durch sorgsame Beobachtung im einzelnen festzustellen und auszuheben aus dem Chaos der auf uns einströmenden Erscheinungen. Liebe zur Wissenschaft, unbezwingliche Sehnsucht nach Wahrheit sind die Triebfedern. Erfahrungen über das Wesen der Dinge zu machen. Im Gewinn solcher Erfahrungen verzehren wir die Kräfte unseres Lebens; unser Lohn besteht in der andächtigen Freude, mit der wir vor jeder uns gelungenen Enthüllung einer Tatsache stehen.

Wie wir die Tatsachen lieben und preisen, so hassen und verfolgen wir die Hypothesen. Unablässig ringen wir danach, uns von diesen unheimlichen Gästen zu befreien, sie zum Tempel der Wissenschaft hinauszukehren. Aber alle Anstrengung ist vergebens. Die Beseitigung der Hypothesen gelingt uns nicht. Die Hypothese ist eine Hydra; schlagen wir einer den Kopf ab, so sprossen zahl-

1) Rede, gehalten in der Eröffnungssitzung des internationalen botanischen Kongresses zu Wien am 12. Juni 1905.

reiche neue Köpfe hervor, und unsere Stellung im Kampfe wird ungünstiger als zuvor.

Sollen wir unter solchen Umständen verzagen, am Erfolge der Wissenschaft verzweifeln? Mit nichten! Die Erfolge sind da, sind unbestreitbar, und von Herzen wollen wir uns ihrer freuen. Doch was ist zu tun? Wir sollen uns friedlich mit den Hypothesen auseinandersetzen, da ihre Ausrottung ein Ding der Unmöglichkeit ist. Nur darf solch ein Friede kein fauler sein. Ich will damit sagen: wenn wir die Hypothesen neben den Tatsachen im Inventar der Wissenschaft zulassen, so sollen wir genau wissen und angeben können, was tatsächliches Wissen und was Hypothese ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe bietet sich uns eine hilfreiche Hand. Die derbere, solide, gleichsam in Reiterstiefeln einerschreitende Naturforschung besitzt eine holde, aus Morgenröte gewobene Schwester, die Naturphilosophie. Beide haben einander längere Zeit verächtlich den Rücken zugekehrt; doch heute ist dies Schmolten überwunden. Unbewusst haben sie sich nach und nach einander genähert und schließlich die Hände ineinander gelegt. Man hat erkannt: nur wenn beide vereint in gegenseitiger Achtung am Tempel der Wissenschaft als Priesterinnen dienen, können sie für den Fortschritt der Menschheit ersprießliches wirken. Darauf kommt es an.

Wie die Forschung Pflegerin des tatsächlichen Wissens, ist die Naturphilosophie recht eigentlich Hüterin der Hypothesen. Aber will sie dauernd mit der Forschung in Freundschaft zusammenarbeiten, so muss sie die von jener ermittelten Tatsachen berücksichtigen und mit unerbittlicher Strenge darüber wachen, dass alle solche Hypothesen als Unkraut beseitigt werden, die mit sicher gestellten Tatsachen in Widerspruch stehen. Durch Duldung, ja Züchtung von Hypothesen, die ohne die feste Grundlage von Tatsachen himmelan flogen, hat sich einst die Naturphilosophie um allen Kredit gebracht.

So haben wir also zwischen guten und schlechten Hypothesen zu scheiden, und nur von den guten soll ferner die Rede sein; es sind solche, die die Naturforschung sich gefallen lassen darf, weil sie im Einklang mit ihren Tatsachen stehen.

Durch die feste Grundlage, die fortan die Forschung der Philosophie gewährt, bewahrt sie diese vor Irrungen und Ausschreitungen. Dafür erzeugt die Philosophie der Forschung sich nützlich, indem sie letztere durch neue Hypothesen zu immer neuen Beobachtungen herausfordert. Sagt doch schon der Philosoph von Saussonci, der in seinen Bemerkungen gewöhnlich den Nagel auf den Kopf trifft, in einem am 18. August 1761 an den Marquis d'Argens gerichteten Briefe: „Die spekulative Philosophie taugt nur dazu, unsere Neugierde zu nähren.“ Ja, eine solche Neugierde

im edelsten Sinne des Wortes ist die wahre Tiefeder der Naturforschung.

Man könnte fast sagen: in der Hypothese berührt sich die Wissenschaft mit der Kunst. Denn das Wesen der Hypothese ist Dichtung. Dichtung ist keineswegs Verneinung der Wahrheit, im Gegenteil: jede Dichtung birgt einen Kern von Wahrheit, der nur umwoben wird vom Zauber der Phantasie, der Kunst; sie kann nicht nur, sie soll Wahrheit enthalten. Insofern der Naturforscher auch Hypothesen aufstellt, ist er Dichter, und wer nicht alle Hypothesen zurückweist, nimmt ein gutes Stück Dichtung in seine Naturschauung auf.

Mit Heinrich Hertz¹⁾ erblicke ich das Ziel der Naturwissenschaft darin, geistige Nachbilder der Naturvorgänge und ihrer Beziehungen zueinander zu gewinnen. Ich habe an anderer Stelle mich so ausgedrückt, dass die von uns ermittelten einzelnen Tatsachen Mosaiksteinen gleichen, die wir durch einen Kitt von Hypothesen unter Zuhilfenahme der Phantasie zu einem Bilde zu vereinigen suchen; unablässig müsse unser Bemühen dahin gehen, die Fugen zwischen den Mosaiksteinen so schmal wie möglich zu machen. Der ausgezeichnete Mathematiker Poincaré gibt in seinem Buche „La science et l'hypothèse“ (Deutsche Ausgabe S. 143) dem gleichen Gedanken folgenden Ausdruck: „Man stellt die Wissenschaft aus Tatsachen her, wie man ein Haus aus Steinen baut; aber eine Anhäufung von Tatsachen ist so wenig eine Wissenschaft, wie ein Steinhaufen ein Haus ist.“

Hypothesen sind hier das Band, durch das Steine und Balken zu einem Hause, Mosaikstückchen zu einem Bilde vereinigt werden. Diese Hypothesen sind vom Verstande ersonnene und erschlossene Ergänzungen des Tatsachenmaterials. Wir haben uns nur davor zu hüten, die Hypothesen mit den Tatsachen zu verwechseln oder dogmatisch den Tatsachen gleich zu setzen; das würde zu Illusionen führen, die der Wissenschaft nicht zur Ehre gereichen.

Ein paar Beispiele mögen das Gesagte erläutern. Die denkende Verknüpfung der Erscheinungen des Lichts, der strahlenden Wärme, der Elektrizität hat zur Ergänzungshypothese des Äthers geführt. Die Vereinigung der chemischen Tatsachen zu einem Gesamtbilde führte zu den Ergänzungshypothesen der Atome, der Moleküle, der stereochemischen Molekularstruktur, der Atom- und Molekulargewichte u. s. w. Wer wollte es wagen, diese geistigen Ergänzungen, in der wir eine ganze Welt von Beziehungen zu fasslichem

1) Die große Bedeutung von Hertz' Mechanik auch für die Biologie habe ich dargelegt in meinem Aufsatz: *Mechanik und Biologie*, Deutsche Rundschau, Jahrg. 28, Heft 3 (1901).

Ausdruck bringen, aus dem wissenschaftlichen Bilde der Gegenwart zu streichen? Und doch sind alle jene Begriffe nicht Tatsachen, sondern provisorische Urteile. Es ist unerlaubt, den Äther und die Moleküle den Tatsachen zuzurechnen. Wir dürfen nur sagen: es sieht so aus, die Tatsachen laufen so ab, als ob die Verbindungen sich in Molekülen sonderten, als ob Atome und ein Äther da wären.

Je größer die Tragweite einer solchen Hypothese, um so höher ihr wissenschaftlicher Wert. Der Äther, die Moleküle, die Atome sind dadurch zu Voraussetzungen der Forschung geworden und haben als solche einen hohen (wenn auch lediglich provisorischen) Wert für den Fortschritt der Wissenschaft gewonnen. Niemand wird sie mit willkürlichen, aus der Luft gegriffenen Fiktionen verwechseln. Letztere wären als unzulässig durchaus zu verwerfen; sie führen zu schädlichen Vorurteilen, wie die zulässigen Ergänzungshypothesen nützliche Voraussetzungen der Forschung sein können, in dieser Hinsicht den Axiomen sich nähernd. Die Axiome sind im Grunde auch nur hypothetische Voraussetzungen, an deren Richtigkeit niemand zweifelt. Eine solche Voraussetzung ist z. B. die unerschütterliche Überzeugung von der Beständigkeit der physikalisch-chemischen Gesetze. Wir zweifeln nicht daran, dass jene Gesetze vor Milliarden von Jahren die gleichen waren, wie heute, und dass sie in alle Zukunft unverändert bestehen werden; die Erfahrung reicht aber nicht aus, diese Überzeugung zu bekräftigen.

Doch es wird Zeit, dass wir unsere Beispiele der Biologie entlehnen, der uns näher liegenden Wissenschaft von den Pflanzen und Tieren.

Ich möchte mir erlauben, das Wesen der biologischen Vorgänge zunächst an einem Modell zu erörtern, das uns lauter Tatsachen vor Augen stellt in einfachster und durchsichtigster Form, so dass wir der Ergänzung durch Hypothesen gar nicht bedürfen: es ist das eine Partie Billard. Vielleicht könnte man so weit gehen, zu sagen, die Partie Billard sei selbst ein biologischer Vorgang, da sie sich ohne Mitwirkung eines lebendigen Menschen gar nicht vorstellen lässt. Man denke sich einen Automaten, einen mechanischen Apparat, der auf dem Billard die Bälle hin und her wirft: nie wird er eine Partie zustande bringen. Ich wenigstens halte dies für so undenkbar, so unmöglich, wie das perpetuum mobile.

Betrachten wir das Billardspiel etwas genauer. Gegeben ist uns ein Mechanismus, der sich zusammensetzt aus den auf ebener Tafel ruhenden Kugeln und einer Betriebskraft, die als potentielle Energie in den Muskeln des Spielers ruht. Diese Muskeln sind Akkumulatoren und zugleich Transformatoren von Energie, was beides zum Wesen einer Maschinenleistung gehört. Unwillkürlich

denken wir an ein Automobil, das durch einen Akkumulator elektrischer Energie betrieben wird, die sich fortwährend in die mechanische Energie des bewegten Fahrzeuges umsetzt.

Zu Beginn des Spiels liegen die Kugeln in einer Anfangskonfiguration. Dann wird durch den Stoß ein Teil der gespeicherten Muskelenergie in mechanische Energie verwandelt, die den Kugeln eine Bewegung erteilt, die durch die Reibung am Tuch in Wärme übergeht; ist die ganze, durch den Stoß auf die Kugeln übertragene Energiemenge zu Wärme geworden, so liegen die Kugeln wieder still, die Endkonfiguration einer Phase ist erreicht. Durch Wiederholung solcher Phasen wird das Spiel zu Ende geführt.

Die Dynamik des ganzen Vorganges liegt klar vor Augen. Die Analyse einer einzigen Phase genügt, um sie aufzuzeigen, etwa der letzten Phase einer Partie. Das Endergebnis hängt ab von drei bemerkenswerten Kausalbeziehungen. Erstens von der Anfangslage der Kugeln; zweitens von der Energie des Stoßes, die nach dem ersten Hauptsatz der Energetik quantitativ gleich ist der dafür verbrauchten Muskelenergie und der durch die Reibung der Kugeln erzeugten Wärme. Die dritte Kausalbeziehung ist zugleich eine Finalbeziehung; es ist die der angestoßenen Kugel erteilte Richtung, die äußerst genau bestimmt sein muss, damit das Ende der Partie erreicht wird. Während die im Stoß den Kugeln mitgeteilte Energiemenge auch von einem Automaten geliefert werden könnte, ist ein die Stelle des Spielers vertretender genau zielender Automat unvorstellbar. In der zielenden Tätigkeit des Spielers tritt ein spezifisches Lebensprinzip zum Mechanismus des Spiels hinzu, ohne welches die Durchführung einer Billardpartie undenkbar wäre.

Nicht unähnlich ist der Gang der Lebenserscheinungen bei Pflanzen und Tieren. Das Leben beruht auf Bewegungen, die an einem Mechanismus, einer Maschine, dem Tier- oder Pflanzenkörper ablaufen. Pflanzen und Tiere sind, wie alle von Menschen gefertigte Maschinen, Transformatoren und Akkumulatoren von Energie. Wie in den Maschinen sind auch in Tieren und Pflanzen die einzelnen Teile und die von diesen abhängigen Phasen des ganzen Lebensprozesses final genau aufeinander abgestimmt; sie würden sonst die so komplizierte Lebensbewegung nicht durchführen können. Darauf möge etwas näher eingegangen werden.

Die grünen Blätter der Pflanzen sind Transformatoren des ihnen zustrahlenden Sonnenlichts, also einer besonderen Energieform, in chemische Energie, die im Innern der Pflanze gespeichert wird. Gewisse Organe der Pflanze, die man sonst auch Reservestoffbehälter nennt, wie die Knollen und Samenkörner, können als Akkumulatoren chemischer Energie angesehen werden. Solche Organe sind es besonders, die den Tieren und dem Menschen zu ihrer Ernährung dienen. Wir erwachsenen Menschen können von

solcher Pflanzenkost leben; sie bedeutet für uns nichts weiter als die Zuführung chemischer Energie, die im Innern unserer Gewebe wieder in mechanische Energie umgewandelt wird, um die Lebensbewegungen unserer Zellen zu unterhalten, wie die Bewegung einer Lokomotive durch Verzehrung der Steinkohle unterhalten wird, die gleichfalls gespeicherte chemische Energie ist.

Doch die Pflanzen arbeiten in der angedeuteten Weise nicht bloß für das Wohlergehen der Tiere, sondern die Pflanzenzellen selbst müssen einen Teil der von ihnen durch Umwandlung von Sonnenenergie erworbenen chemischen Energie durch Atmung verzehren, um die Betriebskraft zur Unterhaltung der eigenen Lebensbewegungen zu haben. Auch sonst finden wir im Innern der Pflanze eine unausgesetzte Umbildung von Energie. Wo immer z. B. ein Stärkekorn abgelagert wird, ist es ein Vorgang der Akkumulation von Energie; wird dies Stärkekorn später wieder in Zucker verwandelt und dieser in der Atmung verbrannt, so ist das eine weitere Transformation von Energie. Kurz, eine Fülle energetischer und zugleich maschineller Prozesse tritt uns im Pflanzenleben entgegen, deren Reihe immer damit endet, dass Stoffe mit einem Minimum von Energieinhalt wie Kohlensäure und Wasser entstehen und die chemische Energie schließlich in Wärme übergeht, wie die mechanische Energie der bewegten Billardkugeln.

Doch die energetische Betrachtung des Stoffwechsels, wobei die verbrennlichen Kohlenstoffverbindungen des Organismus lediglich als Arbeitsstoffe zur Geltung kommen, ist eine einseitige. Ein Teil jener Verbindungen findet auch als Baumaterial Verwendung, überall dort, wo Keime von Tieren und Pflanzen sich entwickeln, wo Wachstum irgendwelcher Art vorkommt, was ja bei Pflanzen nur ausnahmsweise zu völligem Stillstande gelangt. In jenen Vorgängen der Entwicklung und Fortpflanzung treten uns ganz neue Erscheinungen entgegen.

Während der Stoffwechsel es gestattet, die Tiere und Pflanzen als Maschinen zu betrachten, versagt dieser Gesichtspunkt gegenüber der Fortpflanzung und Entwicklung. Der einfachste Fortpflanzungsprozess ist die Teilung einer Zelle in zwei Tochterzellen. Die Zelle ist hinsichtlich ihres Stoffwechsels eine Maschine; doch eine komplizierte Maschine, die sich durch Teilung verdoppelt, gibt es nicht. Wenn ein Apfelbaum eine mikroskopische Keimzelle absondert und diese zu einem neuen Apfelbaum sich entwickelt, so ist das kein maschineller Prozess; eine Maschine, die das vermöchte, ist undenkbar. Darum sind die Pflanzen und Tiere zugleich Maschinen und Nichtmaschinen; das letztere rechtfertigt den Begriff des Organismus, der in Wesen und Eigenschaften weit über die Maschinen hinausragt und eine besondere Gattung von Geschehenseinheiten darstellt.

Hier ist der Punkt, wo die Hypothese mit ihren Ergänzungen

des Naturbildes einsetzt. Indem sie von der Voraussetzung ausgeht, dass das mechanische Geschehen, wie es die Welt des anorganischen ausmacht, das einfachere sei, glaubt sie hypothetisch auch die Vorgänge der Fortpflanzung und der Entwicklung auf ein mechanisches Geschehen zurückführen zu sollen, das wir in seinen Einzelheiten nur noch nicht hinreichend durchschauen. Durch solche Hypothese wird das Leben als ein Spezialfall dem anorganischen Geschehen einzureihen versucht.

Man hat dies die Maschinentheorie des Lebens genannt. Eine solche Theorie verknüpft durch mehr oder minder gut begründete Ergänzungshypothesen eine größere Reihe von Tatsachen zu einem abgerundeten Gedankenbilde. Doch die solcher wissenschaftlichen Theorie zugrunde liegenden Voraussetzungen sind einseitig. Darum kann es nicht wundernehmen, dass auch eine entgegengesetzte Theorie der Lebenserscheinungen sich geltend macht, die man als Vitalismus zu bezeichnen pflegt.

Die Maschinentheorie der Organismen, oder, wie auch seit Kant gesagt wird, der Mechanismus, wird von manchen in einen ausschließenden Gegensatz zum Vitalismus gebracht; das ist zurückzuweisen. Man verlangt häufig eine Wahl zwischen verschiedenen Meinungen, deren eine nur richtig sein könne. Und doch ist die andere Meinung keineswegs falsch; unrichtig ist nur jenes Verlangen. Jede der beiden Meinungen beleuchtet nur eine Seite der Sache, sie ist die richtige Konsequenz des eingenommenen Standpunktes, und beide Standpunkte können von vornherein gleichberechtigt sein. Dies dürfte auch die Sachlage im Kampfe zwischen Mechanismus und Vitalismus sein auf dem Felde der Biologie.

Nach meiner Überzeugung verhält es sich mit den Lebensvorgängen, insbesondere mit den Vorgängen der Fortpflanzung, Vererbung und Entwicklung wie mit dem Billardspiel. Auch letzteres ist zerlegbar in ein mechanisches und ein vitales Moment. So leugnet auch der Vitalismus das maschinelle Geschehen im Lebensprozesse der Pflanzen und Tiere keineswegs, ihm ist die maschinelle Seite des Lebens Voraussetzung. Aber wenn man auch die physikalisch-chemische Analyse der Lebensvorgänge noch so weit treibt, immer bleibt ein Rest von Erscheinungen, für den jene Erklärungsmittel versagen; schon Kant sagte, es sei vergeblich, für die Erklärung der Entwicklung eines Grashalms auf einen Newton zu warten. Für die Bildung jeder einzelnen Zellform in der Pflanze müssen die kleinsten Substansteilchen mit einer nicht fehlenden Sicherheit zurechtgerückt und geschoben werden, wie es der Billardspieler mit den Kugeln tut, und wie bei einer kunstvollen Stickerei jedes Fädchen und jede Farbe den richtigen Platz erhalten muss. Dazu sind Kräfte erforderlich, die sich einer chemisch-physikalischen Erklärung nicht fügen wollen. Wenn wir die

unendlich feine Ordnung und Harmonie der Teile berücksichtigen, die sich im Aufbau einer Rose oder Orchidee oder gar des menschlichen Körpers offenbart, wo die geringste Abweichung oder Störung zu Erkrankungen führt, wird uns sogar der Gedanke nahe gelegt, jene ordnenden, aufbauenden Kräfte seien nur vergleichbar einer Intelligenz, wie sie in der Intelligenz des Billardspielers sich geltend macht; doch einer Intelligenz, die soweit über menschliche Intelligenz hinausragt wie der menschliche Körper über jede von Menschenhand gefertigte Maschine erhaben ist. Dies führte zur naturphilosophischen Hypothese einer unbewussten Intelligenz der Natur.

In der Gegenwart ist das Vorhandensein eines solchen, mechanisch nicht erklärbaren Restes unter den die Organismen bildenden Kräften unbestreitbar; und da Zukunftsmusik in der Wissenschaft keinen Platz haben sollte, ist mit dieser Tatsache einfach zu rechnen.

Es ist daher die starke Seite des Vitalismus, dass er den korrektesten Ausdruck für die dermalen bekannten Tatsachen bildet. Doch auch der Mechanismus besitzt seine starke Seite, sie liegt indessen auf einem anderen Felde.

Indem der Mechanismus die Hypothese aufstellt, dass alle Lebensvorgänge mechanisch erklärbar seien, dass dies für den „vitalen Rest“ bislang nur noch nicht gelungen sei, macht er diese Hypothese, die zunächst als Ergänzungshypothese gedacht war, zu einer Arbeitshypothese, zu einem heuristischen Prinzip der Forschung. Als Arbeitshypothese ist der Mechanismus für den Fortschritt der biologischen Erkenntnis von größtem Werte geworden. Diese Arbeitshypothese ward zum Füllhorn einer ungemessenen Zahl von Problemen. Die Geschichte der Biologie hat dem Mechanismus soweit Recht gegeben, als es gelungen ist, auch in den Erscheinungsreihen der Fortpflanzung, Vererbung und Entwicklung eine große Zahl mechanisch erklärbarer Einzelvorgänge festzustellen und herauszuschälen. Kein Biologe hat Aussicht auf erfolgreiche Arbeit, der nicht die Voraussetzungen jener Arbeitshypothese zu der seinigen macht, und seine Probleme den Gesichtspunkten des Mechanismus unterordnet. Nur diesem Verfahren verdankt die Forschung einen Sieg nach dem andern. Wir arbeiten in der biologischen Forschung durchweg mit der Voraussetzung, als ob der Organismus ein Mechanismus wäre, und haben dieser Voraussetzung die wichtigsten Resultate zu danken. Um nochmals auf unser altes Beispiel zurückzukommen, lassen sich auch in der Tätigkeit des Billardspielers zahlreiche rein mechanische Momente nachweisen. Trotzdem bleibt hier wie in der Entwicklung der Organismen ein Rest, den wir als Tatsache hinzunehmen haben; wir nennen ihn die menschliche Intelligenz. Machen wir sie zum

Maßstab der Organismen, dann sieht es so aus, als ob eine der menschlichen weit überlegene Intelligenz ihren Aufbau geleitet hätte.

Über dies „es sieht aus, als ob“ kommt der Vitalismus nicht hinaus, wie auch die Physik nicht darüber hinauskommt, zu sagen: es sieht aus, als ob ein Äther den Weltraum erfülle. Beides sind Hypothesen. Andererseits handeln wir in der biologischen Forschung, als ob alles mechanisch zugehe. Denn als eine Schwäche des Vitalismus ist einzuräumen, dass er als Arbeitshypothese, als heuristisches Prinzip der Forschung bislang nur sehr wenig geleistet hat; in dieser Hinsicht sind die Hypothesen des Vitalismus und des Äthers einander nicht gleichwertig.

Wir sind nunmehr an den wichtigen Begriff der Arbeitshypothese und der aus ihr entspringenden Probleme gelangt.

Unter den biologischen Problemen können wir zwei Arten unterscheiden, die sich als praktische und als logische Probleme kennzeichnen lassen.

Unter den praktischen Problemen, deren klare Formulierung zu den wichtigsten Aufgaben des Biologen gehört, verstehe ich solche Fragen, die sich der Behandlung durch Beobachtung und Experiment zugänglich erweisen und durch diese wichtigsten Forschungsmittel eine Bejahung oder Verneinung erfahren können. Als logische bezeichne ich solche in der Biologie diskutierte Probleme, auf die der Maßstab der Erfahrung keine Anwendung findet, und in denen es sich daher meist nur um die Erörterung von Möglichkeiten handelt; sie laufen daher alle mehr oder weniger auf naturphilosophische Ergänzungshypothesen hinaus. Dennoch kann auch diesen Problemen mitunter ein gewisser heuristischer Wert nicht abgesprochen werden.

In bezug auf die praktischen Probleme besteht so wenig Meinungsverschiedenheit unter den Naturforschern, dass ich nicht auf sie einzugehen brauche. Um so mehr bedarf die zweite Art der Probleme einer etwas eingehenderen Würdigung.

Ich nannte jene Probleme logische mit Rücksicht auf das Eingreifen der Naturphilosophie. Beschränken wir aber in der Biologie das Wort Problem auf solche Fragen, die prinzipiell wenigstens praktisch lösbar sind, die durch Erfahrung eine bejahende oder verneinende Antwort finden können, so sind jene zweiten Probleme für den Naturforscher überhaupt keine Probleme, sondern Scheinprobleme. Denn sie ergeben nur Hypothesen, die nicht Arbeitshypothesen im praktischen Sinne sein können. Sie sind empirisch unlösbar. Wohl wird unser Denken durch sie herausgefordert; doch das Ergebnis dieses Nachdenkens wird nur Gegenstand des Glaubens, nicht Gegenstand der Forschung und des Wissens sein können. Dennoch spielen solche Hypothesen und Pseudoprobleme in der Geschichte der Biologie eine Rolle

und haben in weiteren Kreisen der Laienwelt oft erst das Interesse an den biologischen Zeitfragen rege gemacht.

Es wird sich empfehlen, das Gesagte an zwei Beispielen zu erläutern.

Nach der Abstammungslehre haben Tierreich und Pflanzenreich im Laufe der Erdgeschichte eine Entwicklung durchgemacht. Wie viele empirische und hypothetische Elemente sich in dieser Lehre vereinigen, möge unerörtert bleiben. Doch zum Begriff der Entwicklung gehört ein Anfang. Die am meisten verbreitete Annahme der Biologen geht dahin, dass jener Anfang des organischen Lebens auf der Erde in kleinsten und einfachsten Zellen bestanden habe, die sich teilweise bis zu den höchstorganisierten Pflanzen und Tieren entwickelten, teilweise aber auf der Stufe einzelliger Protozoen, Bakterien u. s. w. stehen blieben.

Ein solcher Anfang des Lebens auf der Erde — und nur darum handelt es sich — muss namentlich dann stattgefunden haben, wenn wir die Kant-Laplace'sche Theorie annehmen, wonach unsere Erde einst ein glühender Ball war, und das Leben erst nach dessen Abkühlung einzusetzen vermochte. Verwirft man diese Theorie und nimmt dagegen an, die Erde sei von Ewigkeit her so beschaffen gewesen, wie sie jetzt ist, so könnte auch von jeher Leben auf ihr bestanden haben. Allein die letztere Hypothese, die auch mit den Tatsachen nur schwierig vereinbar wäre, wird von wenigen geteilt.

Nimmt man einen Anfang des Lebens und damit der Entwicklung nach erfolgter Abkühlung der Erdoberfläche an, so fragt es sich weiter, ob die Urzellen aus dem anorganischen Material der erkalteten Erdrinde entstanden sind, oder ob sie von anderen Weltkörpern aus die Erde besät haben. Man sieht, es handelt sich hier um ein Problem, das der Erfahrung gänzlich entzogen und nur der logischen Erörterung zugänglich ist. Darum ist diese Frage für die Naturforschung ein Pseudoproblem, und nur in naturphilosophischem Sinne kann von einem wirklichen, d. h. logischen Proplem gesprochen werden. Tatsächlich kann nur die Möglichkeit oder Unmöglichkeit der Vorgänge erörtert werden; höchstens käme noch die größere oder geringere Wahrscheinlichkeit in Betracht.

Der tellurische Ursprung der ersten Organismen ist in der Hypothese der sogen. Urzeugung behauptet worden.

Diese Hypothese steht mit aller Erfahrung in Widerspruch. Wir dürfen nach dem übereinstimmenden Ergebnis aller Beobachtungen und Versuche behaupten, dass in der Gegenwart lebendige Zellen niemals aus anorganischem Material entstehen. Nach dem Axiom von der Unveränderlichkeit der physikalischen und chemischen Gesetze dürfen wir aber auch folgern, dass dies vor sehr

langen Zeiten ebensowenig geschehen ist. Wie ich mehrfach durch eingehende theoretische Untersuchungen gezeigt habe, ist es für die in den anorganischen Verbindungen der Erdrinde waltenden chemischen und energetischen Kräfte ihrer Eigenart wegen unmöglich, aus sich heraus lebendes Protoplasma zu gestalten, einen Elementarorganismus zu bilden. Mir erscheint die Urzeugung prinzipiell so unmöglich, wie ein Perpetuum mobile. Von der Unmöglichkeit der Urzeugung gehen auch die Vertreter der Besamungshypothese aus. Dieser Gedanke wurde zuerst von Herrmann Eberhard Richter geäußert (vgl. Schmidt's Jahrb. f. Medizin 1865, 1870, 1871).

Richter hält das Dasein organischen Lebens im Weltraum für ewig. Der Kohlengehalt der Meteoriten soll von organischen Resten herrühren. Doch sollen auch sehr kleine Keime niederster Organismen frei im Weltraum unherfliegen. Sie geraten dadurch von den Planeten, so auch von unserer Erde, in den Weltraum, dass sie, bis in die obersten Luftschichten emporwirbeln und mit diesen abgestoßen werden; doch können sie auch in humusreichen Bruchstücken eines zerplatzten Himmelskörpers in den Weltraum hinausgeschleudert werden. Bei der niederen Temperatur des Weltraums (-200°) können die darin befindlichen Keime Jahrtausende lebendig bleiben. Da auf diese Weise Keime von Organismen von einem Weltkörper auf einen anderen gelangen können, so braucht das Leben niemals einen Anfang genommen, sondern sich nur durch Fortpflanzung erhalten zu haben. Auch die Erde wurde in dieser Weise von anderen Weltkörpern aus bevölkert.

Bald darauf (1871) hat es auch Lord Kelvin für möglich erklärt, dass die Erde durch Keime, die in Spalten von Meteorsteinen steckten, besamt worden sei.

Wenn wir einmal die Möglichkeit zugeben wollen, dass bei der großen Kälte des Weltraumes ausgetrocknete Keime niederer Organismen lange Zeit latent lebendig bleiben können, so sind doch Richter's Hilfshypothesen über die Abstoßung solcher Keime aus der Atmosphäre in den Weltraum ganz unzulänglich; ihre Fortbewegung und ihr Hinabfallen auf die Erde, soweit es nicht durch Meteorsteine geschehen soll, wird gar nicht erörtert.

Richter's Hypothese hat neuerdings einen Verfechter gewonnen in dem schwedischen Chemiker Arrhenius (die Umschau 1903 Nr. 25), ein Beweis, dass auch dieser Chemiker Urzeugung für unmöglich hält.

Arrhenius geht davon aus, dass der Himmelsraum von fein verteiltem Staub erfüllt sei, wovon ein Teil aus Sporen niederer Organismen, sagen wir kurz Bakterien, gebildet werde. Man darf annehmen, dass der Durchmesser solcher Sporen ein Zehntausendstel Millimeter nur um weniges übertrifft. Wie Richter,

erörtert auch Arrhenius die Frage, auf welche Weise solche Sporen aus den obersten Schichten unserer Atmosphäre entgegen der Schwere in den Weltraum geschleudert werden könnten. In jenen Schichten herrscht nur noch ein Tausendstel Milligramm Luftdruck. Durch Luftströmungen können solche Körper aber nie aus der Erdatmosphäre entfernt werden; Arrhenius zieht die Möglichkeit heran, dass die Abstoßung durch elektrische Kräfte erfolge. Die Körperchen müssten dann negativ elektrisch geladen sein. Die Fortbewegung der Sporen im Weltraum soll hierauf durch den von Maxwell entdeckten Strahlungsdruck des Sonnenlichts geschehen. Dieser würde solchen Sporen im Weltraum bald eine enorme Geschwindigkeit erteilen und er dürfte für die Überführung von Lebewesen von einem Planeten zum andern eine große Rolle spielen. Die Sporen würden bei einem Durchmesser von $1\frac{1}{2}$ Zehntausendstel Millimeter von der Erdoberfläche zum äußersten Planeten unseres Sonnensystems etwa ein halbes Jahr, bis zum nächsten Fixstern 3000 Jahre gebrauchen. Auf solche Weise sollen alle neu entstandenen Planeten alsbald besamt werden.

Wenn schon das Hinausschleudern der Sporen aus der Atmosphäre eines Planeten in den Weltraum durch Elektrizität eine der Erfahrung unzugängliche Hypothese ist, so hat es doch Arrhenius unterlassen, auch nur die Möglichkeit zu erörtern, wie die Sporen aus dem Weltraum lebend in die Atmosphäre unserer Erde gelangen können. Ich meinerseits halte dies für unmöglich, weil ich überzeugt bin, dass sie vermöge ihrer Geschwindigkeit schon beim Anprall an die Sauerstoffmoleküle der äußersten Luftschicht verbrennen müssten.

Diese Besamungshypothese, die lediglich Möglichkeiten diskutiert, wurde ersonnen, um einen tellurischen Ursprung der Organismen zu vermeiden, da ihre Anhänger von der Unmöglichkeit der Urzeugung überzeugt sind. Ich meinerseits halte aber auch die Besamung aus dem Weltraum für überaus unwahrscheinlich. Was bleibt da übrig?

Für die biologische Forschung genügt es, das Dasein der Organismen als etwas Gegebenes hinzunehmen, wie sie das Dasein der Materie als etwas Gegebenes hinnimmt. In diesem Sinne hat sich auch Wiesner ausgesprochen¹⁾.

Wenn ich dagegen von naturphilosophischem Gesichtspunkt aus erkläre: es sieht mir so aus, als ob nach dem Erkalten des Erdballs intelligente Kräfte eingesetzt haben, um aus den Verbindungen der Erdkruste lebendige Urzellen zu gestalten, so braucht sich die Naturforschung durch solches Urteil nicht beeinflussen zu lassen. —

1) Wiesner, Die Beziehungen der Pflanzenphysiologie zu anderen Wissenschaften. Wiener Rektoratsrede von 1898.

Als zweites in diese Gruppe von Hypothesen gehöriges Beispiel nenne ich Darwin's Selektionslehre mit Einschluss der ihr von Weismann gegebenen Erweiterung. Auch sie beschränkt sich auf die Erörterung von Möglichkeiten, da noch niemand beobachtet hat, dass eine neue Art oder auch nur ein neues Organ wirklich durch Naturzüchtung entstanden ist. Obgleich die ganze Selektionshypothese vielleicht irrig ist, hat sie dennoch durch die von ihr ausgehende Anregung wichtige Fortschritte der Wissenschaft herbeiführen helfen. Selbst eine falsche Hypothese kann als Arbeitshypothese unter Umständen segensreich wirken.

Mögen Selektionslehre wie Besamungshypothese richtig oder unrichtig sein, mögen sie uns wahrscheinlich oder unwahrscheinlich dünken, sie beruhen beide lediglich auf naturphilosophischer Spekulation.

Ich eile zum Schluss. Der wahre Geist der Wissenschaft zeigt sich darin, dass, wenn wir ratlos vor der großen Sphinx stehen, wir den Mut haben, dies zu sagen, mag auch Trauer und Resignation uns erfüllen. Das Mysterium hebt schon an mit der Grundfrage: haben die Bilder unseres Bewusstseins ihren Ursprung in uns selbst oder werden sie durch Einwirkung einer Außenwelt in uns erzeugt, ausgelöst?

Auch die Phantasie ist als Wissenschaftsfaktor unentbehrlich, ohne sie gelangen wir nur zu farblosen und öden Abstraktionen. Denken und Phantasie wirken zusammen am Aufbau unserer wissenschaftlichen Vorstellungen.

Erkennt man eine Hypothese nicht als solche, so ist Gefahr, dass sie zur Illusion werde; davor haben wir uns zu hüten. Ein abschreckendes Beispiel sind die mit dogmatischer Sicherheit konstruierten Stammbäume der heute lebenden Pflanzen und Tiere. Machen wir so viele Hypothesen wie wir wollen — nur müssen wir uns ganz klar darüber sein, dass es Hypothesen sind.

So gelangen wir zum Friedensschluss zwischen Forschung und Hypothese. Der Friedensschluss besteht darin, dass wir wissen, was Tatsache und was Hypothese ist, und dass wir nur solche Hypothesen zulassen, die den Tatsachen nicht widersprechen. Die Arbeitshypothese wird dann Werkzeug der Forschung.

Wir können die Naturwissenschaft vergleichen einem Gewebe, zu dem die Naturforschung den Aufzug, die Naturphilosophie den Einschlag liefert. Die von beiden gesponnenen Fäden müssen verschiedene Farben haben; dass diese Farben sich nicht verwischen, sei unsere Sorge.

Überall stoßen wir in den Naturwissenschaften auf ein: „es scheint, als ob . . .“, und kommen über Wahrscheinlichkeitsabwägungen und Wahrscheinlichkeitsbegriffe nicht hinaus. Das ist menschlich, ist ein Kennzeichen menschlicher Wissenschaft. „Wenn

man die Wahrscheinlichkeitsrechnung verwirft,“ sagt Poincaré in seinem schönen Buche (S. 187), „so verwirft man die ganze Wissenschaft.“

Über den Begriff „Sinnesorgan“ in der Tier- und Pflanzenphysiologie.

Von G. Haberlandt.

Um die anatomisch-physiologischen Analogien zwischen den von mir in verschiedenen Arbeiten¹⁾ nachgewiesenen Aufnahme- oder Perzeptionsorganen der Pflanzen für äußere Reize und den der gleichen Funktion dienenden Sinnesorganen der Tiere klar und bestimmt zum Ausdruck zu bringen, habe ich jene Perzeptionsorgane der Pflanzen gleichfalls als „Sinnesorgane“ bezeichnet. Von botanischer Seite ist dagegen, so viel ich weiß, bisher kein Widerspruch erhoben worden; denn die Anwendung des Ausdruckes „Sinnesorgan“ ist in der Tat nur die Konsequenz des Entwicklungsganges, den die Reizphysiologie der Pflanzen in den letzten Jahrzehnten eingeschlagen hat. Von zoologischer und tierphysiologischer Seite haben sich jedoch vereinzelt Stimmen gegen die Übertragung des Ausdruckes und Begriffes „Sinnesorgan“ auf das Gebiet der Pflanzenphysiologie ausgesprochen. Am schärfsten hat sich wohl O. Bütschli geäußert, der es in einer sonst wohlwollenden Besprechung meines Breslauer Vertrages²⁾ geradezu für „verwirrend und irreführend“ erklärt, wenn von dem Empfindungsvermögen, den Sinneswahrnehmungen und Sinnesorganen der Pflanzen gesprochen wird. Es sei mir gestattet, auf die Ausführungen des hervorragenden Heidelberger Zoologen in Kürze zu erwiedern und bei dieser Gelegenheit die Charakterisierung der pflanzlichen Perzeptionsorgane als „Sinnesorgane“ nochmals zu begründen.

Bütschli geht in seiner Polemik von der Behauptung aus, dass „Empfinden, Wahrnehmen, Sich-Orientieren“ rein psychologische Vorgänge seien, für die man niemals die physiologischen Begleiterscheinungen einfach substituieren könne. Nun weist aber Bütschli selbst darauf hin, dass psychische Vorgänge in anderen Lebewesen nur mittelst eines Analogieschlusses, „auf Grundlage der Übereinstimmung ihres Baues und ihres Verhaltens mit mir selbst,“ wahrscheinlich gemacht werden können. „Je weiter sich

1) G. Haberlandt, Sinnesorgane im Pflanzenreich zur Perzeption mechanischer Reize, Leipzig 1901; Die Sinnesorgane der Pflanzen, Verhandlungen der Gesellsch. deutscher Naturforscher u. Ärzte 1904, Allg. Teil. Mit Anmerkungen versehen ist dieser Vortrag bei J. A. Barth in Leipzig erschienen; Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter, Leipzig 1905.

2) Zoologisches Centralblatt, XII. Jahrg. 1905, S. 7 ff.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Reinke (Reincke) Johannes

Artikel/Article: [Hypothesen, Voraussetzungen, Probleme in der Biologie. 433-446](#)