

Bertold Schweitzer

Naturgesetze in der Biologie?

Immer wieder wird die Frage gestellt, ob es in der Biologie Naturgesetze gebe, welche Rolle sie spielten, und welche Naturgesetze man in der Biologie als wahr akzeptieren könne. Dabei wird zumeist davon ausgegangen, daß es in Wissenschaften wie Physik und Chemie anerkannte Naturgesetze gibt, auf welche die Biologie zurückgreift und die sie verwendet. Die bloße Verwendung fremder Gesetze ist aber nicht gemeint; die Frage besteht vielmehr darin, ob die Biologie selbst spezifische, neue Gesetze aufstellt, die nur für biologische Systeme gelten.

Empirische Verallgemeinerungen werden in der Biologie ständig aufgestellt, geprüft, verworfen oder vorläufig angenommen, diskutiert und weiterentwickelt – soviel ist offensichtlich. Aber welchen Status haben sie, und ist es sinnvoll, alle, einige oder gar keine dieser Verallgemeinerungen als Naturgesetze zu bezeichnen?

Das hängt nun einerseits von den Eigenarten der verschiedenen biologischen Verallgemeinerungen ab (auf die wir noch zu sprechen kommen), andererseits von einer Übereinkunft darüber, welche Eigenschaften man von einem *echten* Naturgesetz erwartet; wie man also den Begriff ‚Naturgesetz‘ charakterisieren möchte. Eine unkontroverse, aber eher großzügige Charakterisierung lautet: *Naturgesetze sind Regelmäßigkeiten im Verhalten realer Systeme*. Eine strengere, aber umstrittene Auffassung, die sich stark am Muster der Physik orientiert, fordert dagegen zusätzlich: *Naturgesetze müssen universell gelten, also ohne Begrenzungen in Raum und Zeit, sie dürfen keine Ausnahmen aufweisen, und es dürfen in ihnen keine Individuenkonstanten vorkommen*. Beiden Auffassungen werden wir noch begegnen. Gerade wenn es um die Biologie geht, ist es außerdem aufschlußreich, zwischen Gesetz und Gesetzesaussage, zwischen Regelmäßigkeit und deren sprachlicher oder mathematischer Formulierung zu unterscheiden. So könnte es ja durchaus sein, daß es in der Biologie zwar Gesetzmäßigkeiten gibt, diese aber noch nicht entdeckt und als Gesetzesaussage formuliert werden konnten.

Zur Frage, ob es in der Biologie Naturgesetze gebe, also ob es bereits

[Text- und seitenident. Nachdr. aus *Philosophia naturalis*, 37(2), 2000]

gelungen sei, Naturgesetze aufzufinden und zu formulieren, oder ob dies wenigstens prinzipiell möglich sei, gibt es verschiedene Meinungen. Viele Biologen des 19. Jahrhunderts sprechen wie selbstverständlich von Gesetzen, beispielsweise den Mendelschen Gesetzen der Vererbung, von verschiedenen Evolutionsgesetzen (vgl. Storch/Welsch 1989, 113–131), vom Biogenetischen Grundgesetz (Ernst Haeckel, vgl. ebd., 120), und selbst im 20. Jahrhundert spricht man vom zentralen Dogma der Molekularbiologie (Francis Crick, vgl. Maynard Smith 1992, 38). – Freilich ist die Bezeichnung ‚Dogma‘ im letzten Falle recht unglücklich gewählt, denn die Behauptung „DNA makes RNA makes protein“ ist gerade keine dogmatische Festlegung, sondern ein deskriptiver, universeller, potentiell falscher und sogar falsifizierbarer Satz.

Manche Wissenschaftstheoretiker, wie Smart (1963), meinen dagegen zeigen zu können, daß es in der Biologie überhaupt keine Naturgesetze gibt. Andere Wissenschaftsphilosophen haben versucht, die Universalität von Gesetzen in der Biologie zu verteidigen (vgl. Ruse 1970, 1973), auch wenn einige Autoren nur wenige, sehr allgemeine Prinzipien der Biochemie und der Evolutionsbiologie als ‚Gesetze‘ gelten lassen (vgl. Rosenberg 1985). Auch einige Biologen schätzen die Rolle von Gesetzen in der Biologie als gering ein: In der Biologie würden Regeln und schlichte Tatsachen gesucht und gefunden; die Suche nach Gesetzen sei überflüssig und irreleitend (vgl. Mayr 1984, 31). Und schließlich findet man differenziertere Betrachtungen, welche empirischen Verallgemeinerungen in der Biologie vorkommen, welche Rollen sie spielen, und welche Argumente sich für und gegen deren Gesetzescharakter vorbringen lassen (vgl. Schaffner 1993, Waters 1998). Die Hauptlinien dieser Argumentationen sollen im folgenden aufgegriffen werden.

Keine Naturgesetze in der Biologie?

Die traditionelle Wissenschaftstheorie hatte angenommen, daß universell, ausnahmslos, an jedem Ort und zu jeder Zeit geltende Gesetze in den Wissenschaften eine zentrale Rolle spielten (vgl. Nagel 1961, Hempel 1965). Viele, vielleicht sogar alle „Gesetze“ der Biologie sind in diesem Sinne nicht universell.

Für den Philosophen J. J. C. Smart gibt es in der Biologie *keine* Naturgesetze. Er geht von der Forderung aus, Naturgesetze müßten drei Be-

dingungen erfüllen: (1) Ein Naturgesetz muß universell gelten, also an jedem Ort und zu jeder Zeit. (2) Ein Naturgesetz darf keine Individuenkonstanten wie „die Erde“ enthalten. (3) Ein Naturgesetz darf keine Ausnahmen aufweisen (vgl. Smart 1963, 52 ff.).

Die Verallgemeinerungen der Biologie erfüllten keine dieser drei Forderungen: Alle allgemeinen Sätze der Biologie seien entweder stillschweigend auf die Erde beschränkt und damit im Widerspruch zur zweiten Forderung, oder sie verstießen, wenn man dies durch Universalisierung vermeiden wolle, gegen die erste. Zum Beispiel sei die Verallgemeinerung „Alle Albinomäuse sind reinerbig“ kein Gesetz, weil der Begriff „Mäuse“ stillschweigend auf die Erde verweise. Smart meinte, es sei zwar möglich, den Eigennamen „Maus“ durch die Angabe einer Reihe von Eigenschaften (A_1, A_2, \dots, A_n) zu ersetzen, die für Mäuse und nur für Mäuse zutreffen. Aber dies würde dazu führen, daß der allgemeine Satz falsch werde, denn „on some planet belonging to a remote star there may well be a species of animals with the properties A_1, A_2, \dots, A_n and of being albinotic but *without* the property of breeding true.“ (Smart 1963, 54) Außerdem zweifelt er daran, daß es biologische Verallgemeinerungen ohne Ausnahmen gebe, und daher sei auch die dritte Forderung nicht erfüllt.

An anderer Stelle führt Smart noch ein viertes Argument gegen den Gesetzescharakter biologischer Verallgemeinerungen an: Biologische Verallgemeinerungen seien bestenfalls Grundsätzen der Technik ähnlich – aber auch dort gebe es ja keine „ersten, zweiten und dritten Gesetze der Elektronik oder des Brückenbaus“ (Smart 1963, 52). Ein Radio könne schließlich auf ganz unterschiedliche Weise aufgebaut sein, der Lautstärkekнопf sitze genausogut rechts wie links – es gebe keine Gesetze, die so etwas vorgeben. „While roughly speaking radio engineering is physics plus wiring diagrams, biology is physics and chemistry plus natural history.“ (Smart 1963, 57) Die Regelmäßigkeiten biologischer Systeme seien demnach als Ergebnis der Naturgeschichte wesentlich zufallsbedingt, daher seien keine gesetzesartigen Verallgemeinerungen möglich.

Der Philosoph Michael Ruse nennt diese Argumente als „sehr ernst“ und sieht die Gefahr, daß die Biologie wegen des Fehlens von Gesetzen als „zweitklassige“ Wissenschaft betrachtet werden könnte (vgl. Ruse 1973, 26). Er kontert im wesentlichen mit Gegenbeispielen und *tu-quoque*-Argumenten: (1) Wir prüften unsere Gesetze nicht im Devon oder auf Andromeda, sondern hier und jetzt. Solange es unabhängige Prüfver-

fahren gebe, die noch nicht in die Gesetze eingebaut sind, könnten die Gesetze angemessen geprüft werden. Die Mendelschen Gesetze seien prüfbar, ganz ähnlich wie Gesetze der Physik und Chemie. (2) Auch in wichtigen und anerkannten Gesetzen der Physik kämen Eigennamen vor; so sei in den Keplerschen Gesetzen von „der Sonne“ die Rede. (3) Es treffe zwar zu, daß die Mendelschen Gesetze Ausnahmen aufweisen; so wird das Dritte Mendelsche Gesetz, das Aufspaltungsgesetz, durch Kopplung und *crossing over* durchbrochen. Aber das komme auch in der Physik vor, beispielsweise beim Brechungsgesetz (Ausnahmen beim Mineral Doppelspat) oder beim Boyle-Mariotte-Gesetz (Abweichungen bei hohen Temperaturen und Drücken).

Dem vierten Einwand Smarts, daß es für zufallsbedingte Ereignisse keine Gesetze geben könne, begegnet der Wissenschaftstheoretiker Kenneth Schaffner mit dem Hinweis auf die Unterschiede zwischen „essentieller“ und „historischer Zufälligkeit“. Für „essentielle Zufälligkeit“, beschrieben durch Sätze wie „Alle Kugeln in dieser Kiste sind rot“, ließen sich tatsächlich keine Gesetze formulieren. An historischer Zufälligkeit dagegen seien zwar Zufallsereignisse beteiligt, hinzu kämen aber weitere gesetzmäßige Umstände, etwa starke natürliche Selektion. So hätte der genetische Code zwar bei seiner Entstehung auch anders ausfallen können; heute aber sei er so weit erstarrt, daß er sogar kontrafaktische Konditionalsätze stütze, jedenfalls bezogen auf irdisches Leben. Historische Zufälligkeit repräsentiere daher „in gesetzesartige Allgemeinheit ‚eingefrorene‘ Zufälligkeit“ (Schaffner 1993, 121).

Nur wenige, sehr allgemeine Naturgesetze in der Biologie?

Der einzige unter Smarts Einwänden, der nach wie vor ernstgenommen wird, ist, daß die meisten biologischen Verallgemeinerungen wegen der Forderung nach ausnahmsloser Geltung nicht als Gesetze akzeptiert werden können. Die meisten Biologen und viele Wissenschaftstheoretiker sind heute zwar durchaus einverstanden, bestimmte biologische Verallgemeinerungen *Gesetze* zu nennen, auch wenn sie nur für die Lebewesen der Erde gelten, bestehen aber auf der Bedingung der ausnahmslosen Geltung. Für Gesetze in diesem Sinne scheint es aber nur sehr wenige Kandidaten zu geben. So will der Wissenschaftstheoretiker Alexander Rosenberg in der Biologie als „wissenschaftliche Theorien“ – die dann

als einzige auch echte Naturgesetze enthalten – nur einige sehr allgemeine Systeme von Aussagen akzeptieren:

„... strictly speaking, there are in biology at most two bodies of statements that meet reasonable criteria for being scientific theories. These will be the theory of natural selection and such general principles of molecular biology as are free from any implicit or explicit limitation to any particular species or indeed any higher taxon of organisms restricted to this planet.“ (Rosenberg 1985, 219)

Eine ähnliche Auffassung vertritt auch Schaffner:

„Most theories propounded in biology and medicine are not now and will not in the foreseeable future be ‚universal‘ theories. By universal I am here confining the scope of the theories to organisms available on earth. There are some important exceptions [...]: the theory of protein synthesis and the genetic code appear to be essentially universal on earth – with a few exceptions in mitochondria – (and may even be so extraterrestrially). In addition, at the level of abstraction and simplification of the simplest theories of population genetics we are also likely to find universality (even extraterrestrially, since it is difficult to imagine a natural process producing organisms which is not based on Darwinian evolution).“ (Schaffner 1993, 97)

Für die übrigen Bereiche der Biologie meinen viele Forscher, daß Naturgesetze dort keine Rolle spielen und daß die „Frage [nach der Existenz von Naturgesetzen] für den praktizierenden Biologen von geringer Bedeutung ist.“ (vgl. Mayr 1984, 31, 63)

Viele Naturgesetze mit sehr engem Geltungsbereich?

Ist dies das letzte Wort? Nein: In den letzten Jahren ist von mehreren Wissenschaftstheoretikern darauf hingewiesen worden, daß es in der Biologie eine Klasse von Verallgemeinerungen gibt, bei denen man viele Merkmale von Naturgesetzen wiederfindet.

Nach Schaffner gibt es zwei Formen universeller – und damit gesetzesartiger – Verallgemeinerungen: solche vom Typ 1, universell für den Bereich *aller* (oder jedenfalls aller terrestrischen) Lebewesen, und solche vom Typ 2, universell für bestimmte Klassen von Systemen, deren Verhalten sich mit „same cause (or same initial conditions and mechanisms), same effect“ umschreiben läßt. Aussagen des Typs 2 werden daher als *kausale Verallgemeinerungen* bezeichnet. In Biologie und Medizin gebe

es viele solche deskriptive Sätze, die zwar keinen breiten Anwendungsbereich hätten, aber „trotzdem“ kausale Verallgemeinerungen seien (Schaffner 1993, 121 f.).

Der Wissenschaftstheoretiker Kenneth Waters kommt zu einem ähnlichen Ergebnis. Er geht davon aus, daß biologische Aussagen allgemeiner Art eine typische Struktur haben, nämlich aus zweierlei Teilaussagen zusammengesetzt sind. Die eine Art von Aussagen beschreibt die *Verteilung von Merkmalen* oder biologischen Entitäten unter den Lebewesen oder innerhalb von Individuen: „Alle Fische atmen durch Kiemen.“ „Die großen Arterien enthalten dicke Lagen elastischen Gewebes.“ Die zweite Art von Aussagen stellt Regelmäßigkeiten fest, die für bestimmte Systeme gelten: „Elastisches Gewebe erlaubt den Arterien, sich auszudehnen, wenn Blut in sie hineingedrückt wird.“ Diese Regelmäßigkeiten werden als *kausale Regelmäßigkeiten* interpretiert (vgl. Waters 1998, 6 f.). Oft werden beide Arten von Aussagen in einem Satz zusammengefaßt: „Die großen Arterien enthalten dicke Lagen elastischen Gewebes, das ihnen erlaubt, sich auszudehnen, wenn Blut in sie hineingedrückt wird.“ Diese enge Verknüpfung solcher gesetzesartiger Aussagen mit historisch kontingenten (und damit nicht gesetzesartigen) Aussagen über Verteilungen habe viel zu den Unklarheiten bezüglich des Vorkommens von Gesetzen in der Biologie beigetragen.

Die Begriffe *kausale Regelmäßigkeit* und *universelle kausale Verallgemeinerung* stehen für die gleiche Idee: Viele Regelmäßigkeiten der Biologie gelten für bestimmte Systemklassen, die entweder gleichartig aufgebaut sind und gleichartige Mechanismen besitzen oder gleichartiges kausales Verhalten zeigen. Da diese Regelmäßigkeiten (für eine gegebene Systemklasse) ausnahmslos gelten, kontrafaktische Konditionalsätze stützen und weder räumlich noch zeitlich gebunden sind, handelt es sich um gesetzesartige Verallgemeinerungen, die man guten Gewissens als Gesetze bezeichnen könnte (vgl. Waters 1998, 33; Schaffner 1993, 122).

Aus den Erläuterungen beider Autoren geht hervor, daß mit „gleichartigem innerem Aufbau“ nicht gemeint ist, daß Strukturen physisch identisch seien, sondern daß es sich um gleiche Systemstrukturen im Sinne der Systemtheorie handelt (vgl. dazu Bischof 1995, 19). „Kausale Regelmäßigkeiten“ sind dann mit Systemgesetzen zu identifizieren, die hier für relativ enge Systemklassen gelten. Solche Gesetze sind auch in der Physik keineswegs unüblich, beispielsweise das Pendelgesetz.

Freilich muß auch dieser Ansatz der Schwierigkeit begegnen, daß bio-

logische Systeme stark variieren: Fast immer findet man ein ganzes Spektrum von Merkmalsausprägungen; außerdem mutierte, abweichende, kranke, lädierte Individuen. Alle diese Fälle wären Ausnahmen von einer für den Normalfall formulierten Regel. Waters behilft sich hier so, daß er neben „natürlichen Klassen“ (*natural kinds*, den „einleuchtenden“ Gliederungen der Natur, die meist mit den üblichen taxonomischen Gruppen identifiziert werden) den Begriff der „theoretischen Klassen“ (*theoretical kinds*) einführt, die gerade alle Systeme mit einem bestimmten inneren Aufbau und (davon abhängig) kausaler Wirkungsweise umfassen. Alle Systeme mit abweichender Struktur, selbst wenn man sie gewöhnlich zur selben natürlichen Klasse zählt, gehören dann einer anderen theoretischen Klasse an. Kausale Regelmäßigkeiten brauchen damit nicht für eine natürliche Klasse zu gelten (wo immer wieder Ausnahmen zu berücksichtigen sind), sondern ausschließlich für eine durch ihre Struktur definierte theoretische Klasse, dort aber ausnahmslos (vgl. Waters 1998, 14).

Das ist formal nicht zu beanstanden, scheint die praktische Anwendung aber recht schwierig zu machen. Man hätte zwar Naturgesetze formuliert, müßte aber bei Anwendung, Voraussage oder Erklärung erst einmal herausfinden, ob die untersuchten Objekte überhaupt Systeme sind, für die das Gesetz gilt. Und das dürfte oft schwierig sein, besonders, wenn man die Strukturen, auf die sich Gesetze in diesem Rahmen ja gründen, nur schwer bestimmen kann.

Will man diesen Ansätzen dennoch folgen, so kommt man zum Schluß, daß die Biologie einige wenige allgemeine Naturgesetze enthält, und zusätzlich noch sehr viele „Mikro-Gesetze“ für einzelne Systemklassen, die dann zwar ausnahmslos, aber nur in sehr engen Anwendungsbereichen gelten.

Fazit

Auf die Frage, ob es Naturgesetze in der Biologie gebe, scheint sich keine einfache Antwort finden zu lassen. Einige wenige allgemeine Grundsätze der Biochemie und der Evolutionstheorie dürften noch am ehesten allgemein als „Gesetze“ akzeptiert werden. Für andere Regelmäßigkeiten in der Biologie können immerhin gute Argumente vorgebracht werden, warum auch sie zu den Naturgesetzen gezählt werden sollten – die „kausalen Regelmäßigkeiten“ oder „Mikro-Gesetze“. Daß diese „Gesetze“

nur für theoretische, nicht aber für natürliche Klassen biologischer Systeme gelten sollen, mag man bedauern; es scheint aber unvermeidlich, denn Verallgemeinerungen der Art, wie man sie in der Welt eines naiven Essentialisten erwartet, scheint es leider kaum zu geben. Deswegen muß man sich in der Biologie letztlich *entscheiden*, ob man eher Regelmäßigkeiten für natürliche Klassen (leicht abzugrenzen, aber mit Ausnahmen) oder „Gesetzen“ für theoretische Klassen (schwer abzugrenzen, aber ohne Ausnahmen) den Vorzug gibt.

Literatur

- Bischof, Norbert: *Struktur und Bedeutung*. Bern [u. a.]: Huber, 1995.
- Hempel, Carl Gustav: *Philosophy of Natural Science*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1966.
- Maynard Smith, John: *Biologie*. Basel [u. a.]: Birkhäuser, ²1992.
- Mayr, Ernst: *Die Entwicklung der biologischen Gedankenwelt*. Berlin: Springer, 1984.
- Nagel, Ernest: *The Structure of Science*. New York: Harcourt, Brace & World, 1961.
- Rosenberg, Alexander: *The Structure of Biological Science*. Cambridge: Univ. of Cambridge Press, 1985.
- Ruse, Michael: „Are there laws in biology?“ *Australasian Journal of Philosophy*, 48, 1970, 234–246.
- Ruse, Michael: *Philosophy of biology*. London: Hutchinson, 1973.
- Schaffner, Kenneth F.: *Discovery and Explanation in Biology and Medicine*. Chicago; London: University of Chicago Press, 1993.
- Smart, J. J. C.: *Philosophy and Scientific Realism*. London: Routledge & Kegan Paul, 1963.
- Storch, Volker; Welsch, Ulrich: *Evolution*. München: dtv, ⁶1989.
- Waters, C. Kenneth: „Causal regularities in the biological world of contingent distributions.“ *Biology and Philosophy* 13, 5–36, 1998.