

Kap. V.C.5 Themen aus den Lebenswissenschaften

Marie I. Kaiser

Definition von Leben

Beschäftigt man sich als Metaphysiker mit den Lebenswissenschaften und dem Lebendigen, so ist eine grundlegende Frage, was Leben ist und was Lebewesen wie Tiere und Pflanzen von nicht-lebendigen Entitäten wie Steinen unterscheidet. Diese Frage hat Philosophen seit jeher fasziniert: für Aristoteles ist das Lebendige dasjenige, das eine Seele besitzt (s. Kap. II.1); Descartes nimmt an, dass Lebewesen dieselben mechanischen Prinzipien zugrunde liegen wie leblosen Entitäten, nach Kant ist die Organisiertheit das zentrale Merkmal des Lebens (s. Kap. II.2) und Vitalisten behaupten, dass es eine Lebenskraft gibt, die Grundlage allen Lebendigen ist. Die Frage nach der Natur des Lebens ist folglich eng mit der Frage nach dem Reduktionismus und der Emergenz verknüpft (s. Kap. V.B.3): Sind Lebewesen nichts anderes als Ansammlungen (organisierter) physikalischer Entitäten oder ist das Leben eine emergente Eigenschaft komplexer biologischer Systeme?

Ein verbreiteter Versuch, den Begriff des Lebens zu charakterisieren, besteht darin, diejenigen Eigenschaften zu identifizieren, die wesentlich für Lebewesen sind (vgl. auch Toepfer 2005). Solche Listen enthalten Merkmale wie Selbst-Regulation (Homöostase), Organisation, Metabolismus, Wachstum/Differenzierung, Adaptation, Reaktion auf Stimuli und Reproduktion. Beispiele wie Viren und Mausekel (die sich nicht oder nicht alleine reproduzieren können) stellen allerdings infrage, dass solche Listen notwendige und zusammen hinreichende Bedingungen für Leben angeben. Außerdem variieren die Listen je nach theoretischem Kontext beträchtlich voneinander und stellen beispielsweise physiologische, biochemische oder evolutionäre Prozesse in den Vordergrund. Einige Philosophen vertreten daher die Meinung, dass es keine plausible Definition geben kann, die die Natur des Lebens einfängt (Bedau/Cleland 2010, Kapitel 26).

Biologische Individuen

Eng mit der Frage nach einer Definition von Leben hängt die Frage zusammen, was Lebewesen sind oder, allgemeiner gefragt, was diejenigen Individuen auszeichnet (s. Kap. III.B.1), die die Welt des Lebendigen bevölkern und die Gegenstand der Bio- bzw. Lebenswissenschaften sind. Das Problem der biologischen Individualität (Clarke 2010, 312) besteht darin, Fragen wie diese zu beantworten: Was macht Individuen zu biologischen Individuen, worin besteht ihre Natur?

Die Welt des Lebendigen offenbart uns eine unglaubliche Vielfalt an biologischen Individuen: von Bakterien, Genen und Blutzellen über Fliegen, Papageien und Kühen bis hin zu Biofilmen (an Grenzflächen angesiedelte Lebensgemeinschaften von Mikroorganismen), Herden von Gazellen und Korallenriffen. Diese Beispiele machen deutlich, dass der Begriff des biologischen Individuums neben Organismen (z.B. Kühe) auch Teile von Organismen (z.B. Gene) und Gruppen von Organismen (z.B. Gazellen-Populationen) umfasst. Historisch gesehen gab es in der Debatte allerdings eine starke Fokussierung auf Organismen als paradigmatische Fälle von biologischen Individuen – was nicht bedeutet, dass die Grenzen des Organismusbegriffs eindeutig bestimmt wären (z.B. wird kontrovers diskutiert, ob Korallenriffe oder Biofilme nicht nur aus Organismen bestehen, sondern auch eigenständige Organismen sind).

In der Debatte um biologische Individualität wird von den meisten Autoren implizit vorausgesetzt, dass biologische Individuen materielle Objekte sind, die an bestimmten Orten existieren und die in der Zeit existieren, selbst aber keine zeitlichen Teile haben (diese Position wird als Endurantismus bezeichnet; s. Kap. V.A.4). Die Annahme, dass biologische Individuen materielle Objekte sind, ist in jüngster Zeit unter Kritik geraten. Dupré argumentiert dafür, dass sowohl Organismen als auch andere biologische Individuen wie Genome letztlich Prozesse sind (s. Kap. III.C.3), weil sie dynamische, sich selbst erhaltende Systeme sind, die eng mit anderen Systemen wechselwirken (Dupré 2012).

Unabhängig davon, welcher ontologischen Kategorie man biologische Individuen zurechnet, stellt sich die Frage, unter welchen Bedingungen eine Menge von Objekten oder Prozessen ein biologisches Individuum konstituieren und damit Teile des Individuums sind (vgl. van Inwagens bekannte „special composition question“; s. Kap. V.B.1). Welche Kriterien legen z.B. fest, dass eine Ansammlung von *Dictyostelium discoideum*-Amöben ein biologisches Individuum ist, die Menge von Tieren in meinem Garten hingegen nicht? Zahlreiche Kriterien für biologische Individualität werden diskutiert, von denen einige die oben genannten Eigenschaften von Leben aufgreifen: Reproduktion, Lebenszyklus/ Zugehörigkeit zu einer Abstammungslinie, funktionelle Integration/Autonomie, genetische Identität, Immunogenität, räumliche Nähe/räumliche Grenze, Einheiten der natürlichen Selektion/Träger von Anpassungen, Produkt eines Flaschenhals-Ereignisses, etc. (weitere Kriterien werden in Clarke 2010 diskutiert). Auch hier stellt sich das Problem, dass die meisten dieser Kriterien auf viele, aber nicht auf alle paradigmatischen Fälle von biologischen Individuen zutreffen. Beispielsweise besitzen einige Menschen Körperzellen mit unterschiedlichem genetischen Material, Populationen scheinen in der Regel keine klare räumliche Grenze zu haben und Viren besitzen keine oder eine nur sehr geringe funktionelle Autonomie, weil sie für ihre Fortpflanzung auf Wirtszellen angewiesen sind. Die Schwierigkeit, notwendige und hinreichende Kriterien für biologische Individualität zu formulieren, liegt in der intrinsischen Heterogenität der Welt des Lebendigen (Wilson 2005, 52) begründet.

Metaphysikern stehen verschiedene Strategien offen, um mit der Diversität der biologischen Welt umzugehen. Einige Autoren argumentieren, dass nur eine pluralistische Theorie der Diversität von biologischen Individuen Rechnung tragen kann. Pluralistische Theorien unterscheiden verschiedene Arten von biologischen Individuen – z.B. evolutionäre Individuen, genetische Individuen, funktionale Individuen, sich entwickelnde Individuen –, denen jeweils ein Fokus auf verschiedene biologische Prozesse und dementsprechend verschiedene Individuierungskriterien zugrunde liegen (Dupré 2012; Wilson 1999). Eine andere Option besteht darin, an dem monistischen Ziel, die *eine* Theorie biologischer Individualität zu entwickeln, festzuhalten, indem man bestimmte Individuierungskriterien priorisiert. Eine solche monistische Theorie kann beispielsweise auf der Basis von Intuitionen bzw. unserem Alltagsverständnis von einem Organismus entwickelt werden (s. Kap. VII.5). Alternativ führen Autoren Argumente dafür an, warum bestimmte biologische Prozesse und Kriterien (z.B. immunologische oder evolutionäre; z.B. Godfrey-Smith 2009) wesentlich für biologische Individualität sind. Eine letzte Strategie, der Diversität der biologischen Welt gerecht zu werden und dennoch am Monismus festhalten zu können, besteht darin, das Ideal notwendiger und hinreichender Bedingungen aufzugeben und wie z.B. Wilson (2005) anzunehmen, dass der Typ ‚biologisches Individuum‘ oder ‚Lebewesen‘ ein „Homeostatic Property Cluster Kind“ à la Boyd (1999, 142) ist.

Biologische Arten

Der Begriff der biologischen Art oder Spezies ist von zentraler Bedeutung für die Lebenswissenschaften. Biologische Arten sind die grundlegende taxonomische Einheit der Klassifikation von Lebewesen, die Evolutionsbiologie und Ökologie handeln von der

Entwicklung biologischer Arten und ihren Interaktionen mit der Umwelt und auch unser Verständnis der menschlichen Natur ist vom Begriff der biologischen Art beeinflusst. Diskussionen um biologische Arten sind auch metaphysisch betrachtet spannend, weil sie zum einen Fragen zum Essentialismus aufwerfen (Teilen die Mitglieder einer Spezies eine Essenz und wenn ja, worin besteht sie?) und zum anderen Fragen zum ontologischen Status von biologischen Arten involvieren (für einen Überblick vgl. Ereshefsky 2010).

Seit Aristoteles gelten Spezies wie *Homo sapiens* (Menschen) und *Panthera tigris* (Tiger) neben chemischen Elementen wie Gold als paradigmatische Beispiele für natürliche Arten (s. Kap. III.A.3) mit Essenzen (s. Kap. VI.C.3). Gemäß dem Essentialismus besitzen natürliche Arten essentielle Eigenschaften, die allen und nur den Mitgliedern der natürlichen Art zukommen und die zentral für die Erklärung der übrigen Eigenschaften der Mitglieder dieser natürlichen Art sind. Die essentialistische Vorstellung, dass auch Spezies natürliche Arten mit Essenzen sind, mag noch zu der Idee passen, dass Spezies von Gott geschaffene, sich nicht verändernde Entitäten sind. Seit Darwins Evolutionstheorie hat sich unser Bild von biologischen Arten allerdings grundlegend gewandelt, sodass der Spezies-Essentialismus in der heutigen Zeit stark umstritten ist. Sein Hauptproblem besteht darin, dass Evolutionsfaktoren wie Mutation, Rekombination und genetischer Drift bewirken, dass sowohl die Merkmale von Mitgliedern derselben Spezies variieren, als auch Ähnlichkeiten in den Merkmalen von Mitgliedern verschiedener Arten entstehen (z.B. die Flügel von Fledermäusen und Vögeln). Aufgrund dessen ist es extrem schwierig, morphologische, physiologische oder genetische Merkmale auszumachen, die alle und nur die Mitglieder einer biologischen Art aufweisen und die sich bis zum Aussterben der Spezies nicht verändern. Auch die Idee, dass die Essenz einer biologischen Art in ihren relationalen Eigenschaften (s. Kap. III.A.6) wie z.B. ihren Abstammungsverhältnissen besteht, scheint problematisch, weil die Abstammungsverhältnisse allein nicht die typischen Eigenschaften der Mitglieder einer Spezies erklären (Devitt 2008).

Mit dieser Diskussion um den Spezies-Essentialismus hängt die Frage zusammen, zu welcher ontologischen Kategorie biologische Arten gehören. Sind sie natürliche Arten bzw. Klassen, die Organismen als Mitglieder haben und die raumzeitlich unbeschränkt sind, oder sind sie Individuen, die Organismen als Teile haben (s. Kap. V.B.1) und die raumzeitlich lokalisiert sind (Hull 1978)? Philosophen der Biologie beantworten diese Frage in der Regel, indem sie die metaphysischen Implikationen biologischer Theorien, Erklärungs- oder Klassifikationspraktiken aufdecken (d.h. aposteriorische Metaphysik betreiben; s. Kap. VII.1). So argumentiert z.B. Hull (1978), dass biologische Arten Individuen sind, weil gemäß der Evolutionstheorie Spezies die Einheiten der Evolution sind, was voraussetzt, dass Merkmale von Organismen vererbt werden und dass die Generationen einer Spezies kausal und raumzeitlich miteinander verbunden sind. Kitcher (1984) weist darauf hin, dass der Spezies-Begriff nicht nur in evolutionären Erklärungen eine zentrale Rolle spielt, sondern auch in sogenannten proximalen Erklärungen z.B. in der Genetik oder Entwicklungsbiologie. Evolutionäre Erklärungspraktiken setzen voraus, dass Spezies Individuen sind, wohingegen proximale Erklärungen voraussetzten, dass strukturelle Ähnlichkeiten zwischen Spezies bestünden und Spezies daher raumzeitlich unbeschränkte Klassen von Organismen seien. Daraus schlussfolgert Kitcher, dass biologische Arten Mengen und damit ontologisch neutral sind. Eine weitere Reaktion auf die These, dass Spezies Individuen sind, besteht darin, zwar den Essentialismus aufzugeben, aber an der These festzuhalten, dass Spezies natürliche Arten sind. Eine alternative Theorie natürlicher Arten liefert beispielsweise Boyds (1999) Homeostatic Property Cluster (HPC) Theorie. Angewendet auf Spezies als natürliche Arten besagt sie, dass Spezies Gruppen von Organismen sind, die eine stabile Menge von Eigenschaften miteinander teilen, wobei nicht alle Organismen alle Eigenschaften der Menge aufweisen.

Angrenzende Debatten beschäftigen sich mit dem Spezialfall der Spezies *Homo sapiens* und fragen z.B. danach, ob und in welchem Sinne es eine Natur des Menschen gibt und unter welchen Bedingungen von Gruppierungen von Menschen in bestimmte Rassen gesagt werden kann, dass sie unabhängig von unseren sozialen Praktiken in der Welt existieren (s. Kap. V.C.6).

Gesetze in den Lebenswissenschaften

In der Philosophie der Biologie wird kontrovers darüber diskutiert, ob es in der Biologie Gesetze gibt (s. Kap. V.C.1). Meist wird diese Frage epistemisch verstanden und es geht darum, ob die Verallgemeinerungen, die Biologen entwickeln (z.B. die dritte Mendelsche Regel, die besagt, dass Merkmale unabhängig voneinander vererbt werden, oder die Beschreibung des Mechanismus der Photosynthese, der aufzeigt, wie Pflanzen Lichtenergie in chemisch nutzbare Energie umwandeln), gesetzesartig sind oder nicht. Die meisten Autoren sind sich einig, dass diese Frage negativ beantwortet werden muss. Es wird auch von dem nomologischen Vakuum der Biologie gesprochen (Rosenberg 2001, 737). Die Schlussfolgerung, dass es in der Biologie keine Gesetze gibt, basiert auf der Annahme, dass Gesetze strikte Naturgesetze sind, die universell gültig sind und denen eine gewisse natürliche Notwendigkeit zugrunde liegt (s. Kap. VI.C.1). Universell gültig bedeutet in diesem Zusammenhang dreierlei: dass Gesetze für alle Raumzeitregionen, für alle Arten von Objekte und unter allen externen Bedingungen gelten (Hüttemann 2007).

Biologische Verallgemeinerungen wie die Mendelschen Regeln oder die Beschreibung des Photosynthesemechanismus scheinen eine solche universelle Gültigkeit nicht zu besitzen. Zum einen wird argumentiert, dass die meisten Verallgemeinerungen in der Biologie Ausnahmen haben und nicht auf alle biologischen Individuen zutreffen (z.B. gilt die dritte Mendelsche Regel nicht für Gene, die auf demselben Chromosom nahe beieinander liegen). Das bekannteste Argument, das sich vor allem gegen Universalität im Sinne von ‚unter allen externen Bedingungen gelten‘ richtet, liefert Beatty mit seiner „evolutionary contingency thesis“ (1995). Mit dieser These behauptet er, dass Verallgemeinerungen über die Welt des Lebendigen entweder mathematische, physikalische oder chemische Gesetze sind oder, wenn sie unverkennbar biologisch sind, kontingente Ergebnisse der Evolution beschreiben und deshalb keine Gesetze sind. Anders ausgedrückt, nach Beatty sind alle biologischen Verallgemeinerungen evolutionär kontingent, weil sie davon abhängig sind, dass die evolutionäre Geschichte aufgrund bestimmter Bedingungen, die auch hätten anders sein können, einen bestimmten Verlauf genommen hat. Alle Perlsteisshühner legen auch deshalb leuchtend-grüne Eier, weil ihre Vorfahren bestimmte zufällige Mutationen hatten und sie bestimmten Umweltfaktoren ausgesetzt waren. Selbst unter denselben Bedingungen und Selektionsdrücken hätten funktional äquivalente Ergebnisse entstehen können (z.B. leuchtend-blaue Eier, die ebenfalls Nesträuber abschrecken), weil die natürliche Selektion blind gegenüber strukturellen Unterschieden mit identischer Funktion ist (Rosenberg 2001, 738). Außerdem ist es möglich, dass zukünftige evolutionäre Prozesse dazu führen, dass bestimmte biologische Verallgemeinerungen in der Zukunft nicht mehr gelten (z.B. wenn sich Nesträuber entwickeln, die sich vom Grünton der Eier nicht mehr abschrecken lassen). Folglich scheinen viele biologische Verallgemeinerungen nicht für alle Raumzeitregionen zu gelten und besitzen daher auch in diesem Sinne keine universelle Gültigkeit.

Einige Philosophen stimmen zu, dass biologische Verallgemeinerungen nicht universell gültig sind, kritisieren aber die Schlussfolgerung, dass es deshalb keine Gesetze in der Biologie gibt. Statt an der traditionellen Vorstellung von Gesetzen als strikten Naturgesetzen festzuhalten, schlagen sie vor, einen anderen Gesetzesbegriff einzuführen, der die epistemischen Rollen von Verallgemeinerungen in der biologischen Praxis (z.B. beim Erklären, Vorhersagen und Manipulieren) einfängt und der verschiedene Grade an Stabilität oder Invarianz zulässt (z.B. Mitchell 2003, Kapitel 5).

Biologische Mechanismen

In vielen Bereichen der Lebenswissenschaften sind Forscher damit beschäftigt, die Mechanismen aufzudecken, die bestimmten Phänomenen zugrunde liegen. Genetiker untersuchen die molekularen Mechanismen der Vererbung, Neurowissenschaftler beschreiben den Mechanismus der Weiterleitung elektrischer Signale im Gehirn und Ökologen identifizieren verschiedene Mechanismen, wie Spezies miteinander koexistieren können. In den letzten zwei Jahrzehnten haben Wissenschaftsphilosophen vermehrt auf die Bedeutung von Mechanismen und mechanistischen Erklärungen insbesondere für die Lebenswissenschaften hingewiesen (z.B. Machamer/Darden/Craver 2000; Glennan 2002; Craver 2007). Neben epistemischen Fragen, bei denen es z.B. um den Entdeckungsprozess und um die Repräsentation von Mechanismen geht, werden in der Debatte auch zahlreiche metaphysische Fragen diskutiert. Allen voran steht die Frage, was Mechanismen eigentlich sind. In der Debatte werden Mechanismen typischerweise dadurch charakterisiert, dass ihnen verschiedene zentrale Merkmale zugeschrieben werden. Mit diesen Merkmalen sind wiederum interessante metaphysische Fragen verknüpft.

Mechanismen sind Ganzheiten, die aus Teilen bestehen (so genannten Komponenten). Nach Ansicht von Machamer, Darden und Craver (2000) gehören die Komponenten von Mechanismen zwei verschiedenen, irreduziblen ontologischen Kategorien an: Entitäten und Aktivitäten. Das, was die Mechanisten als ‚Entitäten‘ bezeichnen, sind materielle Objekte (s. Kap. III.B.1), wie z.B. Proteine, Gene oder Organismen, die raumzeitlich verortet sind und bestimmte (stabile) Eigenschaften haben. Entitäten sind als Komponenten von Mechanismen notwendigerweise in bestimmte Aktivitäten involviert, z.B. Proteine binden an andere Moleküle, Gene werden transkribiert und Organismen pflanzen sich fort. Aktivitäten sind das, was Entitäten tun; sie sind zeitlich ausgedehnt (d.h. sie sind Okkurrenten wie z.B. Prozesse; Kaiser/Krickel 2016; s. Kap. III.C.3); sie sind die kausalen Komponenten von Mechanismen (s. Kap. V.C.2), die erklären, warum Mechanismen als Ganzes aktiv und produktiv sind. Die dualistische These, dass Mechanismen aus Entitäten und Aktivitäten bestehen, die zwei verschiedenen, nicht-reduzierbaren ontologischen Kategorien angehören, bleibt trotz terminologischer Annäherungen in der Debatte umstritten – auch weil unklar bleibt, welche Art von Ursachen Aktivitäten sind und worin ihre mutmaßliche Produktivität besteht (Kaiser im Erscheinen).

Ein zweites Charakteristikum von Mechanismen besteht darin, dass jeder Mechanismus für ein bestimmtes Phänomen verantwortlich ist (im Fall von etiologischen Mechanismen bedeutet ‚verantwortlich sein‘ verursachen, im Fall von konstitutiven Mechanismen bedeutet es konstituieren; Kaiser/Krickel 2016). Ein Mechanismus ist immer ein Mechanismus *für* ein bestimmtes Phänomen (Glennan 2002, 344) und wird auch über dieses Phänomen individuiert. Das bedeutet, dass ein Mechanismus nur aus denjenigen Entitäten und Aktivitäten besteht, die relevant für das Phänomen sind, für das er verantwortlich ist. Der Mechanismus für Proteinbiosynthese besteht z.B. nur aus Entitäten wie mRNA und Ribosomen und Aktivitäten wie Binden und Ablesen, die relevant dafür sind, dass eine Zelle Proteine herstellt. Diese Relevanzbedingungen zu spezifizieren und damit klare Individuierungskriterien für Mechanismen anzugeben, ist ein Problem, das Craver (2007, 139-150) versucht zu lösen und das ein Schwerpunkt der gegenwärtigen Debatte darstellt. Damit zusammen hängt auch die Frage, wie die Konstitutionsbeziehung zwischen (konstitutiven) Mechanismen und ihren Phänomenen metaphysisch zufriedenstellend spezifiziert werden kann (Kaiser/Krickel 2016).

Für Mechanismen ist außerdem charakteristisch, dass ihre Komponenten auf eine bestimmte Weise räumlich, zeitlich, und hierarchisch organisiert sind. Die Entitäten, aus denen Mechanismen bestehen, befinden sich an bestimmten Orten, haben eine gewisse Struktur und räumliche Orientierung zueinander, sind miteinander verbunden oder in

Kompartimente aufgeteilt. Das Ablaufen eines Mechanismus ist durch bestimmte zeitliche Stadien ausgezeichnet. Aktivitäten brauchen eine bestimmte Zeit und passieren früher oder später als andere. Die eine Aktivität verursacht die andere, wodurch eine gewisse produktive Kontinuität gewährleistet wird (Machamer/Darden/Craver 2000, 3). Des Weiteren sind Mechanismen in Hierarchien von Mechanismen eingebettet, weil für einige Komponenten von Mechanismen selbst wiederum Mechanismen verantwortlich sind. Trotz dieser Hierarchie betonen die Vertreter des mechanistischen Ansatzes, dass mechanistische Ebenen nur lokal sind und dass es unplausibel ist anzunehmen, dass die Welt in wenige, umfassende und klar definierte Ebenen der Organisation aufgeteilt ist (z.B. Moleküle-Zellen-Organen-Organismen-Populationen). Weitere Merkmale von Mechanismen wie ihre Regularität und ihr Verhältnis zu Gesetzen (s. Kap. V.C.1) werden kontrovers diskutiert.

Im Zusammenhang mit mechanistischen Erklärungen ist in jüngster Zeit eine Erklärungstheorie entwickelt worden, die als ‚ontisch‘ bezeichnet wird und die infrage stellt, dass Erklärungen ausschließlich epistemische Entitäten wie Repräsentationen, Beschreibungen oder Sätze sind. Craver (2007) argumentiert, dass mechanistische Erklärungen *in der Welt* existieren – ebenso wie Mechanismen und Kausalrelationen selbst. Ein solches Verständnis von Erklärungen als ontisch sei essentiell, um unterscheiden zu können, was adäquate, „echte“ Erklärungen sind und was rein phänomenologische Beschreibungen, Vorhersagen, Skizzen oder Repräsentationen von Mechanismen sind, die irrelevante Details beinhalten. Von den meisten Mechanisten wird die ontische Erklärungstheorie allerdings abgelehnt, weil sie epistemische Bedingungen von Erklärung ignoriert und z.B. Erklärung vom Verstehen abkoppelt.

Weiterführende Literatur

Der Sammelband *The Nature of Life* (Bedau/Cleland 2010) vereint klassische Texte zum Thema Leben und Lebewesen aus Philosophie und Naturwissenschaft mit aktuellen Beiträgen zur Debatte um künstliches Leben und um eine Definition und Erklärung von Leben. Aufgrund seiner Vielfältigkeit ist der Sammelband ein idealer Ort zum Stöbern und zum Vertiefen einzelner Themen.

Das Buch *Biological Individuality: The Identity and Persistence of Living Entities* von Jack Wilson (1999) versteht sich als ein Beitrag sowohl zur Metaphysik als auch zur Philosophie der Biologie und eignet sich daher gut für den Fall, dass Metaphysiker das Thema der biologischen Individualität vertiefen und eine spezielle Position in der Debatte kennenlernen möchten. Wer mehr zu den in der Debatte diskutierten Kriterien für biologische Individualität erfahren möchte, liest am besten Clarke (2010).

Ereshewskys Lexikonbeitrag (2010) zum Thema biologische Arten bietet eine gute und ausführliche Einführung der metaphysischen Diskussionen um dieses Thema und bietet eine ausführliche Literaturliste zum Weiterlesen.

In dem fünften Kapitel ihres Buchs (2003) diskutiert Mitchell traditionelle normative Ansätze, die biologische Gesetze als strikte, universell gültige Naturgesetze auffassen, und kontrastiert sie mit ihrem pragmatischen Ansatz biologischer Gesetze. Damit zeigt dieses Kapitel gut, worin das Problem der Anwendung klassischer metaphysischer Debatten um Naturgesetze auf die Biologie besteht und liefert gleichzeitig einen (wenn auch kontroversen) Lösungsvorschlag.

Der Zeitschriftenartikel *Thinking About Mechanisms* (Machamer/Darden/Craver 2000) hat wesentlich dazu beigetragen, die Debatte um Mechanismen in den Lebenswissenschaften populär zu machen. Außerdem eignet er sich besonders zur Vertiefung metaphysischer Fragestellungen im Zusammenhang mit Mechanismen, weil in ihm z.B. der Entitäten-Aktivitäten-Dualismus verteidigt wird und auch das Verhältnis zwischen Aktivitäten und Kausalität bzw. Gesetzen expliziert wird.

Literaturverzeichnis

- Beatty, John: The Evolutionary Contingency Thesis. In: Gereon Wolters/James Lennox (Hg.): *Concepts, Theories, and Rationality in the Biological Sciences*. Pittsburgh 1995, 45-81.
- Bedau, Mark A./ Cleland, Carol E. (Hg.): *The Nature of Life: Classical and Contemporary Perspectives from Philosophy and Science*. Cambridge 2010.
- Boyd, Richard: Homeostasis, Species, and Higher Taxa. In: Robert A. Wilson (Hg.): *Species. New Interdisciplinary Essays*. Cambridge 1999, 141-185.
- Clarke, Ellen: The Problem of Biological Individuality. In: *Biological Theory* 5/4 (2010), 312-325.
- Craver, Carl F.: *Explaining the Brain. Mechanisms and the Mosaic Unity of Neuroscience*. Oxford 2007.
- Devitt, Michael: Resurrecting Biological Essentialism. In: *Philosophy of Science* 75/3 (2008), 344-382.
- Dupré, John: *Processes of Life. Essays in the Philosophy of Biology*. Oxford 2012.
- Ereshefsky, Marc: Species. In: Edward N. Zalta (Hg.): *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (2010), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/spr2010/entries/species/>.
- Glennan, Stuart S.: Rethinking Mechanistic Explanation. In: *Philosophy of Science* 69/3 (2002), 342-353.
- Godfrey-Smith, Peter: *Darwinian Populations and Natural Selection*. Oxford 2009.
- Hull, David L.: A Matter of Individuality. In: *Philosophy of Science* 45/3 (1978), 335-360.
- Hüttemann, Andreas: Naturgesetze. In: Andreas Bartels/Manfred Stöckler (Hg.): *Wissenschaftstheorie. Texte zur Einführung*. Paderborn 2007, 135-153.
- Kaiser, Marie I./Krickel, Beate: The Metaphysics of Constitutive Mechanistic Phenomena. In: *British Journal for Philosophy of Science* (2016).
- Kitcher Phillip: Species. In: *Philosophy of Science* 51/2 (1984), 308-333.
- Machamer, Peter/Darden, Lindley/Craver, Carl F.: Thinking About Mechanisms. In: *Philosophy of Science* 67/1 (2000), 1-25.
- Mitchell, Sandra D.: *Biological Complexity and Integrative Pluralism*. Cambridge 2003.
- Rosenberg, Alexander: How Is Biological Explanation Possible? In: *British Journal for Philosophy of Science* 52/4 (2001), 735-760.
- Toepfer, Georg: Der Begriff des Lebens. In: Ulrich Krohs/Ders. (Hg.): *Philosophie der Biologie. Eine Einführung*. Frankfurt am Main 2005, 157-174.
- Wilson, Jack: *Biological Individuality: The Identity and Persistence of Living Entities*. Cambridge 1999.
- Wilson, Robert A.: *Genes and the Agents of Life. The Individual in the Fragile Sciences*. Cambridge 2005.

Stichworte

Natürliche Arten (III.A.3); Individuen (III.B.1); Prozesse (III.C.3); Mereologie (V.B.1); Reduktionismus/Emergenz (V.B.3); Naturgesetze (V.C.1); Kausalität (V.C.2); Themen aus den Sozialwissenschaften (V.C.6); Essenzen (VI.C.3); Aposteriorische Metaphysik (VII.1); Meta-Metaphysik (VII.5)