

Funktion

Ulrich Krohs

Organen, Geweben, Zellen sowie biochemischen Komponenten von Lebewesen werden Funktionen zugeschrieben. Mit der Rede von Funktionseinschränkungen und Fehlfunktionen werden Funktionen auf eine Norm bezogen. In solchen normativen Bewertungen der Leistung von Komponenten eines Systems unterscheidet sich die Biologie grundsätzlich von der Physik, die darauf seit der Renaissance verzichtet. Das Verständnis dieser Besonderheit der Biologie erfordert eine genauere Erläuterung des Funktionsbegriffs. Die Konzeptionen dafür reichen von Ansätzen, die den Funktionsstatus mit der evolutionären Entstehung eines Merkmals begründen, über solche, die allein den Beitrag zur Integrität eines Organismus zum Kriterium für Funktionalität nehmen, bis zu Ansätzen, die den Grund für die Verwendung von Funktionsaussagen in der Eigenart der Biologie sehen, Lebewesen *als Organismen zu betrachten* und nicht lediglich als physikalisch-chemische Systeme. In unterschiedlichen Phasen biologischer Theoriebildung und in unterschiedlichen Teildisziplinen wird diese Betrachtungsweise jedoch unterschiedlich gerechtfertigt. Dies wirft die Frage auf, ob der Funktionsbegriff vereinheitlicht werden kann oder aber theorienrelativ erläutert werden muss.

Zitations- und Lizenzhinweis

Krohs, Ulrich (2023): Funktion. In: Kirchhoff, Thomas (Hg.): Online Encyclopedia Philosophy of Nature / Online Lexikon Naturphilosophie. ISSN 2629-8821. doi: 10.11588/oepn.2023.1.93954.

Dieses Werk ist unter der Creative Commons-Lizenz 4.0 (CC BY-ND 4.0) veröffentlicht.

1. Eingrenzung des biologischen Funktionsbegriffs

Als ‚functio‘ wurde im Mittelalter die Ausübung eines öffentlichen Amtes gefasst. Der im 16. Jahrhundert aufkommende biologische Funktionsbegriff (Toepfer 2011: I, 644) knüpft an diese ursprüngliche Bedeutung an. So, wie das Amt immer Amt in einem Gemeinwesen ist und zu diesem beiträgt, ist die Funktion eines biologischen Merkmals bezogen auf ein übergeordnetes System. Sie ist Rolle in einem System. Flügel, Beine und Herzen sind nicht allein morphologisch ausgewiesen, sondern über ihre Funktionen bei der Fortbewegung oder beim Pumpen von Blut oder Hämolymphe bestimmt. Und wie eine Amtsträgerin über ihr Amt charakterisiert oder klassifiziert werden kann, als Richterin, Bürgermeister oder Sekretär, so kann auch die Funktion dazu dienen, den Funktionsträger zu klassifizieren.

Die Anbindung des biologischen Funktionsbegriffs an die Ausübung eines Amtes betont einen Aspekt, der ihn sowohl interessant als auch problematisch erscheinen lässt: Ist die Funktion eine Rolle, so können an deren Erfüllung Erwartungen geknüpft werden. An diesen

gemessen kann die Funktion besser oder schlechter ausgeübt werden. Eine Funktionszuschreibung dieser Art bezieht sich somit implizit oder explizit auf eine Norm, die zwar in vielen Fällen vage sein mag, deren Erfüllung aber grundsätzlich von dem Funktionsträger erwartet wird. Funktionen werden somit nicht nur gegenüber anderem, was keine Funktion ist, abgegrenzt, sondern auch gegen Dysfunktionen. Ein Funktionsträger, der seine Funktion nicht erfüllt, verliert nicht seinen Status als Funktionsträger, womit ja die Norm entfiel, sondern er erfüllt diese Norm nicht. Für die Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnis sind solche Dysfunktionen sogar besonders wichtig, ermöglichen sie doch häufig erst das Erfassen und Erforschen von Funktionen (Krohs 2010; 2023; Roux 2018; Schweitzer 2019).

Noch stärker gefasst wird gesagt, der Funktionsträger diene dem Zweck oder habe den Zweck, eine bestimmte Leistung zu erbringen. Der Funktionsbegriff ist somit, zumindest seinem Ursprung nach, ein teleologischer Begriff (gr. *telos* = Zweck, Ziel). Ein erheblicher Teil der zeitgenössischen Debatte um den biologischen Funktionsbegriff behandelt diesen teleologischen Aspekt (vgl. Allen/Neal 2020), der im

Kontext einer deskriptiven Naturwissenschaft problematisch ist. Aus der Physik wurde die teleologische Betrachtung in der Renaissance eliminiert, ohne dass damit ein Verlust von Erklärungskraft physikalischer Theorien verbunden gewesen wäre (Woodfield 1998). Eliminationsversuche wurden auch in der Biologie unternommen. So versuchten der klassische und der radikale Behaviorismus, funktionale Betrachtungen vollständig zu umgehen und lediglich regelmäßige Input-Output-Verknüpfungen zu beschreiben (Watson 1913). Reaktionen auf Reize seien nicht zweckhaft zu verstehen, sondern als Verhalten, dessen Eintrittswahrscheinlichkeit in bestimmten Situationen durch Konditionierung erhöht wurde (Skinner 1953: chapter 5, section „Goals, purposes, and other final causes“). Die vollständige Abkehr von jeglicher teleologischer Rede konnte jedoch nicht überzeugen und wurde für die Biologie wieder aufgegeben. Weshalb aber erscheint die Rede von Zwecken in der Biologie im Gegensatz zur Physik erhellend und vielleicht sogar erkenntnisfördernd, und wie lässt sich angesichts dieser Situation die Wissenschaftlichkeit derjenigen biologischen Disziplinen retten, die wie die Physiologie mit Funktionszuschreibungen arbeiten? Zur Lösung dieser Problematik sind verschiedene Vorschläge der Naturalisierung des teleologischen Gehalts des Funktionsbegriffs ausgearbeitet worden. Naturalisierungen erläutern, was in der physischen Welt der Fall sein muss, damit gerechtfertigterweise eine normativ verstandene Funktion zugeschrieben werden kann. Gefordert wird beispielsweise eine bestimmte Verfasstheit oder auch eine bestimmte ontogenetische oder phylogenetische Vorgeschichte des Systems, zu dessen Leistung die Funktion beiträgt. Heute liegt eine Vielzahl unterschiedlich explizierter Funktionsbegriffe vor, ebenso aber auch Ansätze, diese zu vereinheitlichen.

Abzugrenzen ist der biologische vom mathematischen Funktionsbegriff. Dieser bezieht sich auf formale Eigenschaften bestimmter sog. Abbildungen, das heißt eindeutiger Zuordnungen eines Elements y einer Menge zu einem Element x einer anderen Menge. Wie in allen mathematisierten Wissenschaften spielt er zwar in der Biologie ebenfalls eine Rolle, hat aber mit dem Begriff der biologischen Funktion lediglich die historischen Wurzeln des Wortes „Funktion“ gemein.

2. Historische Positionen

Wenn auch der Terminus „Funktion“ seinen Ursprung im lateinischen Mittelalter hat, so reicht doch die philosophische Auseinandersetzung mit der oft fraglos als offensichtlich hingenommenen Zweckhaftigkeit von Prozessen in der belebten Natur bis in die griechische Antike zurück (vgl. Sorabji 1964). Im Folgenden werden Schlaglichter auf einige Ansätze geworfen, die als Vorläufer für die aktuelle Debatte besonders wichtig sind.

2.1 Aristoteles

Die Anwendung des Zweckbegriffs auf die Organe (von griechisch *organon* = Werkzeug) von Lebewesen ist für Aristoteles nicht nur unproblematisch, sondern erforderlich. Dies allerdings nicht, weil Lebewesen einen Sonderstatus hätten, sondern weil für ihn jedes Ding auf vier Arten von Ursachen zurückzuführen ist bzw. auf vier Arten erklärt werden muss (Aristoteles, Physik II, 3, 194b). Zu diesen gehört es anzugeben, „worum willen“ (*hou heneka*) etwas da ist. Aristoteles kennt also eine Ziel- oder Zweckursache, neben der Wirkursache, durch die etwas hervorgebracht wird, die das „woher des Anfangs der Bewegung“ (*hothen hē archē tēs kinēseōs*) betrifft und die einem modernen Verständnis von Kausalität nahe kommt, ohne dieses jedoch vorwegzunehmen. Ergänzt wird das Quartett der Ursachen durch die materiale und die Formursache. Letztere steht in engem Bezug zum Zweck. So ist z.B. Zweck des Auges für Aristoteles das Sehen, seine Form das Sehvermögen (Aristoteles, De Anima 412b). Das Vorhandensein und die Leistungen eines Organs werden unter Bezugnahme auf seinen Zweck erklärt. Ebenso hat für Aristoteles das Fallen eines Steines eine Zielursache: Der Stein fällt, um seinen natürlichen Ort am Boden zu erreichen (vgl. Woodfield 1998). Dies ist keinesfalls als „Rückwärtsverursachung“ zu verstehen, wie zuweilen missinterpretiert wird. Die Zielursache ist für Aristoteles keine aus der Zukunft *per tractionem* („durch Ziehen“) wirkende Ursache, die abgesehen von der Zeitrichtung der „regulären“ Verursachung *per actionem* entspricht, wie es in der Scholastik diskutiert wurde, sondern der Zweck des betrachteten Dinges (vgl. Kullmann 1998: 261–272; Woodfield 1998).

2.2 Neuzeit

Descartes und Leibniz

In der seit der Renaissance entstehenden modernen Naturwissenschaft wird der Anführung von Zielursachen oder Zwecken hinsichtlich unbelebter Naturgegenstände kein Erklärungswert mehr zugemessen. Wenn weiterhin Organen von Lebewesen Zwecke oder, wie es nun heißt, Funktionen zugeschrieben werden, muss dies anders als über Zielursachen gerechtfertigt werden.

René Descartes vertritt ein Maschinenmodell des Organismus. Es scheint nahezu liegen, Funktionen in Maschinen als vom Konstrukteur deren Komponenten zugeordnet zu betrachten. Descartes rekonstruiert biologische Funktionen jedoch nicht unter Ausnutzung dieses Aspekts der Metapher. Erklärungen unter Bezug auf Zwecke könnten in Bezug auf Lebewesen allenfalls Gottes Zwecke anführen. Diese seien uns jedoch nicht zugänglich. Somit sei auch eine sich darauf stützende Erklärungsform bezüglich der belebten Natur nicht anwendbar. Descartes nutzt die Maschinenmetapher stattdessen in anderer Weise: Er betont den wechselseitigen Bezug der Komponenten aufeinander. Wie die Räder eines Uhrwerks, welche dazu disponiert sind, in bestimmter Weise aufeinander einzuwirken, seien die Organe eines Lebewesens aufeinander bezogen. Unter deren Funktion versteht er deshalb die natürliche Disposition der Teile eines Organismus (Descartes, Meditationen IV.7; Toepfer 2004: 10).

Gottfried Wilhelm Leibniz hingegen lässt Naturerklärungen auf teleologisch-funktionale Art zu. Er stellt sie neben Erklärungen auf mechanistische Art, ohne beide miteinander verbinden zu wollen (Leibniz, Monadologie § 79). Allerdings kann er kein Kriterium angeben, das die Zuschreibung von Zwecken einschränken würde. Das führt zu einer Beliebigkeit funktionaler Erklärungen, gegen die Voltaire polemisiert: Wenn man nur geschickt genug darin sei, Zwecke anzugeben, könne man eine geradezu unerschöpfliche Vielfalt angeblicher Funktionen erfinden, z.B. diejenige der Nase, das Tragen einer Brille zu ermöglichen (Voltaire, *Candide*).

Kant

Wie Descartes sieht Immanuel Kant den wechselseitigen Bezug der Organe als Besonderheit der Lebewesen an.

Er erfasst dies mit dem Begriff des *organisierten Wesens*. Obwohl er damit über einen Organismusbegriff verfügt, durch den spätere Autoren Zweck- oder Funktionsaussagen gerechtfertigt sehen, schreibt Kant der Organisation der Lebewesen und den Teilen des Organismus keine Zwecke zu (dies jedoch aus anderen Gründen als Descartes, was gleich besprochen wird). Anders als Descartes erkennt Kant jedoch den explanatorischen Wert teleologischer Aussagen in Bezug auf Lebewesen an. Zwar können wir nichts über einen Zweck der Organisation von Lebewesen sagen; wir können nicht sagen, dass ein Organ den Zweck *habe*, etwas Bestimmtes in dem Lebewesen zu bewirken oder in bestimmter Weise mit einem anderen Organ zusammenzuspielen. Jedoch können wir ihr *Zweckmäßigkeit zusprechen*: Wir können feststellen, dass die Organisation zu einem (vorgestellten) Zweck passt. Zweckmäßigkeitsbetrachtungen haben für Kant einen Als-ob-Charakter (vgl. jedoch Gambarotto/Nahas 2022). Sie dienen uns dazu, die Organisation der Lebewesen zu erklären. Sie bilden eine unerlässliche Ergänzung zu physikalisch-mechanistischen Erklärungen von Lebensprozessen. Selbst wenn Lebensprozesse eines Tages vollständig mechanistisch erklärt werden könnten, würden sie nicht überflüssig (Bartuschat 1972: 195; Teufel 2011).

Dass wir laut Kant Teilen von Lebewesen keine Zwecke zusprechen können, liegt daran, dass der Zweckbegriff für ihn kein *konstitutiver* Begriff ist, unter den die Gegenstände der Erfahrung fallen können bzw. durch den sie bestimmt sind, wie es für den Kausalbegriff und die anderen Kategorien gilt. Eine eventuelle tatsächliche Gerichtetheit auf Zwecke vermöge unsere begrenzte Vernunft somit gar nicht zu erfassen (Kant, KU § 67). Stattdessen sei der Zweckbegriff eine *regulative* Idee unseres Verstandes, mit der wir die wechselseitige Abhängigkeit der Teile eines Organismus voneinander erklären können. Trotz ihres Als-ob-Charakters sind Zweckmäßigkeitsbetrachtungen laut Kant notwendig, da sich unsere Vernunft anders keinen Reim auf die wechselseitige Abhängigkeit der Komponenten organisierter Wesen machen könne. Denn diese stelle eine zirkuläre Abhängigkeit dar, wohingegen Kausalität grundsätzlich linear sei. Deshalb sei der Kausalitätsbegriff auf wechselseitige Abhängigkeit nur unter der Annahme von Zweckmäßigkeit anwendbar. Lebewesen sind aus Perspektive des menschlichen Verstandes somit zweckmäßig organisierte Ganzheiten (Kant, KU §§ 64 f.).

2.3 Funktionsbegriffe der Biologie bis Darwin

Der Ursprung der Biologie wird oft in der Untersuchung des Blutkreislaufs durch William Harvey im frühen 17. Jahrhundert gesehen. Wie sein Zeitgenosse Descartes vertrat er ein physikalisch-mechanistisches Bild des Lebewesens. Eine Biologie, die Organismen als Gegenstände eigener Art betrachtet und deshalb gegenüber der Physik eigenständige Erkenntnisweisen beansprucht, entsteht erst um 1800, also in der Zeit, in der auch Kants Reflexionen zur Zweckmäßigkeit angesiedelt sind (Toepfer 2011: I, 258). Harvey setzt zwar den Funktionsbegriff ein, um den Blutkreislauf zu beschreiben, aber keinesfalls so, wie von späteren Philosophen unterstellt (siehe prominent z.B. Wright 1973), die wähnen, Harveys Verwendung des Funktionsbegriffs bedeute, dass er erklären wollte, wozu das Herz da sei. An wenigen Stellen spricht Harvey zwar von „*functio*“, aber nirgends bezeichnet er diese als Grund für das Dasein des Herzens oder als seinen Zweck. Stattdessen scheint er sich darum zu bemühen, keinen Unterschied zwischen „*actio*“ und „*functio*“ (und auch „*officium*“) aufkommen zu lassen. Er setzt sogar beide gleich und spricht von „Aktion oder Funktion des Herzens“ – „*et hanc esse actionem sive functionem cordis*“ (Harvey 1628: 58; vgl. Krohs 2004: 55 f.).

Eine zentrale Rolle übernimmt der Funktionsbegriff erst bei Georges Cuvier, indem dieser die Struktur biologischer Merkmale aus ihrer Funktion erklärt. Diese Sichtweise ist Ausdruck eines physiko-theologischen Weltbildes, das unter Annahme eines göttlichen Planes keine Schwierigkeit darin sieht, Funktionen auf Zwecke auszurichten, die ein göttlicher Plan für die Merkmale vorgesehen hat (Toepfer 2011: I, 646). Aus dem frühneuzeitlichen rein physikalischen Mechanismus wird der Entwurf eines göttlichen Ingenieurs. Auch Étienne Geoffroy St.-Hilaire, der gegen Cuvier anführte, dass nicht Funktionen, sondern die morphologische Organisation grundlegender Baupläne die Anatomie einer Art bestimme, sprach von Funktionen, sah deren Erfordernis jedoch im Bauplan eines Organismus begründet (ebd.; ausführlich hierzu siehe Cheung 2000).

Charles Darwin schließlich bietet mit seiner Evolutionstheorie eine Erklärung für die Entstehung der komplexen Morphologie der Organismen, die zugleich die Entstehung der Baupläne erklärt. Über Funktionen, funktionale Unterschiede und funktionale Relationen zwischen Organismen

spricht er unbefangen. Sie gelten ihm als ablesbar aus der Struktur der Merkmale, dem Bau der Organismen und ihrer Interaktion mit dem Lebensraum. Häufig finden sich Formulierungen, die sogar explizit auf Zwecke oder auf fehlende Zwecke Bezug nehmen (Lennox 1993). Diese spiegeln sich für Darwin in dem *fit* (der Passung) eines Organismus bzw. eines Merkmals in die Umwelt (Krohs 2022). So kontrastiert Darwin Charakterisierungen wie „*specialized for particular functions*“ mit „*serve for one special purpose alone*“ (Darwin 1859, 149), spricht über Anpassungen an „*specific purposes*“ (158) und erwähnt auch explizit einen Fall, in dem kein Zweck mehr vorliege: *Apteryx* gebrauchte seine Flügel „*functionally for no purpose*“ (182). Auch beschreibt er den evolutionären Wandel solcher Funktionen oder Zwecke mit Formulierungen wie der folgenden: „*the swimbladder in fishes [...] shows us clearly the highly important fact that an organ originally constructed for one purpose, namely flotation, may be converted into one for a wholly different purpose, namely respiration*“ (190).

3. Die Debatte im 20. Jahrhundert

Mit der Hinwendung der zunächst stark auf die Physik fokussierten Wissenschaftsphilosophie auch zur Biologie entspann sich in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine ausführliche Diskussion um eine adäquate Explikation des biologischen Funktionsbegriffs. Diese wurde thematisch von der Teleologie-Problematik dominiert. Mit einer wichtigen Ausnahme wurden sowohl Descartes Konzeption, Funktionen als natürliche Dispositionen zu betrachten, als auch die Kantische Subjektabhängigkeit des bloßen *Zusprechens* von Zweckmäßigkeit als zu schwach empfunden, um die Bedeutung von Funktionsaussagen in biologischen Erklärungen erfassen zu können.

3.1 Funktionale Erklärung

Zunächst stand die so genannte funktionale Erklärung im Vordergrund, die Erklärung der Existenz eines Funktionsträgers unter Rückgriff auf seine Wirkung: Herzen sind *vorhanden*, weil sie Blut pumpen. Carl Gustav Hempel (1959) überprüft, ob dies eine gültige Erklärung sein könne, indem er die Aussage an das Schema der deduktiv-nomologischen Erklärung anbindet. Gemäß diesem Schema ist ein Sachverhalt dann erklärt, wenn er aus allgemeinen Gesetzmäßigkeiten unter

Berücksichtigung der speziellen Gegebenheiten gemäß logischer Schlusschemata abgeleitet werden kann. Für die Erklärung der Existenz eines Herzens lautet eine Einsetzungsinstanz dieses Schemas:

Alle normalen Wirbeltiere haben zirkulierendes Blut
Alle Herzen bewirken Blutzirkulation
Fido ist ein normales Wirbeltier
Fido hat ein Herz

Dies ist jedoch, wie Hempel feststellt, kein gültiger Schluss und Blutzirkulation könnte auch auf andere Weise hervorgebracht werden. Allenfalls könne auf ein Element der Klasse Blutzirkulation bewirkender Entitäten geschlossen werden, was jedoch wenig informativ sei und gerade nicht das Vorhandensein eines Herzens erkläre.

In ähnlicher Weise greift Ernest Nagel (1961) die Problematik auf. Sein Lösungsansatz besteht darin, das zu erklärende Merkmal als notwendige Bedingung für das Auftreten des beobachteten Phänomens auszuweisen. Das Vorhandensein von Chlorophyll sei eine notwendige Bedingung für den Ablauf der Photosynthese, weshalb vom Vorliegen von Photosynthese auf die Anwesenheit von Chlorophyll geschlossen werden könne. Jedoch sind Funktionen grundsätzlich auf verschiedene Weise realisierbar, sodass die angenommene Notwendigkeit weder logisch noch physikalisch besteht. Und tatsächlich ist der Antennenkomplex, dem der größte Anteil des Chlorophylls zugehört, u.a. in Cyanobakterien mit anderen Pigmenten realisiert. Auch das Reaktionszentrum kann statt aus einem Paar Chlorophyll *a*-Molekülen aus einem Paar Bacteriochlorophyll-Molekülen bestehen (Niel 1932).

3.2 Ätiologische Funktionsbegriffe

Nach dem Scheitern der Versuche, funktionale Erklärungen zu rechtfertigen, verschiebt sich das philosophische Interesse darauf, den Funktionsbegriff seiner intendierten Verwendungsweise nach angemessen zu explizieren. Eine Explikation ersetzt das breite Spektrum von Bedeutungen und Konnotationen eines ursprünglich unexakten und schillernden Begriffs durch einen exakten Begriff geringeren Umfangs. Es gibt nicht eine richtige Explikation neben falschen oder fehlgehenden, sondern in unterschiedlichen Explikationen manifestieren sich unterschiedliche Vorstellungen davon, was unter einer

Funktion verstanden werden sollte. So kann dieselbe Explikation je nach philosophischer Position als passend oder als unangemessen angesehen werden.

Den größten Einfluss auf die Debatte haben Ansätze entwickelt, die eine bestimmte Kausalgeschichte (Ätiologie) als Bedingung für Funktionalität ansehen. In diesen spielt die Vorstellung der funktionalen Erklärung weiterhin eine Rolle. Besonders deutlich wird dies in Larry Wrights Ansatz (1973), der gleichsam als Urform der ätiologischen Ansätze gilt. Wright erläutert die Bedeutung der Aussage „Die Funktion von X ist Z“ mit einer zweigliedrigen Definition des Funktionsbegriffs, in der die funktionale Erklärung in modifizierter Form als erste Bedingung auftritt.

Die Funktion von X ist Z *bedeutet*:

(W1) X ist vorhanden, weil es Z vollführt;

(W2) Z ist eine Folge (oder ein Ergebnis) davon, dass X vorhanden ist (Wright 1973: 161).

In der Verknüpfung der beiden Bedingungen wird die zyklische Kausalstruktur deutlich, auf die bereits Kant hingewiesen hatte: X bewirkt Z (W2) und Z bewirkt, dass X da ist (W1). X bewirkt sich demnach offenbar selbst oder bringt sich selbst hervor. Das ist erläuterungsbedürftig. Als plausible Interpretation gilt beispielsweise folgende evolutionäre Beschreibung: Herzen bewegen im Körper Blut, und sie sind heute vorhanden, weil Herzen auch in früheren Organismen Blut bewegt haben. Gemäß dieser evolutionsbiologischen Interpretation kann sich das „es“ in (W1) nicht auf das konkrete X beziehen, das gerade betrachtet wird. Allenfalls Vorgänger vom selben Typ können kausal zum Vorhandensein des aktuell betrachteten Merkmals beigetragen haben. Das Vollführen von Z hingegen ist eine Folge sowohl früherer als auch des aktuell betrachteten X.

Karen Neander (1991) entwickelt Wrights Ansatz weiter, indem sie – mit Peter Strawsons (1959: 231) Verallgemeinerung eines Gedankens von Charles S. Peirce (1906: CP 4.537) – klar zwischen Merkmalstyp (*type*) und Vorkommnis oder Instantiierung eines Merkmals (*token*) unterscheidet und die vorliegenden Kausalverhältnisse unter explizitem Bezug auf einen Mechanismus der evolutionären Anpassung klärt. Ein Effekt oder eine Wirkung eines Merkmals ist nach Neander genau dann seine Funktion oder eine seiner Funktionen, wenn es eine Instantiierung (*token*) eines

Merkmalstyps (*type*) ist, der wegen dieses Effekts im Evolutionsprozess selektiert, also positiv ausgewählt wurde. Die Selektion eines Merkmalstyps, der ein Abstraktum ist, beruht dabei selbstverständlich auf kausalen Wechselwirkungen *konkreter* Merkmale, also früherer Instantiierungen des Typs. Neander gelingt es damit, die Unklarheit aufzulösen, die bei Wright blieb: Eine gegebene Instantiierung (*token*) eines bestimmten Merkmalstyps ist vorhanden, weil Merkmale dieses Typs Effekte eines bestimmten Typs hervorbringen, und weil diese zum Überleben von Individuen beigetragen haben, die über Instantiierungen dieses Merkmalstyps verfügten.

Ruth Millikan (1984) wählt einen anderen Weg, um die Type-Token-Problematik aufzulösen. Sie transformiert den ätiologischen Ansatz vollständig auf die Ebene der Konkreta (*token*) und beschreibt den Zusammenhang zwischen früheren und aktuell vorliegenden konkreten Merkmalen ohne Rückgriff auf die Zugehörigkeit zu einem gemeinsamen Typ (*type*). Dies gelingt ihr – eng angelehnt an das, was als Darwins Populationsdenken beschrieben wurde (Mayr 1959) – über die Betrachtung von Populationen und Abstammungsverhältnissen. Konkrete Organismen stammen von anderen konkreten Organismen ab, sodass eine Population in ihrer zeitlichen Entwicklung als eine reproduktive Familie betrachtet werden kann. Zugehörigkeit zu derselben reproduktiven Familie ersetzt im Populationsdenken die Klassifikation von Organismen nach Typen, die über Eigenschaften definiert werden. Millikan überträgt diesen Gedanken auf Merkmale. Als Funktionen betrachtet sie diejenigen Effekte der betrachteten biologischen Merkmale einer reproduktiven Familie, wegen derer diese Merkmale selektiert, das heißt im Evolutionsprozess erhalten geblieben sind. Kurz gesagt: Funktionen sind selektierte Effekte oder selektierte Rollen von Komponenten eines Systems.

Allerdings gehen Merkmale von Organismen nur indirekt durch Reproduktion auseinander hervor. Es gibt keine Familien von sich fortpflanzenden Herzen oder Nieren. Millikan muss deshalb einigen begrifflichen Aufwand betreiben, um ihre Präzisierung von Wrights Ansatz streng zu fassen. Wichtig ist die Einführung des Begriffs einer reproduktiv etablierten Familie (REF): Auch wenn die Herzen der Tiere einer bestimmten Tierart keine reproduktive Familie bilden, so ist deren Familienzusammengehörigkeit doch reproduktiv *etabliert*.

Sie ist etabliert über die Reproduktion der Tiere, die dieses Merkmal tragen.

Anders als in Neanders Ansatz ist damit die Strukturgleichheit beispielsweise von Herzen kein Klassifikationskriterium, mit dem sich Funktionsaussagen begründen ließen, sondern lediglich eine Konsequenz der Abstammungsverhältnisse (Millikan 1984: 20). Millikan definiert dementsprechend einen Begriff der eigentümlichen Funktion:

Die eigentümliche Funktion (*proper function*) eines Mitglieds *m* einer REF ist eine solche Wirkung oder systemische Rolle der Mitglieder einer REF, die von Verfahren von *m* ausgeübt wurde, und deren Ausübung kausal darauf Einfluss hatte, dass *m* hervorgebracht wurde (vereinfacht nach Millikan 1984: 28).

Als großer Vorteil ätiologischer Ansätze gilt, dass sie die Normativität des Funktionsbegriffs erläutern können: Die Selektionsgeschichte setzt die Norm, an der gemessen wird, ob ein Merkmal funktional oder dysfunktional ist. Manchmal wurde allerdings bestritten, dass dieses Ziel tatsächlich erreicht wird (Prior 1985; Davies 2000).

Die ätiologischen Ansätze wurden in unterschiedlicher Weise modifiziert. Nach dem „recent history approach“ (z.B. Peter Godfrey-Smith 1994) ist für eine Funktion lediglich die jüngere Selektionsgeschichte relevant. Eine ehemalige Rolle eines Merkmals, die in jüngerer Zeit nichts mehr zur Selektion beiträgt, verliert damit den Status als Funktion. Nach Millikan würde das Merkmal in diesem Fall dysfunktional. Im „forward looking view“ wird statt der evolutionären Vergangenheit die evolutionäre Zukunft eines Merkmals betrachtet. Eine Funktion wäre dann ein solcher Beitrag eines Merkmals zu einer organismischen Leistung, der zum Fortpflanzungserfolg des Organismus und zu seinem genetischen Beitrag zu zukünftigen Generationen beiträgt (Bigelow/Pargetter 1987). Dies erlaubt es, ein neues Merkmal bereits bei seinem ersten Auftreten als funktional zu betrachten, obwohl es zu diesem Zeitpunkt noch keinen Beitrag zur Selektion geleistet hat.

Problematisch an ätiologischen Theorien der Funktion ist es, dass ausschließlich adaptive Prozesse als Funktionen generierend akzeptiert werden. Dies entspricht zwar dem lange vorherrschenden Bild evolutionärer Prozesse, lässt jedoch neuere Entwicklungen der Evolutionstheorie unberücksichtigt. Die alleinige Relevanz adaptiver Prozesse wurde bereits von der neutralen Theorie der Evolution bestritten, die die Relevanz

genetischer Drift für evolutionäre Prozesse hervorhebt (Kimura 1955). Allerdings kann neutrale Drift wohl nicht allein die Etablierung von Funktionen erklären. Gewichtiger ist es, dass die „Erweiterte Synthetische Theorie“ der Evolution mit guten Argumenten in Frage stellt, dass die Reproduktion von Merkmalen allein auf das Genom eines Organismus zurückzuführen ist. Sie gibt den Genzentrismus zu Gunsten einer Betrachtung der Organismus-Umwelt-Interaktion und einer Berücksichtigung epigenetischer und gegebenenfalls umwelt- und kulturvermittelter Vererbung auf (Odling-Smee 1988; Odling-Smee et al. 2003; Laland et al. 2014; Sultan 2015; vgl. unten, Abschnitt 3.5). Eine Familie von Merkmalen kann demnach nicht allein reproduktiv etabliert sein, sofern Reproduktion im Sinne Millikans als Kopiervorgang verstanden wird.

3.3 Funktionale Analyse

Robert Cummins (1975) expliziert den Funktionsbegriff unter Rückgriff auf die Rolle, die eine Komponente in einem System spielt. Der Organismus wird als ein System interagierender Subsysteme betrachtet, die bestimmte Leistungen erbringen und ihrerseits aus Komponenten bestehen. Um eine Leistung des Systems oder eines Subsystems zu erklären, muss in der Regel das Zusammenspiel mehrerer Komponenten und deren jeweiliger Beitrag zur Gesamtleistung untersucht werden. Einen solchen Beitrag zu einer Systemleistung bezeichnet Cummins als Funktionen der betrachteten Komponenten. Im Gegensatz zu ätiologischen Ansätzen ergibt sich in diesem systemanalytischen Ansatz die Funktion somit allein aus der Einbettung in ein System, ohne dass dessen Kausalgeschichte eine Rolle spielt:

x funktioniert in s als Φ (oder: die Funktion von x in s ist es, zu Φ -en) bezüglich einer Analyse A von s 's Fähigkeit zu ψ -en genau dann, wenn x in s Φ -en kann und A für die geeignete und angemessene Beschreibung von s 's Fähigkeit zu ψ -en auf die Fähigkeit von x zurückgreift, in s zu Φ -en (Cummins 1975: 762).

Um Cummins' Formel anhand des Standardbeispiels zu erläutern: Das Herz funktioniert in einem bestimmten Hund als Blutpumpe (das heißt, eine Funktion des Herzens in diesem Hund ist es, Blut zu pumpen) bezüglich einer physiologischen Analyse der Fähigkeit des Hundes, seine peripheren Gewebe mit Sauerstoff und Nährstoffen

zu versorgen, genau dann, wenn es in diesem Hund Blut pumpen kann und die physiologische Analyse der Versorgung der peripheren Gewebe zur geeigneten und angemessenen Beschreibung auf die Fähigkeit des Herzens, Blut zu pumpen, zurückgreift.

Als problematisch, jedoch nebensächlich wird oft der instrumentalistische Aspekt von Cummins' Ansatz betrachtet: dass es Funktionen nicht dort draußen in der Welt gebe, sondern nur in Abhängigkeit von unseren Analysen der Welt. Im Gegensatz zu den Vertreterinnen und Vertretern ätiologischer Ansätze ist Cummins also kein Funktionen-Realist. Unabhängig davon, ob der Instrumentalismus bezüglich Funktionen grundsätzlich begrüßt oder abgelehnt wird, ist er für Cummins' Ansatz wichtig, denn er gleicht ein Manko des systemanalytischen Ansatzes aus: dessen mangelnde Selektivität. Funktional analysieren lassen sich physikalische und chemische Systeme ebenso wie technische Artefakte und Organismen. Der Sonne kann die Funktion zugesprochen werden, die Erde auf eine Ellipsenbahn zu zwingen und mit Licht zu versorgen, einem Stein im Bachbett die Funktion, Wasser zu verwirbeln. Diese Beliebigkeit federt Cummins gerade durch seinen Instrumentalismus ab – obwohl dieser zunächst auf zusätzliche Beliebigkeit hinauslaufen scheint. Denn in Fällen, in denen funktionale Analyse keine zusätzliche Erkenntnis bringt, wie im Fall des Sonnensystems, wird eben niemand eine solche Analyse vorlegen. Ausgeschlossen allerdings ist dies nicht. Amundson und Lauder (1994) modifizieren deshalb Cummins' Ansatz und entziehen die Funktionszuschreibung dem Belieben. Als Funktionenrealisten nehmen sie an, dass Systemleistungen in Organismen objektiv und unabhängig von dem Vorhandensein einer Analyse vorliegen. Dies setzt allerdings, anders als Cummins' Ansatz, voraus, dass Organismen als ontologisch unterschieden von anderen Systemen ausgewiesen werden können.

Für alle systemanalytischen Funktionsbegriffe gilt, dass sie nicht normativ sind. Damit entgeht der Funktionsbegriff dem Teleologieverdacht. Es geht damit jedoch die Möglichkeit verloren, über Dysfunktionen zu sprechen.

3.4 Kybernetische und organisationale Funktionsbegriffe

Eine dritte Klasse philosophischer Funktionsbegriffe hat ihre Wurzeln in der Debatte des 20. Jahrhunderts,

wenngleich die gründlichste Ausarbeitung hierzu neueren Datums ist. Kriterium für Funktionalität ist auch hier nicht die Historie eines Merkmals, sondern seine Einbindung in den Organismus. Somit besteht bei diesen organisationalen oder kybernetischen Funktionsbegriffen eine Nähe zum systemanalytischen Funktionsbegriff. Anders als in jenem werden aber strenge Anforderungen an das System gestellt, damit es als funktional organisiert gelten kann. Seine Komponenten müssen eine wechselseitige Abhängigkeit voneinander aufweisen in dem Sinne, dass diese sich wechselseitig hervorbringen und erhalten (ohne Herzschlag keine Ausbildung der Leber und ohne Leber kein dauerhafter Herzschlag), also der von Kant thematisierten zyklischen Kausalität (siehe Abschnitt 2.3) unterliegen. Im Gegensatz zu Kants Ansatz einer regulativen Idee und zu dem instrumentalistischen Status von Funktionen im Ansatz der funktionalen Analyse gelten Funktionen vielen kybernetischen und den organisationalen Ansätzen jedoch als real.

Funktional organisierte Entitäten müssen laut diesen Ansätzen kausal geschlossen sein. Genau dies mache einen Organismus aus. Kausale Geschlossenheit umfasst regulatorische Schleifen insbesondere der Feedback-Regelung, wie sie von der Kybernetik beschrieben werden (Rosenblueth et al. 1943; Weaver 1948). Der kybernetische Ansatz allein bietet jedoch keine hinreichende Grundlage für die Modellierung lebender Organismen (Collier 2011). Hinzukommen muss die angesprochene wechselseitige materielle Hervorbringung, die von Aleksandr Ivanovich Oparin (1956) sowie Eduardo H. Rapoport und Osvaldo Rapoport (1958) als zentraler Aspekt von „living beings“ betont wurde (ebd.: 24). Rapoport und Rapoport bezeichnen Lebewesen als bioregenerative Systeme (ebd.: 6 f. et pass.), Gerhard Schlosser (1998) sowie Peter McLaughlin (2001) nennen sie „self-re-producing systems“. Dieser Begriff greift die Betrachtung des Organismus als eines Systems auf, das seine Ganzheit in erheblichem Maße selbst aufrecht erhält und nach einer Störung auch wiederherstellen kann (Maturana/Varela 1987). Robert Rosen modelliert diese Systeme unter dem Begriff der (M,R)-Systeme (Rosen 1966; 1971), der auf eine formale Beschreibung dieser Selbsterhaltung abzielt (Letelier et al. 2006).

In dem derzeit prominentesten Ansatz dieser Klasse, der von Matteo Mossio, Cristian Saborido und Alvaro

Moreno (2009; Moreno/Mossio 2015) entwickelt worden ist, wird die Ganzheit eines Organismus als Geschlossenheit der Organisation (*organisational closure*) bezeichnet. In einem organisational geschlossenen System spielen alle Komponenten eine Rolle für die Erhaltung des Ganzen, und zugleich ist das Ganze erforderlich für das Vorhandensein der Komponenten. Dieser Ansatz kann als eine Auflösung von Wrights Bedingungen für Funktionalität gelesen werden, die eine Alternative zu den Präzisierungen von Millikan und Neander darstellt. (W1) „X ist vorhanden, weil es Z vollführt“ und (W2) „Z ist eine Folge (oder ein Ergebnis) davon, dass X vorhanden ist“ werden hier nicht historisch, sondern organisational interpretiert. Funktionen sind dann genau diejenigen Wirkungen der Merkmale, die zur organisationalen Geschlossenheit eines Organismus beitragen.

Eine Konsequenz des Bezugs auf die Geschlossenheit ist, dass Komponenten eines Lebewesens, die nicht seiner Selbsterhaltung dienen, nicht zum Organismus gehören und keine Funktion haben. Insbesondere würden die Fortpflanzungsorgane als funktionslos gelten. Dies gilt für den organisationalen Ansatz ebenso wie für kantisch geprägte Ansätze im Allgemeinen (Toepfer 2004; 2012). Um dieser Kritik zu entgehen, verstehen die Vertreter des organisationalen Ansatzes Funktionen nicht als Beitrag zur Selbsterhaltung eines Systems, sondern zum Weiterbestehen der *Organisation* des Systems. Betrachte man kleine Zeitschritte, so trügen die lebenswichtigen Organe eines Organismus zur erneuten Instantiierung seiner Organisation zu jedem neuen Zeitpunkt bei. Wähle man größere Zeitschritte, so trügen die Fortpflanzungsorgane zur erneuten Instantiierung der geschlossenen Organisation der Elternorganismen in den Nachkommen bei. Sie seien deshalb in demselben Sinne funktional wie die einen Organismus erhaltenden Organe (Saborido et al. 2011).

Die Betrachtung auf Ebene von Instantiierungen verdeckt jedoch, dass lebenswichtige Organe und Fortpflanzungsorgane unterschiedliche Rollen in Bezug auf die Geschlossenheit der Organisation spielen. Die Geschlossenheit *besteht im Zusammenspiel* der lebens- oder systemerhaltenden Funktionen. In der von den Autoren vorgeschlagenen gleichsam stroboskopischen Betrachtung des Organismus hat dies die erneute *Instantiierung* der Organisation zu jedem neuen Zeitpunkt lediglich *zur Folge*. Die Fortpflanzung hingegen *besteht in* der Hervorbringung einer *neuen Instantiierung*

der Organisation. *Nur wenn* die Organisation der Verfahren geschlossen ist, hat die Fortpflanzung die Geschlossenheit der reproduzierten Organisation *zur Folge*.

3.5 Funktionsbegriffe der Biologie im 20. Jahrhundert

Die physiologischen Disziplinen innerhalb der Biologie, von der Molekulargenetik und Biochemie über die klassische Physiologie der Gewebe und Organe und die funktionale Anatomie bis zur Verhaltensphysiologie, erforschen die Funktionen der untersuchten Strukturen und Prozesse. Zentral sind dabei die Fragen, was eine untersuchte Struktur bewirkt und wozu ein Prozess beiträgt. Ist eine Wirkung gefunden, die sich als Beitrag zu einem umfassenderen Prozess wie einem Stoffwechselweg oder zu einer übergeordneten Leistung des Organismus oder eines seiner Subsysteme verstehen lässt, wird diese als Funktion bezeichnet. Dieser in der physiologischen Literatur vorherrschende Funktionsbegriff ähnelt somit dem systemanalytischen (Krohs 2004: 8–11; Wouters 2013). Allerdings sieht er im Gegensatz zu Cummins' Ansatz auch die Zuschreibung von Dysfunktionen vor (Krohs 2004: 195 f.). Diese erfolgt meist, ohne dass ein Bezug zur evolutionären Herkunft der Struktur verlangt oder gar regelmäßig untersucht würde. Die evolutionäre Entstehung wird zwar vorausgesetzt, kann aber allenfalls heuristischen Wert bei der Suche nach physiologischen Funktionen und pathophysiologischen Zuständen beanspruchen. Begrifflich ist sie nicht relevant. Auch der Paläontologie geht es bei der Zuschreibung von Funktionen um die erschlossene Interaktion morphologischer Merkmale. Auch hier wird nicht der Selektionsprozess zur Erklärung der Funktion herangezogen, sondern Selektion als Abhängig von Funktionen betrachtet.

Auch in der klassischen Evolutionsbiologie adaptivistischer Prägung und in der dieser verpflichteten klassischen Verhaltensbiologie werden Funktionen nach physiologischen Kriterien zugeschrieben. Die Beschäftigung mit der zentralen Frage nach dem Anpassungswert eines Merkmals, die laut Niko Tinbergen auf seine Funktion abzielt (Tinbergen 1963: 8), fragt wie die ätiologischen Ansätze nach den Selektionsbedingungen. Anders als es die ätiologischen Theorien darstellen, gründet Funktionalität aber nicht in der Selektion, sondern gerade umgekehrt wird angenommen, dass evolutionär selektiert wird, was eine Funktion hat.

Die Erklärungsrichtung der Antwort auf Tinbergens Frage ist somit derjenigen des ätiologischen Funktionsbegriffs entgegengesetzt: Die von einer Struktur übernommene Funktion wird als ihrer Selektionsgeschichte vorgängig betrachtet. Das Merkmal passt sich im Prozess von Mutation und Selektion morphologisch seiner Funktion an und verbessert so dessen Ausübung. Gleichwohl sieht Tinbergen durch die Selektionsgeschichte den teleologischen Aspekt einer Funktionszuschreibung gerechtfertigt. Die Selektion legt fest, wozu ein Merkmal da ist (ebd.).

Neuere Strömungen betonen, dass neben Mutation und Selektion weitere Mechanismen zur Evolution beitragen. Zum einen gibt es Exaptationen. Dies sind Merkmale, die zunächst keine Funktion haben, dann aber in einer neuen Umwelt, zu der sie zufälligerweise passen, eine Funktion übernehmen, ohne an diese adaptiert zu sein (Gould/Vrba 1982). Zum anderen, so betonen Vertreter der Erweiterten Synthetischen Theorie der Evolution, kann die Entwicklung eines Organismus durch Umwelteinflüsse systematisch modifiziert werden und diese neuen ontogenetischen Wege können ebenfalls zu neuen Funktionen führen. Durch Einwirkung des Organismus auf die Umwelt, so genannte Nischenkonstruktion, können diese Einflüsse sogar von dem Organismus selbst hervorgebracht und auch für Nachfolgegenerationen aufrecht erhalten werden (Odling-Smee et al. 2003; Laland et al. 2014; Sultan 2015; vgl. Abschnitt 3.2). Die evolutionäre Vorgeschichte eines Merkmals braucht sich demnach nicht in seiner Selektionsgeschichte zu erschöpfen.

4. Neuere Entwicklungen: Rückbesinnung auf den Gebrauch des Funktionsbegriffs in biologischen Theorien

Die in den Abschnitten 3.2 bis 3.4 vorgestellten Explikationen des biologischen Funktionsbegriffs sind jeweils einem bestimmten Verständnis von Biologie verpflichtet. Ätiologische Funktionsbegriffe sind dem Bild einer adaptivistischen Evolutionsbiologie verpflichtet. Der systemanalytische Ansatz rückt die Analyse physiologischer Leistungen des Organismus in den Mittelpunkt. Kybernetische und organisationale Ansätze betrachten den Beitrag zur Selbsterhaltung des Organismus (oder gar: seiner Organisation) als Kriterium für Funktionalität. Biologie ist jedoch vielfältig

und biologische Theorien wandeln und entwickeln sich. Deshalb wurde gefordert, den Funktionsbegriff so zu rekonstruieren, dass sein jeweiliger Gebrauch in unterschiedlichen biologischen Theorien erfasst werden kann. Als Ausgangspunkt für solche Erweiterungen dienen die ätiologischen Ansätze. Diese hatten zeitweilig so weite Akzeptanz gefunden, dass von einem „near consensus“ die Rede war (Godfrey-Smith 1993). Inzwischen wurden Alternativen entwickelt, die Millikansche eigentümliche Funktionen bestenfalls für einen Sonderfall des Funktionsbegriffs halten, der in dem spezifischen theoretischen Kontext des Adaptationismus wichtig ist, die Grundannahmen dieses inzwischen von vielen als einseitig angesehenen Ansatzes aber in unangemessener Weise zementiert. Die folgenden drei Ansätze oder Klassen von Ansätzen widersprechen Millikan jeweils in unterschiedlicher Hinsicht.

4.1 Verallgemeinerte Ätiologie: von der evolutionären Selektion zu allgemeinen Selektionsmechanismen – und weiter zu Mechanismen der Retention

Die Abhängigkeit ätiologischer Funktionen von generationenübergreifenden Kriterien verhindert, dass einzelnen Elementen von Ensembles gleichartiger Komponenten (wie beispielsweise Nervenzellen oder Synapsen), die jeweils unterschiedliche Rollen im Organismus spielen, ihre jeweiligen konkreten Rollen als Funktion zugesprochen werden können. Eine bestimmte Synapse hat zwar die eigentümliche Funktion der Signalübertragung, jedoch nicht die spezifische Funktion, beispielsweise durch Rückkopplung die Detektion senkrechter Kanten im Sehfeld zu ermöglichen oder zum Detektionsmechanismus für Gähnen in einem Spiegelneuronennetzwerk beizutragen. Zwar kann auch das Vorhandensein einer konkreten Synapse als Ergebnis eines während der Entwicklung des Gehirns stattfindenden Selektionsprozesses beschrieben werden: Während dieser Entwicklung werden zunächst alle möglichen Synapsen ausgebildet und nur die funktional relevanten bleiben erhalten. Der Begriff der eigentümlichen Funktion greift hier jedoch nicht, denn seine Anwendbarkeit erforderte die Zugehörigkeit der betrachteten Synapse zu einer REF, deren Mitglieder alle dieselbe Rolle einnehmen. Nun sind aber die Rollen von Neuronen und diejenigen ihrer Synapsen in den hier betrachteten Fällen spezifisch. Die an einer bestimmten

Leistung beteiligten Synapsen werden in jedem Gehirn neu rekrutiert, sodass sich die Realisierung der Leistung und damit die funktionalen Beiträge zu ihr individuell unterscheiden. Für Synapsen dieser unterschiedlichen spezifischen Funktionen sind keine REFs vorhanden. Obwohl die Synapsen insgesamt eine REF bilden und die (aktivierende oder inhibierende) Signalübertragung als allgemeine eigentümliche Funktion haben, scheitert deshalb die Zuschreibung ihrer jeweils spezifischen Funktionen innerhalb Millikans Ansatz.

Justin Garson (2019) erweitert deshalb die Theorie der selektierten Effekte zu einer generalisierten Theorie selektierter Effekte (GSE) und ergänzt das Erfordernis der differentiellen Reproduktion durch einen zweiten, alternativen Selektionsmechanismus, denjenigen der selektiven Retention: Eine Synapse, die selektiv beibehalten wurde, weil sie eine bestimmte Rolle spielt, erwirbt damit die Funktion, diese Rolle auszuüben. Dieses Kriterium erfasst neurophysiologische (und gegebenenfalls auch einige weitere) Funktionszuschreibungen im Rahmen eines ätiologischen Ansatzes, der gegenüber Millikans und Neanders Explikationen leicht erweitert wurde. Die erweiterte Definition des Funktionsbegriff lautet – unter Absehung von allen definitivischen Festlegungen über REFs oder deren Analoga: „A function of a trait is an activity that led to its differential reproduction, or its differential retention, in a population“ (Garson 2019: 93).

Unterschiedliche Synapsen können wegen ganz unterschiedlicher Rollen, die sie in ihrem jeweiligen Kontext einnehmen, beibehalten worden sein. Somit kann Garsons GSE ihnen auch ganz unterschiedliche Funktionen zuschreiben, beispielsweise die bereits genannten Beiträge zu Detektionsmechanismen. Die GSE ermöglicht damit eine Differenzierung von Funktionen weit über den Bereich der Millikanschen eigentümliche Funktion hinaus. So wird sie auch der Praxis der Funktionszuschreibung in der Hirnforschung und den Kognitionswissenschaften gerecht.

Bedacht werden sollte jedoch, dass diese Definition zwei Alternativen mit einem „oder“ verknüpft, also disjunktiv ist. Zwar mag so der gewünschte Umfang des Funktionsbegriffs erzielt werden. Es stellt sich aber zum einen die Frage, ob die beiden Disjunkte tatsächlich einen *einheitlichen Funktionsbegriff* beschreiben, oder ob hier lediglich zwei unterschiedliche, gegebenenfalls miteinander verwandte Begriffe als synonym behandelt

werden. Zum anderen bleibt offen, ob die Definition nun abgeschlossen ist oder ob je nach Bedarf immer weitere Disjunkte hinzugefügt werden können. Kandidaten für weitere Disjunkte gäbe es in großer Zahl: Sollte nicht auch differenzielles Wachstum als Grundlage einer Funktionszuschreibung gelten können und zeigt sich nicht auch in der differenziellen Eliminierung des programmierten Zelltods eine Funktion?

Dass es sich um *einen* Begriff handelt und nicht um eine Zusammenführung zweier Begriffe unter demselben Terminus, müsste durch eine Vereinheitlichung der Definition sichergestellt werden. Für die beiden Disjunkte von Garsons Definition ließe sich eine solche Vereinheitlichung finden, indem die differentielle Reproduktion des Trägers einer eigentümlichen Funktion auf Typebene betrachtet wird. Auf dieser Ebene ist sie nämlich eine Retention. Das zeigt sich bereits in Darwins Beschreibung der natürlichen Selektion als „principle, by which each slight variation, if useful, is preserved“ (Darwin 1876: 49). Unter Aufgabe von Millikans Beschränkung auf *token* kann Garsons Definition damit vereinheitlicht werden zu „A function of a trait is an activity that led to its differential retention, in a population“.

4.2 Instrumentalistische und theorienrelative Funktionsbegriffe: von der metaphysischen Vorgabe zur Anerkennung des Theorienwandels

Die Mehrheit der mit dem Thema befassten Philosophinnen und Philosophen möchte den Funktionsbegriffs sowohl teleologisch als auch realistisch verstehen: Funktion und Dysfunktion sollen voneinander abgegrenzt werden können, sodass sinnvoll davon gesprochen werden kann, ein Merkmal *solle* sich seiner Funktion gemäß verhalten und andernfalls liege eine Dysfunktion vor. Diese Zweckhaftigkeit soll als in der Welt vorhanden und nicht als lediglich zugeschrieben verstanden werden. Das Bestreben der Realisten ist es deshalb, den teleologischen Gehalt zu naturalisieren, das heißt, die Bedingungen anzugeben, die in der Welt vorliegen müssen, damit eine teleologische Aussage gerechtfertigt ist.

Einige Ansätze schlagen jedoch einen anderen Weg ein. Sie fragen nicht nach dem realistischen Gehalt des Funktionsbegriffs, sondern nach seiner epistemischen Rolle. Biologen wollen etwas über die Organisation eines Lebewesens oder auch über die Herkunft seiner

Merkmale in Erfahrung bringen, wenn sie nach deren Funktion fragen. Die Frage „Wozu ist das da?“ strukturiert ihre Forschung (Ratcliffe 2000). Wird ein selbstregulatorisches Bild des Organismus vorausgesetzt, so ist es heuristisch wertvoll, zu fragen, wozu eine Komponente in diesem System dient – auch ohne zu unterstellen, dass diesem „Dienen“ etwas in der Natur entspricht. Das Projekt hat sein Ziel erreicht, wenn geklärt werden kann, welche Rolle eine Komponente spielt und wie sie zur Integrität des Lebewesens oder zu einer seiner Leistungen beiträgt. Die Frage nach der Funktion ist beantwortet, bevor in den Blick genommen werden muss, ob der Funktionsträger dies denn auch tun *soll*. Letztere Frage könne biologisch gar nicht beantwortet werden. Vorgeschlagene Antworten würden die Frage vielmehr transformieren: Es macht *f* und es wurde auch selektiert, *f* zu tun; es ist adaptiert, *f* zu tun; nur, wenn es *f* tut, bleibt die Integrität des Organismus gewahrt; usw. Matthew Ratcliffe (2000) sieht sich mit seinem instrumentalistischen Ansatz zu Recht in der Nähe Kants. Denn wie dieser statt Teleologie lediglich eine das Verständnis der organisierten Wesen ermöglichende teleologische *Beurteilung* zulässt, haben für Ratcliffe Fragen nach Funktionalität zwar eine Funktion im Forschungsprozess, werden aber nicht durch Aufweis realer teleologischer Funktionen beantwortet.

Biologische Theorien sind jedoch oft nicht so neutral bzw. rein deskriptiv, wie es Ratcliffes Rekonstruktion funktionaler Rede unterstellt, sondern rekurren in vielen Fällen auf Normen. In der Molekulargenetik wird von „Ablesefehlern“ und „Korrekturfunktionen“ gesprochen. Neoplasien werden u.a. als auf fehlerhafter Regulation beruhend erklärt und Organe werden bei deutlicher Abweichung ihrer Leistung von statistischen Mittelwerten als dysfunktional betrachtet. Biologischen Theorien, die solchen normativen Charakterisierungen zu Grunde liegenden, werden in der Regel realistisch gedeutet, gerade auch im Bereich der Molekulargenetik (vgl. Rosenberg 1993, der im Übrigen weite Teile der Biologie instrumentalistisch versteht).

Jedoch kann auch dieser normativen Rolle von Funktionsaussagen in biologischen Theorien Rechnung getragen werden, ohne theorienunabhängige ontologische Verpflichtungen einzugehen. Gelingt es nämlich, in Cummins' instrumentalistischen Ansatz einen Bezug auf Merkmalstypen aufzunehmen, kann dieser Ansatz auch die normative Dimension des Funktionsbegriffs

abbilden (Godfrey-Smith 1993). Darüber hinaus muss auch die Norm festgelegt sein, beispielsweise in einem Design oder einem Plan des Organismus (Kitcher 1993).

Was nun der Plan ist, auf dem ein Organismus beruht, wurde von unterschiedlichen biologischen Theorien unterschiedlich beantwortet. In erster Linie kommen das Genom, aber auch regelmäßige Interaktionen mit der Umwelt einschließlich der sozialen Umgebung in Frage. So bestimmt bei manchen staatenbildenden Insekten der Diätplan, der z.B. von der Lage einer Bienenwabe im Stock abhängen kann, mit über die Entwicklung des Individuums und gehört gleichsam mit zum Design. Es stellt sich nicht mehr die Frage nach *nature* oder *nurture*, sondern diejenige nach deren für jeden Entwicklungsprozess erforderlichem Zusammenspiel (Keller 2010; Goldhaber 2012).

Das Planartige des Genoms oder der Larvenfütterung ist aber nichts, das „von sich aus“ den Charakter eines Plans hätte. Zwar behandelt der Adaptationismus in Form des genetischen Determinismus Teile des Genoms als Plan. Zunächst einmal ist aber die DNA einfach ein Makromolekül mit komplexer Struktur wiederkehrender Elemente, der Nukleotide. Die Metaphern des Plans und der Matrize scheinen sehr gut zu passen. Ihr epistemischer Wert ist jedoch nicht von einer realistischen Deutung abhängig, sodass ihre Nutzung keine ontologischen Verpflichtungen mit sich bringt (Krohs 2014: 95 f.). Innerhalb des adaptationistischen Ansatzes allerdings wird die DNA-Sequenz als Plan konzeptualisiert. Somit erläutert Millikan, indem sie ihren Funktionsbegriff über den Bezug auf REFs an diese Metapher bindet, wie im Adaptationismus das Design verstanden wird, das die Komponenten eines Organismus festlegt. Wird hingegen wie in der Erweiterten Synthetischen Theorie der Evolution der Beitrag der Umwelt zur Formbildung betont, ist dieser Ansatz zu eng. Ulrich Krohs (2009; 2011) schlägt deshalb vor, die konkrete Form des Designs nicht in der Definition des Funktionsbegriffs festzuschreiben. Nach ihm ist zwar die Funktion eines Merkmals die Rolle, die es gemäß dem Design des Organismus einnimmt. Worin genau aber das Design besteht, werde nicht von der philosophischen Rekonstruktion des Begriffs, sondern von der jeweiligen biologischen Theorie geklärt. So ist der Funktionsbegriff theorieübergreifend definiert, sein jeweiliger Umfang aber dennoch theorienabhängig. Da die Norm einer Funktion durch das Design vorgegeben wird, es jedoch

von der jeweiligen biologischen Theorie abhängt, was als Design zu gelten hat, ist der teleologische Anteil des Funktionsbegriffs theorienabhängig. Er ist deshalb nicht realistisch aufzufassen. Der Ansatz bezieht somit die Möglichkeit des Theoriewandels ein und bleibt in diesem Sinne instrumentalistisch bzw. relativiert ontologische Aussagen im Sinne einer „Metaphysik der wissenschaftlichen Praxis“ (Ankeny et al. 2011) auf den jeweiligen biologischen Rahmen. Dies spezifiziert die Sicht, dass mit der angenommenen Normativität der Funktionen lediglich gerechtfertigte Erwartungen an die funktional beschriebenen biologischen Prozesse ausgedrückt werden (Franssen 2009), indem explizit gemacht wird, dass diese Erwartungen von dem jeweiligen theoretischen Rahmen abhängen können.

Statt im Rahmen eines solchen vereinheitlichenden Ansatzes wird eine Relativierung biologischer Funktionen auf theoretische Perspektiven auch in Form eines Pluralismus des Funktionsbegriffs entwickelt. Die funktionalen Normen werden als jeweils nur perspektivisch geltend konstruiert, sodass sich das Gesamtbild erst aus der Integration dieser Perspektiven ergibt, die nicht notwendigerweise miteinander kompatibel sind (Cusimano/Sterner 2019). Der Ansatz lässt zu, dass unterschiedliche Perspektiven sich auf ihre je eigene Realität beziehen, ohne dass eine perspektivübergreifende Realität unterstellt würde.

5. Das Verhältnis zu nicht-biologischen Funktionsbegriffen

Nicht nur biologische Systeme werden als funktional organisiert beschrieben, sondern auch technische Artefakte und soziale Systeme. Zwar gibt es mit dem Verständnis einer Funktion als Beitrag zu einer übergeordneten Leistung einen Aspekt von Funktionalität, der in allen drei Bereichen relevant ist, und die explanatorischen Rollen des Funktionsbegriffs sind in den Bereichen weitgehend analog (Mahner/Bunge 2001). Normen, nach denen Funktion und Dysfunktion gegeneinander abgegrenzt sind, scheinen aber bereichsspezifisch zu sein. Da auch zwischen den genannten Bereichen angesiedelte Mischformen wie biotechnische oder soziobiotechnische Systeme unter dem Gesichtspunkt der Funktionalität analysiert werden, können bei solchen Systemen parallel unterschiedliche Sorten von Normen eine Rolle spielen (Krohs/Kroes 2009).

5.1 Soziale und technische Funktionen

Die Rede von Funktionen sozialer Institutionen ist bereits mit dem Strukturfunktionalismus in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts etabliert. Hier wird eine Funktion als systemische Rolle in ihrem Wert für die Stabilität und das Fortbestehen des sozialen Systems gesehen (z.B. Radcliffe-Brown 1940). Das unterstellte Ziel der Stabilität ist bei sozialen Systemen, anders als laut Millikan in Bezug auf Organismen, nicht durch Selektion, sondern durch Entwicklung und Fortbestand des Systems etabliert. In den Schriften der Strukturfunktionalisten finden sich somit der Debatte in der Philosophie der Biologie vorausgehende, von dieser jedoch kaum beachtete Reflexionen eines normativen Funktionsbegriffs.

Der technische Funktionsbegriff hingegen wurde lange als unproblematisch betrachtet (z.B. Wright 1973), sodass auf ihn in der Debatte um den biologischen Funktionsbegriff exemplarisch verwiesen wurde (Millikan 1984; Kitcher 1993). Tatsächlich wurde er jedoch mit wenigen Ausnahmen (Achinstein 1977: 350) zu dieser Zeit kaum philosophisch thematisiert (vgl. Krohs/Kroes 2009; Artiga 2016). Später griff die Reflexion des technischen Funktionsbegriffs umgekehrt die Vorschläge aus der biologischen Debatte auf.

Es stellte sich heraus, dass Millikans Anforderungen an die Ätiologie von Funktionsträgern für den Bereich der Artefakt-Funktionen zu streng und oft unpassend sind. So werden bei Artefakten häufig nicht Strukturen, sondern Herstellungsprozesse kopiert, beispielsweise bei einigen Techniken des Korbflechtens. Oder Nutzer weisen Artefakten andere Funktionen zu als die Hersteller, ohne dass dies selektionsrelevant zu sein bräuchte (Preston 1998; Vermaas/Houkes 2003). Funktion im Sinne der systemischen Rolle spielt in allen Fällen eine Rolle. Die Unterschiede beziehen sich auf den normativen Aspekt der Funktionen (Preston 2000: 32).

Einen eigenständigen technischen Funktionsbegriff entwickeln Wybo Houkes und Pieter E. Vermaas (2004; 2010). Dieser Ansatz greift Aspekte biologischer Funktionsbegriffe auf, stellt jedoch mit dem Begriff des *use plan*, des Benutzungsplans, die Intentionen von Designern und Nutzern in das Zentrum von Funktionszuschreibungen: (i) Die ursprüngliche Funktion eines technischen Artefakts besteht in der Rolle und dem

Zweck, die bzw. den die Designerinnen und Designer dem Artefakt zugeordnet haben. Ein Nutzer kann jedoch (ii) einen neuen Benutzungsplan entwickeln. Somit kann er dem Artefakt gerechtfertigterweise eine neue Funktion zuschreiben. Jemand, der die Funktion aus analytischer Perspektive betrachtet, kann gegebenenfalls (iii) wieder einen anderen Benutzungsplan im Gebrauch des Artefakts erkennen und deshalb gerechtfertigterweise noch eine andere Funktion zuschreiben. So mag Mückenfallen, die mit UV-Licht arbeiten, von Designern und Nutzern die Funktion zugeschrieben werden, die Zahl der Mücken auf Gartenpartys zu vermindern. Aus analytischer Perspektive kann sich jedoch ergeben, dass sie diese Funktion gar nicht erfüllen und die Mückendichte sogar erhöhen. Letzteres wäre also ihre – nicht intendierte – technische Funktion. (Gleichwohl könnten die Fallen die soziale Funktion haben, die Partygäste hinsichtlich der Mückenstichgefährdung zu beruhigen.) Die Abhängigkeit der Funktion von Intentionen und Benutzungsplänen zeigt, dass technische Funktionen nach dieser Konzeption ontologisch subjektiv sind. Dies bedeutet jedoch nicht, dass Funktionszuschreibungen beliebig wären. In der so genannten ICE-Theorie technischer Funktionen von Houkes und Vermaas werden die Bedingungen der Zuschreibung präzise genannt. Trotz ontologischer Subjektivität sind sie deshalb epistemisch objektiv (vgl. Searle 1995).

Um die drei genannten Zuschreibungsinstanzen zu berücksichtigen, müssen jeweils eigene Definitionen aufgestellt werden. Diese sind ihrerseits jeweils zwei- bzw. dreigliedrig: Angegeben wird je eine Definition für (i) Entwickler und Rechtfertiger (*designers or justifiers*), (ii) passive Nutzer und (iii) Analytiker (*analysts*), in denen jeweils die (I) intentionalen, (C) kausalen und im Falle der passiven Nutzer auch (E) die ätiologischen Bedingungen für eine gerechtfertigte Funktionszuschreibung angegeben werden (Houkes & Vermaas 2010: 100).

Hier soll exemplarisch nur eine der drei Definitionen betrachtet werden. Für den passiven Nutzer, der nicht selbst einen Benutzungsplan entwickelt, sondern denjenigen des Designers übernimmt, wird die folgende Definition angegeben (ebd.):

Ein passiver Nutzer u schreibt einem Artefakt x die physikochemische Fähigkeit zu φ -en unter Bezug auf einen Benutzungsplan p und ein Zeugnis T genau dann gerechtfertigterweise als eine Funktion zu, wenn gilt:

- (I.) u ist der Überzeugung B_{cap} , dass x die Fähigkeit hat zu φ -en; u ist der Überzeugung B_{con} , dass p unter anderem wegen x 's Fähigkeit zu φ -en zielführend ist; u ist der Überzeugung, dass ein Entwickler d oder ein Rechtfertiger j des Benutzungsplans p ebenfalls die Überzeugungen B_{cap} und B_{con} hat;
- (C.) u kann B_{cap} und B_{con} auf der Grundlage von T rechtfertigen; u kann auf der Grundlage von T rechtfertigen, dass d/j B_{cap} und B_{con} hat; und
- (E.) u hat Zeugnis T davon erhalten, dass d/j B_{cap} und B_{con} hat.

Der Benutzungsplan wird also vom Nutzer mit der Überzeugung angewandt, er werde dazu beitragen, ein bestimmtes intendiertes Ziel zu erreichen (I). Diese Überzeugung des Nutzers kann unter Berufung auf das Zeugnis davon gerechtfertigt werden, dass der Entwickler diese Überzeugung hat (C), wobei der Nutzer dieses Zeugnis tatsächlich erhalten hat (beispielsweise in Form einer Bedienungsanleitung) (E).

Die Autoren nehmen an, dass sämtliche Fälle der Zuschreibung technischer Funktionen unter eine der drei Definitionen fallen und somit diese dreifache Fallunterscheidung das Spektrum der Zuschreibung technischer Funktionen vollständig erfasst.

5.2 Integration biologischer, technischer und sozialer Funktionen

Grundsätzlich ist die Integration biologischer und technischer Funktionen durch Erweiterung des kumulativen Begriffs technischer Funktionen möglich (Vermaas 2009). Jedoch erscheint es fraglich, ob ein solcher formal integrierter Funktionsbegriff als einheitlich angesehen werden kann.

Einheitlichkeit, die über eine Summe von Fallunterscheidungen hinausgeht, wie sie die ICE-Theorie bietet oder wie sie die Summe je eines spezifischen biologischen, technischen und sozialen Funktionsbegriffs bieten könnte, strebt der Ansatz von Riichiro Mizoguchi, Yoshinobu Kitamura und Stefano Borgo (2016) an. Die Einheitlichkeit wird hier über den systemanalytischen Ansatz gewonnen, der gleichsam den kleinsten gemeinsamen Nenner von Funktionsbegriffen aus allen Bereichen bildet. Bereichsspezifische Unterschiede werden als Ziele innerhalb des je spezifischen systemischen Kontexts berücksichtigt. Systemische Funktionen sollen

sich im biologischen Fall auf die „needs of the systems to survive“ (ebd.: 131) beziehen und im Fall eines Artefakts auf diesem zugewiesene Rollen und somit auf Intentionen von Designern und Nutzern (ebd.: 152). Die bereichsspezifischen Funktionen sind also von Zielen je unterschiedlicher Art abhängig. Die damit verbundene Ontologisierung von Zielen lässt jedoch erneut die Frage nach einer angemessenen Naturalisierung aufkommen, nun der Naturalisierung der Ziele. Diese wird von den Autoren weder geleistet noch auch nur thematisiert. Weniger aufwändig als eine Naturalisierung von Funktionen wäre ein solches Unterfangen sicher nicht, denn der Funktionsbegriff umfasst ja gerade die am wenigsten anspruchsvollen Ziele, die Lebewesen bzw. deren Komponenten zugesprochen werden können. Die Vereinheitlichung über systemische Funktionen erfasst somit allenfalls eine gemeinsame Basis von Funktionszuschreibungen in den unterschiedlichen Bereichen, kann aber deren normativen Aspekt nicht befriedigend erfassen.

Statt die Zwecke zu ontologisieren, können diese auch als – gegebenenfalls sogar notwendige – Präsuppositionen der jeweiligen Disziplin bzw. des jeweiligen theoretischen Rahmens betrachtet werden. Unter 4.2 wurde dargestellt, dass die Verpflichtung auf typifizierende Instanzen (Matrizen, Pläne, regelmäßige Umwelteinflüsse, Intentionen) als jeweils theorieinterne ontologische Präsupposition rekonstruiert werden kann.

5.3 Offene Fragen

Einige Grundfragen zu biologischen Funktionen werden von den vorgeschlagenen Explikationen unterschiedlich beantwortet:

- (i) Sind biologische Funktionen ontologisch selbständig, „gibt“ es sie also in der Welt unabhängig von unseren Zuschreibungen, oder sind sie ontologisch unselbständig und hängen von unserer Konzeptualisierung von Lebewesen ab – davon, wie wir uns die Welt strukturieren?
- (ii) Fallen biologische Funktionen mit anderen spezifischen Formen von Funktionen unter denselben Oberbegriff oder unterscheiden sich biologische, technische und soziale Funktionen so grundsätzlich voneinander, dass sie lediglich aufgrund oberflächlicher Ähnlichkeiten gleich benannt werden?

(iii) Sind biologische Funktionen teleologisch, „dienen“ sie also zu etwas, oder sind sie lediglich als Prozesse zu betrachten bzw. als Dispositionen, bestimmte Prozesse einzugehen, die aber nicht auf eine Norm bezogen sind?

Die in diesen Fragen angesprochenen Punkte müssen als weiterhin offen gelten. Übergeordnete Argumente können bezüglich jeder der drei Fragen zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen, weshalb es unwahrscheinlich zu sein scheint, dass die Fragen jeweils einzeln befriedigend beantwortet werden können. Plausibler ist es, anzunehmen, dass das Problem biologischer Funktionen erst dann als befriedigend gelöst angesehen wird, wenn ein Ansatz alle drei Fragen in überzeugender Weise so zueinander in Beziehung setzt, dass sie gemeinsam beantwortet werden können. Ein solcher Versuch wurde bereits in Abschnitt 5.2 besprochen, nämlich Funktionen als (ii) einheitlich, nämlich systemisch, (iii) teleologisch, nämlich auf bereichsspezifische Ziele bezogen, sowie (i) ontologisch selbständig auszuweisen (Mizoguchi et al. 2016). Dieser Ansatz kann die Ziele technischer und anderer intendierter Funktionen erfassen, scheitert jedoch daran, dass er diejenigen biologischer Funktionen nicht explizieren kann. Generell scheinen Vereinheitlichungsansätze zu scheitern, sowie der Funktionsbegriff als ontologisch objektiv betrachtet wird (Weber 2017).

Ansätze, die (ii) einen Pluralismus von Funktionsbegriffen annehmen, können (iii) die Teleologiefrage für jeden der Bereiche unterschiedlich beantworten und beispielsweise wie Preston (1998) technische Funktionen als teleologisch, biologische als nicht-teleologisch rekonstruieren. Wird auch die Einheitlichkeit innerhalb der Bereiche aufgegeben, kann die Teleologiefrage sogar für unterschiedliche Klassen biologischer Funktionen unterschiedlich beantwortet werden (Wouters 2003; Cusimano/Sterner 2019). Einen noch flexibleren Umgang mit dem Funktionsbegriff erlaubt der stark differenzierte Pluralismus, den Mark Perlman (2004) vertritt. Für ihn liegt der Pluralismus nicht primär in einer Unterscheidung der disziplinären Anwendungsfelder bzw. Gegenstandsbereiche, sondern in der Art der Funktionsbegriffe selbst, die noch zahlreiche weitere Differenzen als die hier besprochenen aufweisen. Perlman akzeptiert alle rekonstruierbaren Unterschiede zwischen den in der Debatte vorfindlichen Explikationen des Funktionsbegriffs, legt sich zugleich aber nicht darauf fest, dass

diesen jeweils eine ontologisch abgrenzbare Klasse von Phänomenen entspricht. Somit setzt seine Position zumindest hinsichtlich zahlreicher der Unterscheidungen allenfalls epistemische, nicht aber ontologische Objektivität voraus. Kompatibel ist diese Sicht dennoch mit (i) ontologischer Selbständigkeit von Funktionen, insofern zwar die Klassengrenzen, nicht aber die Phänomene selbst als konstruiert betrachtet werden.

Auch die Anerkennung ontologischer Subjektivität schließt jedoch nicht aus, dass es nicht-epistemische Standards für die Zuschreibung auch von teleologischen Funktionen geben kann, die es ermöglichen, verlässliche Strategien für solche Zuschreibungen zu verfolgen (Sullivan-Bisset 2017). Dies zeigt sich an dem (ii) sowohl vereinheitlichenden, (iii) als auch die Normativität von Funktionsaussagen anerkennenden Ansatz der Typfixierung (Krohs 2009; 2011), der sich ontologischer Aussagen über Funktionen enthält und deren jeweils theorieabhängige Beantwortung der Metaphysik der wissenschaftlichen Praxis zuweist. Die ontologischen Präsuppositionen werden als bereichsabhängig betrachtet. Gerade dies erlaubt es jedoch, den Funktionsbegriff einheitlich zu explizieren: Unter den jeweiligen Präsuppositionen gewinnt der einheitliche Begriff der Funktion als Typfixiertheit seine jeweils bereichsspezifische Ausformung. Damit weist dieser Ansatz nicht nur biologische, sondern auch soziale und technische Funktionen (i) als ontologisch unselbständig aus. Dies steht im Gegensatz zur verbreiteten Einstellung des Funktionenrealismus, bringt aber keinerlei epistemische Nachteile. Zudem entgeht die Position dem Vorwurf, die physikalische Welt teleologisch zu rekonstruieren, den sich der Funktionenrealismus entgegenhalten lassen muss.

Literatur

- Achinstein, Peter 1977: Function statements. In: *Philosophy of Science* 44 (3): 341–367, www.jstor.org/stable/187388.
- Allen, Colin/Neal, Jacob 2020: Teleological notions in biology. In: Zalta, Edward N. (Hg.): *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2020 Edition). <https://plato.stanford.edu/archives/spr2020/entries/teleology-biology/>.
- Amundson, Ron/Lauder, George V. 1994: Function without purpose: The use of causal role function in

- evolutionary biology. In: *Biology & Philosophy* 9 (4): 443–469, doi.org/10.1007/BF00850375.
- Ankeny, Rachel/Chang, Hasok/Boumans, Marcel/Boon, Mieke 2011: Introduction: philosophy of science in practice. In: *European Journal for Philosophy of Science* 1 (3): 303–307, doi.org/10.1007/s13194-011-0036-4.
- Aristoteles, Physik = Aristoteles 1995: *Aristoteles' Physik. Vorlesungen über Natur. Zweiter Halbband: Bücher V(E)–VIII(Θ)*. Übersetzt, mit einer Einleitung und mit Anmerkungen herausgegeben von Hans Günter Zekl. Griechisch–Deutsch. Hamburg, Meiner.
- Aristoteles, De anima = Aristoteles 2017: *Über die Seele / De anima*. Griechisch–Deutsch. Übersetzt, mit einer Einleitung und mit Anmerkungen herausgegeben von Klaus Corcilus. [Griechischer Text nach der Edition von Aurelius Förster mit Verzeichnis der Abweichungen der Edition von W.D. Ross]. Hamburg, Meiner.
- Artiga, Marc 2016: New Perspectives on artifactual and biological functions. In: *Applied Ontology* 11 (2): 89–102, DOI 10.3233/AO-160166.
- Bartuschat, Wolfgang 1972: *Zum systematischen Ort von Kants Kritik der Urteilskraft*. Frankfurt/M., Klostermann.
- Bigelow, John/Pargetter, Robert 1987: Functions. In: *The Journal of Philosophy* 84 (4): 181–196, www.jstor.org/stable/2027157.
- Cheung, Tobias 2000: *Die Organisation des Lebendigen. Die Entstehung des biologischen Organismusbegriffs bei Cuvier, Leibniz und Kant*. Frankfurt/M., Campus.
- Collier, John 2011: Explaining Bbiological functionality: Is control theory enough? In: *South African Journal of Philosophy* 30 (1): 53–62, doi.org/10.4314/sajpem.v30i1.64411.
- Cummins, Robert 1975: Functional analysis. In: *The Journal of Philosophy* 72 (20): 741–765, www.jstor.org/stable/2024640.
- Cusimano, Samuel/Sterner, Beckett 2019: Integrative pluralism for biological function. In: *Biology & Philosophy* 34 (6), doi.org/10.1007/s10539-019-9717-8.
- Darwin, Charles [1859] 1988: *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. (The Works of Charles Darwin, Volume 15). Edited by Paul H. Barrett & R. B. Freeman. London, Pickering.
- Darwin, Charles [1876] 1988: *The Origin of Species by Means of Natural Selection*. Sixth Edition, with Additions and Corrections to 1872. (The Works of Charles Darwin, Volume 16). Edited by Paul H. Barrett & R. B. Freeman. London, Pickering.
- Davies, Paul Sheldon 2000: Malfunctions. In: *Biology & Philosophy* 15 (1): 19–38, https://doi.org/10.1023/A:1006525318699.
- Descartes, Meditationes = Descartes, René [1641] 1992: *Meditationen über die Grundlagen der Philosophie. Meditationes de prima philosophia*. Lateinisch–Deutsch. 3. Auflage. Auf Grund der Ausgabe von Artur Buchenau neu herausgegeben von Lüder Gäbe. Durchgesehen von Hans Günter Zekl. Hamburg, Meiner.
- Franssen, Maarten 2009: The inherent normativity of functions in biology and technology. In: Krohs, Ulrich/Kroes, Peter (Hg.): *Functions in Biological and Artificial Worlds. Comparative Philosophical Perspectives*. Cambridge/MA, MIT Press: 103–125.
- Gambarotto, Andrea/Nahas, Auguste 2022: Teleology and the organism: Kant's controversial legacy for contemporary biology. In: *Studies in History and Philosophy of Science* 93: 47–56, doi.org/10.1016/j.shpsa.2022.02.005.
- Garson, Justin 2019: *What Biological Functions Are and Why They Matter*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Godfrey-Smith, Peter 1993: Functions: Consensus without unity. In: *Pacific Philosophical Quarterly* 74 (3): 196–208, doi.org/10.1111/j.1468-0114.1993.tb00358.x.
- Godfrey-Smith, Peter 1994: A modern history theory of functions. In: *Noûs* 28 (3): 344–362, www.jstor.org/stable/2216063.
- Goldhaber, Dale 2012: *The Nature-Nurture Debates: Bridging the Gap*. New York, Cambridge University Press.
- Gould, Stephen Jay/Vrba, Elisabeth S. 1982: Exaptation – a missing term in the science of form. In: *Paleobiology* 8 (1): 4–15, doi:10.1017/S0094837300004310.
- Harvey, William 1628: *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*. Francofurti, Guilielmi Fitzeri.
- Hempel, Carl C. 1959: The logic of functional analysis. In: Gross, Llewellyn (Hg.): *Symposium on Sociological Theory*. New York, Harper and Row: 271–307. Wiederabgedruckt in: Hempel, Carl C. 1965: *The logic of functional analysis*. In: Hempel, Carl C.: *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. New York, Free Press: 297–330.

- Houkes, Wybo/Vermaas, Pieter E. 2004: Actions versus functions: a plea for an alternative metaphysics of artefacts. In: *The Monist* 87 (1): 52–71, doi.org/10.5840/monist20048712.
- Houkes, Wybo/Vermaas, Pieter E. 2010: *Technical Functions. On the Use and Design of Artefacts*. Dordrecht, Springer.
- Kant, KU = Kant, Immanuel [1790] 1913: Kritik der Urteilskraft. In: Kant, Immanuel: *Kant's gesammelte Schriften. Band V – Erste Abtheilung: Werke*. Herausgegeben von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Berlin, Reimer: 165–485.
- Keller, Evelyn Fox 2010: *The Mirage of a Space Between Nature and Nurture*. Durham, Duke University Press.
- Kimura, Motoo 1955: Solution of a process of random genetic drift with a continuous model. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 41: 144–150, doi.org/10.1073/pnas.41.3.144.
- Kitcher, Philip 1993: Function and design. In: *Midwest Studies in Philosophy* 18 (1): 379–397, doi.org/10.1111/j.1475-4975.1993.tb00274.x.
- Krohs, Ulrich 2004: *Eine Theorie biologischer Theorien. Status und Gehalt von Funktionsaussagen und informationstheoretischen Modellen*. Berlin, Springer.
- Krohs, Ulrich 2009: Functions as based on a concept of general design. In: *Synthese* 166 (1): 69–89, <https://link.springer.com/article/10.1007/s11229-007-9258-6>.
- Krohs, Ulrich 2010: Dys-, mal- et non-: l'autre face de la fonctionnalité. In: Gayon, Jean/de Ricqlès, Armand/Mossio, Matteo (Hg.): *Les Fonctions. Des Organismes aux Artefacts*. Paris, Presses Universitaires de France: 337–351.
- Krohs, Ulrich 2011: Functions and fixed types. *Biological functions in the post-adaptationist era*. In: *Applied Ontology* 6 (2): 125–139, DOI: 10.3233/AO-2011-0089.
- Krohs, Ulrich 2014: Semiotic explanation in the biological sciences. In: Kaiser, Marie I./ Scholz, Oliver R./Plenge, Daniel/Hüttemann, Andreas (Hg.): *Explanation in the Special Sciences. The Case of Biology and History*. Dordrecht, Springer: 87–98.
- Krohs, Ulrich 2022: Darwin's empirical claim and the janiform character of fitness proxies. In: *Biology & Philosophy* 37: 15, <https://doi.org/10.1007/s10539-022-09847-0>.
- Krohs, Ulrich 2023: Dys-, mal-, and non-: the other side of functionality . In: Gayon, Jean/de Ricqlès, Armand/Dussault, Antonie C. (Hg.): *Functions: From Organisms to Artefacts*. doi.org/10.1007/978-3-031-31271-7_22.
- Krohs, Ulrich/Kroes, Peter (Hg.) 2009: *Functions in Biological and Artificial Worlds. Comparative Philosophical Perspectives*. Cambridge/MA, MIT Press.
- Kullmann, Wolfgang 1998: *Aristoteles und die moderne Wissenschaft*. Stuttgart, Steiner.
- Laland, Kevin Neville/Uller, Tobias/Feldman, Marc/Sterelny, Kim/Müller, Gerd B./Moczek, Armin/Jablonka, Eva/Odling-Smee, John 2014: Does evolutionary theory need a rethink? Point: Yes, urgently. In: *Nature* 514 (7521): 161–164, doi.org/10.1038/514161a.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm [1714] 2002: *Monadologie*. In: Leibniz, Gottfried Wilhelm: *Monadologie und andere metaphysische Schriften*. Französisch–Deutsch. Herausgegeben, übersetzt, mit Einleitung, Anmerkungen und Registern versehen von Ulrich Johannes Schneider. Hamburg, Meiner: 110–151.
- Lennox, James G. 1993: Darwin was a teleologist. In: *Biology and Philosophy* 8 (4): 409–421, doi.org/10.1007/BF00857687.
- Letelier, Juan-Carlos/Soto-Andrade, Jorge/Guñez Abarzúa, Flavio/Cornish-Bowden, Athel/Luz Cárdenas, Maria 2006: Organizational invariance and metabolic closure: Analysis in terms of (M,R) systems. In: *Journal of Theoretical Biology* 238 (4): 949–961, <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2005.07.007>.
- Mahner, Martin/Bunge, Mario 2001: Function and functionalism: A synthetic perspective. In: *Philosophy of Science* 68 (1): 75–94, www.jstor.org/stable/3081025.
- Maturana, Humberto R./Varela, Francisco J. 1980: *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*. Second Edition. Dordrecht, Reidel.
- Mayr, Ernst 1959: Darwin and the evolutionary theory in biology. In: Meggers, Betty J. (Hg.): *Evolution and Anthropology: A Centennial Appraisal*. Washington/DC, Anthropological Society of Washington: 1–10.
- McLaughlin, Peter 2001: *What Functions Explain: Functional Explanation and Self-Reproducing Systems*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Millikan, Ruth Garrett 1984: *Language, Thought and Other Biological Categories*. New Foundations for Realism. Cambridge/MA, MIT Press.

- Mizoguchi, Riichiro/Kitamura, Yoshinobu/Borgo, Stefano 2016: A unifying definition for artifact and biological functions. In: *Applied Ontology* 11 (2): 129–154, DOI: 10.3233/AO-160165.
- Moreno, Alvaro/Mossio, Matteo 2015: Biological Autonomy. A Philosophical and Theoretical Enquiry. Dordrecht, Springer.
- Mossio, Matteo/Saborido, Cristian/Moreno, Alvaro 2009: An organizational account of biological functions. In: *The British Journal for the Philosophy of Science* 60 (4): 813–841, www.jstor.org/stable/25592036.
- Nagel, Ernst 1961: *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*. New York, Harcourt Brace & World.
- Neander, Karen 1991: Functions as selected effects: The conceptual analyst's defense. In: *Philosophy of Science* 58 (2): 168–184, <https://www.jstor.org/stable/187457>.
- Niel, Cornelis Bernardus van 1932: On the morphology and physiology of the purple and green sulphur bacteria. In: *Archiv für Mikrobiologie* 3 (1): 1–112, doi.org/10.1007/BF00454965.
- Odling-Smee, F. John 1988: Niche-constructing phenotypes. In: Plotkin, Henry C. (Hg.): *The Role of Behavior in Evolution*. Cambridge/London: Bradford/MIT Press: 73–132.
- Odling-Smee, F. John/Laland, Kevin Neville/Feldman, Marcus W. 2003: *Niche Construction. The Neglected Process in Evolution*. Princeton, Princeton University Press.
- Oparin, Alexander Iwanowitsch 1957: *Die Entstehung des Lebens auf der Erde*. 3. Auflage. (Russische Originalausgabe: 1936). Berlin, Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Peirce, Charles Sanders [1906] 1933: Prolegomena to an apology for pragmatism. In: Peirce, Charles Sanders: *The Collected Papers of Charles Sanders Peirce, Volume 4: The Simplest Mathematics*. Edited by Charles Hartshorne and Paul Weiss. Cambridge/MA, Harvard University Press: 530–572.
- Perlman, Mark 2004: The modern philosophical resurrection of teleology. In: *The Monist* 87 (1): 3–51, www.jstor.org/stable/27903854.
- Preston, Beth 1998: Why is a wing like a spoon? A pluralist theory of function. In: *The Journal of Philosophy* 95 (5): 215–254, www.jstor.org/stable/2564689.
- Preston, Beth 2000: The functions of things: A philosophical perspective on material culture. In: Graves-Brown, Paul (Hg.): *Matter, Materiality and Modern Culture*. London, Routledge: 22–49.
- Prior, Elizabeth W. 1985: What is wrong with etiological accounts of biological function? In: *Pacific Philosophical Quarterly* 66 (3–4): 310–328, doi.org/10.1111/j.1468-0114.1985.tb00256.x.
- Radcliffe-Brown, Alfred Reginald 1940: On social structure. In: *The Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland* 70 (1): 1–12, doi.org/2844197.
- Rapoport, Eduardo H./Rapoport, Osvaldo 1958: Elementary biological functions and the concept of living matter. In: *Acta Biotheoretica* 13 (1): 1–28, doi.org/10.1007/BF02147871.
- Ratcliffe, Matthew 2000: The function of function. In: *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 31 (1): 113–133, [doi.org/10.1016/S1369-8486\(99\)00039-4](https://doi.org/10.1016/S1369-8486(99)00039-4).
- Rosen, Robert 1973: On the dynamical realization of (M, R)-systems. In: *Bulletin of Mathematical Biology* 35 (1–2): 1–9, doi.org/10.1007/BF02558788.
- Rosen, Robert 1991: *Life Itself: A Comprehensive Inquiry Into the Nature, Origin, and Fabrication of Life*. New York, Columbia University Press.
- Rosenberg, Alexander 1993: Genic Selection, Molecular Biology and Biological Instrumentalism. In: *Midwest Studies in Philosophy* 18: 343–362, doi.org/10.1111/j.1475-4975.1993.tb00272.x.
- Rosenblueth, Arturo/Wiener, Norbert/Bigelow, Julian 1943: Behavior, purpose and teleology. In: *Philosophy of Science* 10 (1): 18–24, www.jstor.org/stable/184878.
- Roux, Etienne 2018: Function, dysfunction, and normality in biological sciences. In: *Biological Theory* 13 (1): 17–28, doi.org/10.1007/s13752-017-0291-5.
- Saborido, Cristian/Mossio, Matteo/Moreno, Alvaro 2011: Biological Organization and Cross-Generation Functions. In: *The British Journal for the Philosophy of Science* 62 (3): 583–606, [doi:10.1093/bjps/axq034](https://doi.org/10.1093/bjps/axq034).
- Schlosser, Gerhard 1998: Self-re-production and functionality: A systems-theoretical approach to teleological explanation. In: *Synthese* 116 (3): 303–354, doi.org/10.1023/A:1005073307193.

- Schweitzer, Bertold 2019: Der Erkenntniswert von Fehlfunktionen. Die Analyse von Ausfällen, Defekten und Störungen als wissenschaftliche Strategie. Berlin, Metzler.
- Searle, John R. 1995: *The Construction of Social Reality*. New Haven, The Free Press.
- Skinner, Burrhus Frederic 1953: *Science and Human Behavior*. New York, Macmillan.
- Sorabji, Richard 1964: Function. In: *The Philosophical Quarterly* 14 (57): 289–302, doi.org/10.2307/2217769.
- Strawson, Peter Frederick 1959: *Individuals. An Essay in Descriptive Metaphysics*. London, Routledge.
- Sullivan-Bissett, Ema 2017: Biological function and epistemic normativity. In: *Philosophical Explorations* 20 (sup1): 94–110, https://doi.org/10.1080/13869795.2017.1287296.
- Sultan, Sonia E. 2015: *Organism and Environment. Ecological Development, Niche Construction, and Adaptation*. Oxford, Oxford University Press.
- Teufel, Thomas 2011: What is the problem of teleology in Kant's Critique of the Teleological Power of Judgment? In: *SATS – Northern European Journal of Philosophy* 12 (2): 198–236, doi.org/10.1515/sats.2011.014.
- Tinbergen, Nikolaas 1963: On aims and methods of ethology. In: *Zeitschrift für Tierpsychologie* 20 (4): 410–433, doi.org/10.1111/j.1439-0310.1963.tb01161.x.
- Toepfer, Georg 2004: *Zweckbegriff und Organismus. Über die teleologische Beurteilung biologischer Systeme*. Würzburg, Königshausen & Neumann.
- Toepfer, Georg 2011: Funktion. In: Toepfer, Georg (Hg.): *Historisches Wörterbuch Biologie. Geschichte und Theorie der biologischen Grundbegriffe*, 3 Bände. Band 1. Stuttgart, Metzler: 644–692.
- Toepfer, Georg 2012: Teleology and its constitutive role for biology as the science of organized systems in nature. In: *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 43: 113–119, https://doi.org/10.1016/j.shpsc.2011.05.010.
- Vermaas, Pieter E. 2009: On unification: Taking technical functions as objective (and biological functions as subjective). In: Krohs, Ulrich/Kroes, Peter (Hg.): *Functions in Biological and Artificial Worlds. Comparative Philosophical Perspectives*. Cambridge/MA, MIT Press: 69–87.
- Vermaas, Pieter E./Houkes, Wybo 2003: Ascribing functions to technical artefacts: A challenge to etiological accounts of functions. In: *British Journal for the Philosophy of Science* 54 (2): 261–289. www.jstor.org/stable/3541967.
- Voltaire [1759] 1980: *Candide, ou l'optimisme*. (Les oeuvres complètes de Voltaire, Volume 48). Édition critique par René Pomeau. Genève, Institut et musée Voltaire.
- Watson, John B. 1913: Psychology as the behaviorist views it. In: *Psychological Review* 20 (2): 158–177, doi.org/10.1037/h0074428.
- Weaver, Warren 1948: Science and complexity. In: *American Scientist* 36 (4): 536–544, www.jstor.org/stable/27826254.
- Weber, Marcel 2017: How objective are biological functions? In: *Synthese* 194 (12): 4741–4755, doi.org/10.1007/s11229-017-1483-z.
- Woodfield, Andrew 1998: Teleology. In: Craig, Edward (Hg.): *Routledge Encyclopedia of Philosophy*, Volume 9. London, Routledge: 295–297.
- Wouters, Arno G. 2003: Four notions of biological function. In: *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 34 (4): 633–668, doi.org/10.1016/j.shpsc.2003.09.006.
- Wouters, Arno G. 2013: Biology's functional perspective: Roles, advantages and organization. In: Kampourakis, Kostas (Hg.): *The Philosophy of Biology. A Companion for Educators*. Dordrecht, Springer: 455–486, doi.org/10.1007/978-94-007-6537-5_21.
- Wright, Larry 1973: Functions. In: *Philosophical Review* 82 (2): 139–168, www.jstor.org/stable/2183766.