

## „Wissenschaftliche Qualität von pragmatischen Abstraktionen der Biologie“

Dr. Christian Sachse  
Universität de Lausanne  
Suisse / Schweiz

Nicht zu bezweifeln ist der pragmatische Wert der Biologie, Lebendiges zu beschreiben und zu erklären. Über diesen rein pragmatischen Wert hinaus postulieren nicht-reduktionistische Positionen in aller Regel die wissenschaftliche Qualität der Biologie, stehen dabei jedoch im Konflikt mit der Vollständigkeit der Physik. Demgegenüber könnte ohne einen solchen Konflikt das Modell der funktionalen Reduktion die wissenschaftliche Qualität der Biologie begründen, legt in seiner bisherigen Version allerdings die Elimination der Biologie nahe.

Dieser Hintergrund motiviert eine veränderte reduktionistische Herangehensweise, welche in folgenden vier Punkten behandeln werden: 1) Das anti-reduktionistische Argument der multiplen Realisation impliziert ein Dilemma. Bekannte nicht-reduktionistische Positionen bieten daher keine viel versprechende Perspektive für die Biologie 2) Durch das Modell der funktionalen Reduktion ließe sich die wissenschaftliche Qualität biologischer Begriffe und Gesetze begründen, nicht jedoch auf die charakteristischen Begriffe und Gesetze der Biologie. 3) Es ist möglich, einen bestimmten Teil der Biologie zu reduzieren, weil sowohl von biologischer als auch von physikalischer Seite mehr Spielraum für die Konstruktion von Begriffen und Gesetzen vorhanden ist, als bisher angenommen wurde. 4) Hiervon ausgehend lässt sich erstmals zeigen, dass der ursprüngliche (nicht konstruierte) Teil der Biologie wissenschaftliche Qualität besitzt, wodurch sich ein Argument gegen Elimination ergibt, welches nicht im Konflikt mit der Vollständigkeit der Physik steht.

### 1) Ausgangspunkt und Dilemma der multiplen Realisation

In der heutigen Wissenschaftstheorie ist weitgehend akzeptiert, dass sich die Biologie mit ihren Begriffen und Gesetzen auf Vorkommnisse von Eigenschaften in der Welt bezieht, welche mit etwas Physikalischem identisch sind. Ein solcher ontologischer Reduktionismus basiert auf einem kausalen Argument, welches Supervenienz und die Vollständigkeit der Physik als gut begründete Prämissen voraussetzt (Siehe hierzu Kim 1998 und Kim 2005). Unter der Vollständigkeit der Physik ist eine relative (gegenüber der Biologie) kausale, nomologische und explanatorische Vollständigkeit verstanden, welche nicht voraussetzt, dass unsere heutige Physik in einem absoluten Sinne vollständig oder abgeschlossen ist. Somit verhalten sich die biologischen Eigenschaftsvorkommnisse (welche gemäß dem ontologischen Reduktionismus mit komplexen kausalen physikalischen Strukturen identisch sind) gemäß physikalischer Gesetze, die aus der fundamentalen Physik abgeleitet werden können. In anderen Worten, biologische Gesetze und Kausalerklärungen beziehen sich auf Kausalrelationen in der Welt, die physikalisch sind und vollständig durch die Physik erklärt werden können.

Betrachtet man vor diesem Ausgangspunkt des ontologischen Reduktionismus Argumente, welche für die wissenschaftliche Qualität der biologischen Gesetze und Kausalerklärungen sprechen, so gehen diese vereinfacht auf zwei komplementäre Punkte zurück. Einerseits sind die biologischen Begriffe, Gesetze und Kausalerklärungen gut in eine kohärente Theorie eingebettet. Hinzu möchte man einen besonderen Status der Biologie begründen, wozu letzten Endes die Möglichkeit der multiplen Realisation biologischer Eigenschaften als anti-reduktionistisches Argument verwendet wird (siehe Sachse 2007, Kapitel 4.2). Es ist möglich, dass funktional definierte biologische Eigenschafts-Typen physikalisch unterschiedlich realisiert sind. Realisation sei an dieser Stelle gemäß dem Rollen-Funktionalismus der 1960/70er Jahre als eine Beziehung zwischen einem funktionalen biologischen Eigenschafts-Typ und physikalischen Eigenschafts-

Vorkommnissen verstanden, ohne dass der ontologische Reduktionismus in Frage steht. Ein klassisches vereinfachtes Beispiel hierfür ist ein funktional definierter Gen-Typ ( $F$ ), dessen Eigenschaftsvorkommnisse ( $f_1, f_2, \text{etc.}$ ) mit physikalisch unterschiedlichen DNA-Sequenzen ( $p_1, p_2, \text{etc.}$ ) identisch sind. Diese unterschiedlichen DNA-Sequenzen ( $p_1, p_2, \text{etc.}$ ) sind *unterschiedliche* kausale Strukturen, die aus diesem Grund nicht unter einen einheitlichen physikalischen Typ fallen, sondern entsprechend ihrer strukturellen (und somit kausalen) Unterschiede unter verschiedene physikalische Typen ( $P_1, P_2, \text{etc.}$ ) fallen. Aus diesem Grund kann der funktionale biologische Eigenschafts-Typ ( $F$ ) mit keinem physikalischen Realisierer-Typ identisch sein. Diese Möglichkeit der multiplen Realisation führt jedoch zu folgendem Dilemma:

Es stellt sich die Frage nach dem Status des funktionalen biologischen Eigenschafts-Typs ( $F$ ), welcher nicht mit einem physikalischen Typ identisch sein kann, aber in der Regel als etwas Ontologisches aufgefasst wird (siehe insbesondere Putnam 1967/1975 und Fodor 1974). Auf der Ebene der Vorkommnisse schließt der ontologische Reduktionismus jeden ontologischen Unterschied zwischen den betreffenden Vorkommnissen aus ( $f_1 = p_1, f_2 = p_2, \text{etc.}$ ). Dies bedeutet zusammen mit der Vollständigkeit der Physik, dass es für ein biologisches Eigenschaftsvorkommnis ausgeschlossen ist, eine nicht-physikalische kausale Kraft zu besitzen. Anderenfalls wäre die Physik gegenüber der Biologie kausal nicht vollständig. Unter  $F$  zu fallen, welches mit keinem physikalischen Typ identisch ist, kann somit nichts Kausales sein, das jenseits der Physik liegt. Fassen wir damit das erste Horn des Dilemmas zusammen: Biologische Eigenschaftsvorkommnisse besitzen ihre kausale Kraft ausschließlich dadurch, dass sie eine bestimmte physikalische kausale Struktur aufweisen (unter einen physikalischen Typ fallen), womit sich biologische Eigenschafts-Typen als Epiphänomen herausstellen. Hieraus ergibt sich, dass die wissenschaftliche Qualität biologischer Gesetze und Kausalerklärung nicht begründet werden kann, wenn sich ihre Begriffe (welche die Gesetze und Kausalerklärungen konstituieren) auf Eigenschafts-Typen beziehen, die nicht mit physikalischen Typen identisch sind.

Diese Analyse motiviert, funktionale biologische Eigenschafts-Typen (und somit auch physikalische Typen) als Begriffe aufzufassen, welche wesentliche kausale Gemeinsamkeiten bestimmter Eigenschaftsvorkommnisse zum Ausdruck bringen. In diesem Sinne sei im Folgenden „ $F$ “ als ein funktional definierter Begriff der Biologie verstanden wird, welcher die kausalen Gemeinsamkeiten bestimmter Eigenschaftsvorkommnisse ( $f_1, f_2, \text{etc.}$ ) herausstellt. Diese Eigenschaftsvorkommnisse sind jeweils mit etwas Physikalischem identisch ( $f_1 = p_1, f_2 = p_2, \text{etc.}$ ) und jeweils vollständig aus physikalischer Perspektive beschrieben und erklärt. Demnach fasse ich die Möglichkeit der multiplen Realisation als multiple *Referenz* auf – biologische Begriffe beschreiben kausalen Gemeinsamkeiten bestimmter Eigenschaftsvorkommnisse, die nicht einheitlich durch physikalische Beschreibungen zum Ausdruck gebracht werden können, sondern durch „ $P_1$ “, „ $P_2$ “, etc. Es liegt somit keine Koextensionalität biologischer und physikalischer Begriffe vor.

Hiernach stellt sich jedoch eine Frage, die zum zuvor erläuterten Epiphänomenalismus-Problem biologischer Eigenschafts-Typen analog ist. Wie können biologische Gesetze und Kausalerklärungen, welche sich durch funktional definierte Begriffe konstituieren, etwas erklären, wenn ihre Begriffe nicht koextensional mit physikalischen Begriffen sind, die Physik jedoch vollständig ist? Die wissenschaftliche Qualität der Biologie erscheint nicht nachvollziehbar, weil die funktionalen Beschreibungen und Kausalerklärungen der Biologie nicht auf genuin funktionale Eigenschaften in der Welt referieren können, sondern lediglich auf physikalische Strukturen. Die funktional definierten Begriffe der Biologie stellen Zusammenhänge zwischen Eigenschaftsvorkommnissen heraus, welche de facto in der Welt nicht vorliegen. Dieses eliminativistische zweite Horn des Dilemmas führt somit ebenfalls dazu, dass aufgrund der multiplen Referenz die wissenschaftliche Qualität der Biologie in Frage steht. Eine Analyse der Spezies-spezifischen Reduktion bzw. der „neuen Welle“-Reduktion, welche mit multipler Referenz kompatibel sind, macht diese Problem besonders deutlich, da die Biologie bzw. deren

Begriffe durch konstruierte physikalische Theorien und/oder Begriffe ersetzt werden können (siehe hierzu Esfeld & Sachse 2007).

## 2) Funktionale Reduktion und die wissenschaftliche Qualität bestimmter biologischer Begriffe

Nehmen wir nun einmal vorläufig an, dass es funktional definierte Begriffe in der Biologie gibt, welche sich auf Eigenschaftsvorkommnisse beziehen, welche ebenfalls einheitlich durch die Physik beschrieben werden können. Es läge insofern eine Koextensionalität zwischen „ $F^c$ “ und einer physikalischen Beschreibung („ $P^c$ “) vor. Kann in einem solchen Fall begründet werden, dass der biologische Begriff „ $F^c$ “ wissenschaftliche Qualität besitzt? Betrachten wir hierzu zunächst den Erklärungsbeitrag der Physik. Es steht außer Frage, dass sich die Physik auf die durch „ $F^c$ “ beschriebenen Eigenschaftsvorkommnisse ( $f_1, f_2$ , etc.) beziehen kann, weil diese jeweils mit einem von der Physik vollständig beschreibbaren Vorkommnis identisch sind ( $f_1 = p_1, f_2 = p_2$ , etc.). Die Geschichte der Wissenschaften hat gezeigt, dass durch einen solchen Schritt vielerlei neue Erkenntnisse gewonnen wurden – wie beispielsweise die genetischen Zusammenhänge, welche durch die Chemie und die Physik besser verstanden werden. Versuchen wir nun die Art und Weise wie genau die Physik einen erklärenden Beitrag für die Biologie leistet, auf eine generelle Formel zu bringen. Diese, unter dem Begriff der funktionalen Reduktion bekannte Strategie, lässt sich in drei aufeinander aufbauende Schritte gliedern.

1. Betrachten wir die biologischen Begriffe genauer als bisher beschrieben. Ein jeder solcher Begriff kann funktional definiert werden. Das heißt, er gibt die charakteristischen Wirkungen an, welche die Eigenschaftsvorkommnisse in der Welt besitzen, auf die sich beispielsweise der Begriff „ $F^c$ “ bezieht. Das Argument für die Möglichkeit einer solchen funktionalen Definition des Begriffs beruht auf der begründeten Annahme, dass die Biologie einen Erklärungsbeitrag leisten möchte. Ein solcher wird durch Kausalgesetze erbracht, welche sich durch funktional definierte Begriffe konstituieren. Insofern kann ein Begriff, eingebettet in eine Theorie (analytisch definiert im Sinne des semantischen Holismus), nur dadurch zu Erklärungen beitragen, als dass er die kausale Kraft der betreffenden Eigenschaften betrachtet. Damit erscheint er als *funktional* definierter Begriff in Kausalgesetzen. Dieser erste Schritt, welcher von der funktionalen Definition von Begriffen zur Konstituierung von Kausalerklärungen führt, ist somit kein rein konzeptueller Schritt im Rahmen der Biologie. So werden beispielsweise die phänotypischen Eigenschaften von Organismen durch die kausale Kraft der entsprechenden Gene im Zusammenhang mit der Umwelt erklärt bzw. Vorhersagen an der Welt geprüft. Dieser erste Schritt einer funktionalen Definition bzw. der einer solchen funktionalen Erklärung ist im folgenden Sinne theorieneutral: Unabhängig von der philosophischen Theorie, die man vertritt, kann man aus der Praxis der Biologie aufnehmen, dass diese die Eigenschaftsvorkommnisse, die sie behandelt, kausal-funktional definieren, indem sie deren charakteristische Wirkungen unter bestimmten Normalbedingungen angeben.

2) Aufgrund des ontologischen Reduktionismus ist jedes von der Biologie beschriebene kausal wirksame Eigenschaftsvorkommnis in der Welt mit einer lokalen physikalischen Struktur identisch ist ( $f_1 = p_1, f_2 = p_2$ , etc.). Anschließend an die funktionale Definition von Begriffen der Biologie, um funktionale Gemeinsamkeiten von Eigenschaftsvorkommnissen zum Ausdruck zu bringen, und, eingebettet in die Biologie, Erklärungen qua Kausalgesetze zu ermöglichen, sei nun das Verhältnis zur physikalischen Perspektive genauer als bisher erörtert. Aufgrund der Identität der Vorkommnisse gibt es zu jeder funktionalen Beschreibung durch die Biologie auch eine physikalische Beschreibung. Eine solche physikalische Beschreibung zielt oftmals auf die physikalische *Zusammensetzung* der jeweiligen Strukturen ab. Wie in dieser Sektion angenommen wurde, liegt keine multiple Referenz vor, so dass es zum funktionalen biologischen Begriff „ $F^c$ “ eine koextensionale physikalische Beschreibung „ $P^c$ “ gibt. So wird ein von der Biologie funktional definiertes Gen aus physikalischer Perspektive vor allem in seiner molekularen

Zusammensetzung beschrieben. Diese Art der Beschreibung ergibt sich aus der Praxis der Physik, doch handelt es dabei ebenfalls um funktionale Eigenschaftsvorkommnisse (kausale Strukturen). Der Unterschied zwischen Biologie und Physik wird im folgenden Punkt deutlich.

3. Vor dem Hintergrund dieser ersten beiden Schritte sei nun dargelegt, welchen Erklärungsbeitrag die Physik im Gegensatz zur Biologie leisten kann. Gegeben das Vollständigkeitsprinzip der Physik, so ist es generell unstrittig, dass die physikalische Kausalerklärung der Eigenschaftsvorkommnisse weitaus detaillierter ist, als die biologische Kausalerklärung. Dieses lässt sich anhand des Konzepts der kausalen reduktiven Erklärung präzisieren, welche den Unterschied zwischen Biologie und Physik auf eine einfache Formel bringt (siehe hierzu Chalmers 1996, S. 42-51). Jedes Eigenschaftsvorkommnis wird genau deshalb durch einen funktional definierten Begriff der Biologie beschrieben, weil es Wirkungen hat, welche zu den charakteristischen Wirkungen zählen, welche der jeweilige Begriff beschreibt. Diese Kausalrelationen selbst werden aber nicht durch die Biologie erklärt, und wenn, dann nicht vollständig. So geht man in der klassischen Genetik beispielsweise von der kausalen Kraft der Gene aus, bestimmte Effekte hervorzubringen, ohne dass diese Kraft selbst kausal-mechanisch im Vokabular Biologie lückenlos erklärt wird. Eine solche Erklärung kann letzten Endes lediglich die Physik leisten, welche die kausalen Mechanismen und Kräfte der jeweiligen Eigenschaftsvorkommnisse genauer bzw. am Genauesten darlegen kann. Die Physik kann erklären, wie die Bestandteile der jeweiligen Struktur zusammen jene Wirkungen haben, welche die jeweilige Eigenschaft im Vokabular der Biologie charakterisieren. Wenn es sich um eine kausale Erklärung im Vokabular einer fundamentaleren Theorie als der jeweiligen Theorie handelt, spricht man von reduktiver Erklärung. In diesem Sinne ist eine chemische Erklärung von genetischen Zusammenhängen ebenfalls eine reduktive Erklärung. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass letzten Endes die Physik kausal-mechanisch erklären kann, weshalb genau ein Eigenschaftsvorkommnis die Wirkungen hat, durch welche es im funktional definierten Vokabular der Biologie beschrieben wird. So können abstrakte, funktionale Erklärungen der Biologie durch detaillierte kausale Erklärungen der Physik ergänzt werden. Dabei handelt es sich letzten Endes um die fundamentalen Theorien der Physik, was jedoch nicht ausschließt, dass reduktive Erklärungen eines Eigenschaftsvorkommnisses bereits im Vokabular der klassischen oder statistischen Mechanik erreicht werden können.

Vor diesem Hintergrund ist es auf der Basis einer nomologischen Koextensionalität zwischen Begriffen der Biologie und der Physik möglich, Gesetze und somit Kausalerklärungen der Biologie von Gesetzen der Physik abzuleiten. So können die als einfache Fälle eines biologischen Gesetzes die charakteristischen kausalen Kräfte von Eigenschaftsvorkommnissen gesehen werden, welche wir im Folgenden von physikalischen Gesetzen abzuleiten zu versuchen. „ $F$ “ ist wie gewohnt eine funktionale Definition biologischer Eigenschaftsvorkommnisse, welche charakteristischer Weise die Kraft besitzen, bestimmte Wirkungen zu verursachen, welche ebenfalls funktional definiert sind („ $F_E$ “). Die in „ $F$ “ beschriebene Kausalrelation zwischen Eigenschaftsvorkommnissen, auf welche „ $F$ “ referiert, und Eigenschaftsvorkommnissen, auf welche „ $F_E$ “ referiert, entspricht einem Gesetz – einem ceteris paribus Gesetz, welches Standbedingungen voraussetzt. Auf diesen Punkt kommen wir an späterer Stelle noch einmal zu sprechen.

Jede wahre Beschreibung einer Kausalrelation zwischen zwei Eigenschaftsvorkommnissen vermittelt eines Gesetzes der Biologie impliziert, dass es auch ein Gesetz (oder mehrerer Gesetze zusammen) der Physik gibt, welche diese Kausalrelation beschreibt. Ohne dies stände das entsprechende biologische Gesetz im Widerspruch zum Vollständigkeitsprinzip der Physik. Deshalb können wir sagen, dass jedem wahren biologischen Gesetz eine komplexe physikalische Kausalrelation zugrunde liegt. Wie in dieser Sektion angenommen sind biologische Begriffe mit physikalischen Beschreibungen koextensional. So ist „ $F$ “ mit „ $P$ “ und „ $F_E$ “ mit „ $P_E$ “ koextensional, und die Kausalerklärung der Biologie stützt sich auf ein Gesetz der Art „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “. Wie bereits erwähnt, implizieren die Wahrheit eines solchen Gesetzes und die

Vollständigkeit der Physik, dass eine physikalisch vollständige Kausalerklärung zwischen „ $P$ “ und „ $P_E$ “ vorliegt. Sagen wir vereinfacht, „Wenn  $P$ , dann  $P_E$ “ ist ein Gesetz, das sich aus den fundamentalen physikalischen Theorien konstruieren lässt. Betrachten wir bei dieser Analyse das Gesetz „Wenn  $P$ , dann  $P_E$ “ als vereinfachten Platzhalter für eine präzise und kohärente Erklärung im physikalischen Vokabular. Aus der Koextensionalität von „ $F$ “ und „ $P$ “ bzw. „ $F_E$ “ und „ $P_E$ “ und der Wahrheit der physikalischen Erklärung bzw. des Gesetzes „Wenn  $P$ , dann  $P_E$ “ lässt sich die Wahrheit der Erklärung bzw. des Gesetzes „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ der Biologie ableiten. In anderen Worten, gegeben die Koextensionalität von „ $F$ “ und „ $P$ “ bzw. „ $F_E$ “ und „ $P_E$ “, so kann das Gesetz „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ der Biologie entweder falsch sein – sofern sich kein Gesetz „Wenn  $P$ , dann  $P_E$ “ aus den fundamentalen physikalischen Theorien konstruieren lässt, oder, gegeben die Wahrheit dieses Gesetzes, kann das Gesetz „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ der Biologie aus diesem abgeleitet werden. Demnach können wir zusammenfassend sagen, dass die hier einmal angenommen Koextensionalität der Begriffe der Einzelwissenschaften und der Physik sowohl Prüfstein wie auch Garant für den Erkenntniswert der biologischen Gesetze und Erklärungen darstellt, wobei ohne eine solche Koextensionalität der Erkenntniswert der Biologie weder durch die Physik empirisch geprüft noch gesichert werden kann.

Auf das Problem, dass Koextensionalität ebenfalls Elimination nach sich zieht, werden wir am Ende noch einmal eingehen. Unter empirischer Prüfung bzw. Sicherung sei hier von philosophischer Seite vor allem das Vorhandensein von homogenen reduktiven physikalischen Erklärungen verstanden, wodurch der Erkenntniswert der biologischen Kausalerklärungen als begründet angesehen werden kann, sofern die betreffenden biologischen Kausalerklärungen in eine kohärente Theorie eingebettet sind. Der Erkenntniswert der Biologie erweist sich als kohärent mit der Vollständigkeit der Physik und der Identität der Vorkommnisse, weil das physikalische Gesetz „Wenn  $P$ , dann  $P_E$ “, eingebettet und konstruiert aus den fundamentalen physikalischen Theorien, eine homogene reduktive Erklärung des biologischen Gesetzes „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ ermöglicht.

Wie jedoch zu Beginn dieses Beitrages besprochen, liegt aufgrund der multiplen Referenz keine Koextensionalität zwischen den charakteristischen biologischen Begriffen und physikalischen Beschreibungen vor. Das Ziel klar vor Augen, durch Koextensionalität die wissenschaftliche Qualität der Biologie sichern zu können, betrachten wir im Folgenden die mögliche Konstruktion von physikalischen und biologischen Begriffen, um eine solche Koextensionalität zu erreichen.

### 3) Konstruktion von Begriffen und funktionale Reduktion von Sub-Typen der Biologie

Beginnen wir mit der Physik bzw. der Konstruktion physikalischer Begriffe, um daran anschließend die Konstruktion von präziseren Begriffen der Biologie vorzustellen. Gehen wir davon aus, dass sich ein funktional definierter Begriff der Biologie („ $F$ “) auf Eigenschaftsvorkommnisse in der Welt bezieht, so impliziert dies die Identität mit jeweils einer physikalischen kausalen Struktur. Aufgrund der physikalischen Vollständigkeit sind diese Strukturen in ihren kausalen Kräften vollständig im physikalischen Vokabular beschreibbar. Das bedeutet, im Anschluss an die vorangegangene Sektion, dass jedes durch die funktionale Definition beschriebene Eigenschaftsvorkommnis reduktiv erklärt werden kann. Da eine Koextensionalität in dieser Sektion als noch zu erreichen gilt, gehen wir davon aus, dass eine vollständige physikalische Beschreibung der Eigenschaftsvorkommnisse im physikalischen Vokabular unterschiedlich ausfällt („ $P_1$ “, „ $P_2$ “, etc.).

Betrachten wir nun zwei verschiedene Fälle, wobei ersterer von minimalen physikalischen Unterschieden ausgeht. Vereinfacht gesagt, stellen wir uns Vorkommnisse von Genen eines Typs vor (Typ hier weiterhin als unter einen Begriff fallend verstanden, das heißt durch „ $F$ “ beschrieben), welche zusätzliche Elektronen aufweisen. Zuerst einmal mag man vermuten, dass es sich hierbei um einen Fall der multiplen Referenz handelt, weil die Gen-Vorkommnisse unterschiedliche physikalische Strukturen und somit auch unterschiedliche kausale Kräfte aufweisen. Betrachten wir nun aber die reduktiven Erklärungen der einzelnen Gen-

Vorkommnisse bzw. des Kausalgesetzes „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ und stellen einmal angenommen fest, dass jene physikalischen Unterschiede bezüglich der Eigenschaftsvorkommnisse, die unter „ $F$ “ fallen, keine Rolle bei der reduktiven Erklärungen spielen. In anderen Worten, es gleichen sich die physikalischen Beschreibungen der Gen-Vorkommnisse, welche zu einer vollständigen reduktiven Erklärung der von der funktionalen Definition beschriebenen charakteristischen Effekte der Gen-Vorkommnisse bzw. des Gesetzes „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ notwendig sind. Hiernach lässt sich sagen, dass den reduktiven Erklärungen physikalische Beschreibungen zugrunde legen, welche sich nicht unterscheiden. In einem solchen Fall läge somit keine multiple Referenz vor, weil es möglich ist, im Kontext der physikalischen Theorien von physikalischen Details zu abstrahieren, um eine Koextensionalität zwischen „ $F$ “ und einer homogenen physikalischen Beschreibung zu erreichen. Aus den fundamentalen physikalischen Theorien kann eine homogene physikalische Beschreibung „ $P$ “ konstruiert werden, welche qua Gesetz „Wenn  $P$ , dann  $P_E$ “ ausreichend ist, eine reduktive Erklärung von „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ zu leisten. Wenn im Folgenden von konstruierten physikalischen Begriffen die Rede sein wird, dann ist damit eine solche Abstraktion gemeint. Die Konstruktion abstrakter physikalischer Begriffe ist wie gesagt dadurch bestimmt, als dass alle *relevanten* kausalen Kräfte benannt werden, wodurch eine kohärente reduktive Erklärung möglich wird. Hierbei wurde einfach angenommen, dass „ $F_E$ “ mit „ $P_E$ “ koextensional ist. Da im Folgenden ein kausales Argument entwickelt wird, um eine nomologische Koextensionalität zu erreichen, und dieses Argument generell für die Biologie gilt, erscheint eine solche Vereinfachung der multiplen Referenz vertretbar. Das heißt, es ist jederzeit möglich im Falle einer multiplen Referenz von „ $F_E$ “ mein Argument auch hierauf anzuwenden.

Hieran anschließend betrachten wir nun den Fall, bei welchem die Konstruktion einer zu „ $F$ “ koextensionalen physikalischen Beschreibung „ $P$ “ nicht möglich ist, die alle und nur diese Eigenschaftsvorkommnisse erfasst. Von daher handelt es sich um relevante physikalische Unterschiede zwischen den biologischen Eigenschaftsvorkommnissen, welche lediglich durch „ $F$ “ einheitlich beschrieben werden. Genauer, es kann aus den fundamentalen physikalischen Theorien kein „ $P$ “ konstruiert werden, durch welches qua eines Gesetzes wie „Wenn  $P$ , dann  $P_E$ “ das Gesetz „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ reduktiv erklärt werden kann. Das Gesetz „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ erklärt Kausalrelationen in der Welt, welche nicht generell durch „Wenn  $P$ , dann  $P_E$ “ reduktiv erklärt werden können – ganz einfach weil im Gegensatz zum vorherigen Fall der Begriff „ $P$ “ nicht auf alle durch „ $F$ “ beschriebenen Eigenschaftsvorkommnisse zutrifft. Dies ist demnach der Fall, bei welchem für die durch „ $F$ “ beschriebenen Eigenschaftsvorkommnisse unterschiedliche physikalische Beschreibungen wie „ $P_1$ “, „ $P_2$ “, „ $P_3$ “, usw. verwendet werden *müssen*, um im Einzelfall eine kohärente reduktive Erklärung zu ermöglichen.

Im Kontext der funktionalen Definition „ $F$ “ ist dies so zu verstehen, dass die durch „ $F$ “ zum Ausdruck gebrachten charakteristischen Effekte der betreffenden Eigenschaftsvorkommnisse auf physikalisch unterschiedliche Weise hervorgebracht werden. Im Kontext der Kausalerklärung „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ der Biologie heißt dies somit, dass es physikalisch unterschiedliche Kausalrelationen zwischen den durch „ $F$ “ und „ $F_E$ “ beschriebenen Vorkommnissen gibt. So ist es zwar möglich, bestimmte dieser Kausalrelationen durch „Wenn  $P_1$ , dann  $P_E$ “ reduktiv zu erklären, doch bezüglich anderer durch „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ erklärten Kausalrelationen ist eine andere reduktive Erklärung der Art „Wenn  $P_2$ , dann  $P_E$ “, oder „Wenn  $P_3$ , dann  $P_E$ “, usw. erforderlich. Ohne an dieser Stelle die wissenschaftliche Qualität des biologischen Gesetzes „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ wieder einmal direkt in Frage zu stellen, möchten wir nun vielmehr die Implikation betrachten, welche die physikalisch unterschiedlichen Kausalrelationen (zwischen „ $P_1$ “ und „ $P_E$ “, „ $P_2$ “ und „ $P_E$ “, „ $P_3$ “ und „ $P_E$ “, usw.) mit sich bringen.

Nehmen wir der Einfachheit halber an, dass es zwei relevant unterschiedliche physikalische Konfigurationen gibt, auf welche sich „ $F$ “ bezieht. Somit liegt einer reduktiven Erklärung entweder „Wenn  $P_1$ , dann  $P_E$ “ oder „Wenn  $P_2$ , dann  $P_E$ “ als physikalisch Gesetz zu Grunde. So gibt es beispielsweise zwei physikalisch unterschiedliche DNA-Sequenzen, auf welche sich der Gen-Typ „ $F$ “ bezieht, und folglich zwei physikalisch unterschiedliche Mechanismen, welche zur

Produktion der Proteine führen, die schließlich in den durch „ $F_E$ “ zum Ausdruck gebrachten phänotypischen Effekt münden, eine bestimmte Haarfarbe beispielsweise. Diese zwei unterschiedlichen Weisen kann man sich als zwei unterschiedliche Kausalrelationen zwischen der betreffenden DNA-Sequenz und der Proteinsynthese in den entsprechenden Zellen vorstellen. Die durch „Wenn  $P_1$ , dann  $P_E$ “ beschriebene Kausalrelation ist eine andere als die durch „Wenn  $P_2$ , dann  $P_E$ “ beschriebene. Dies ist der Fall der multiplen Referenz, bei dem in der philosophischen Debatte stets behauptet wird, dass die physikalisch unterschiedlichen Mechanismen sich allein auf das physikalische „Niveau“ beschränken. Bezogen auf unser Beispiel wird behauptet, dass die unterschiedlichen Weisen, die zur Produktion der gleichen Proteine führen (und somit den gleichen phänotypischen Effekte wie den der Haarfarbe nach sich ziehen), keinerlei Implikationen für den Organismus haben. Im Folgenden stellen wir jedoch ein Argument vor, welches zeigen wird, dass solch unterschiedliche Weisen sehr wohl den Organismus betreffen bzw. allgemein gesagt, dass diese nicht auf das physikalische Niveau beschränkt bleiben.

Die charakteristischen Effekte der betreffenden biologischen Eigenschaftsvorkommnisse auf physikalische unterschiedliche Weise hervorzubringen bedeutet präziser ausgedrückt, dass das Gesetz „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ der Gesetz der Biologie eine Kausalrelation zum Ausdruck bringt, in der je nach Einzelfall unterschiedliche physikalische Eigenschaften involviert sind. Diese sind wie gewohnt mit „ $P_1$ “ bzw. „ $P_2$ “ beschrieben. Diese unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften besitzen unterschiedliche kausale Kräfte, und es bestehen somit unterschiedliche Kausalrelationen zwischen diesen und ihrer physikalischen Umwelt. Aufgrund dessen ergeben sich drei unterschiedliche Fälle, die an dieser Stelle klar von einander unterschieden werden. Erstens besteht die Möglichkeit, dass in bestimmten Situationen die durch „Wenn  $P_1$ , dann  $P_E$ “ beschriebene Kausalrelation verhindert wird, wohingegen die durch „Wenn  $P_2$ , dann  $P_E$ “ beschriebene Kausalrelation nicht verhindert wird. So kann man sich vorstellen, dass bestimmte physikalische Einflüsse verhindern, dass Strukturen, welche unter „ $P_E$ “ fallen auf Strukturen, die unter „ $P_1$ “ folgen – und somit in diesem Fall das biologische Gesetz „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ nicht zutrifft – während die gleichen physikalischen Einflüsse nicht verhindern, dass Strukturen, welche unter „ $P_E$ “ fallen, auf Strukturen, die unter „ $P_2$ “ fallen, folgen. In diesem Fall würde das Gesetz „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ zutreffen. Vereinfacht lassen sich zur Illustration solcher Situationen physikalische Einflüsse anfügen, durch welche die durch „ $P_1$ “ beschriebenen DNA-Sequenzen nicht stabil genug sind, als dass es zur Proteinsynthese kommen würde, wohingegen die durch „ $P_2$ “ beschriebenen DNA-Sequenzen noch stabil genug sind, zu einer solchen zu führen. Auch sind Situationen möglich, in welchen aus bestimmten Gründen die durch „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ zum Ausdruck gebrachte Kausalrelation im Falle von „ $P_1$ “ nicht zu Strukturen der Art „ $P_E$ “ führen, während sie im Fall von „ $P_2$ “ zu Strukturen der Art „ $P_E$ “ führen.

Hiervon unterscheidet sich der zweite Fall, bei dem sich die zwei möglichen physikalischen Weisen unterscheiden, die durch „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ zum Ausdruck gebrachten Kausalrelation hervorzubringen, ohne, dass „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ in einem, jedoch nicht im anderen Falle falsch ist. Ähnlich wie im ersten Fall lassen sich Situationen vorstellen, welche die kausalen Kräfte der Strukturen „ $P_1$ “ bzw. „ $P_2$ “ direkt betreffen, oder die Kausalkette von Strukturen „ $P_1$ “ bzw. „ $P_2$ “ beginnend (zu Strukturen „ $P_E$ “ führend) betreffen. Diese Situationen sind wie gesagt derart, als dass Strukturen der Art „ $P_E$ “ zwar immer hervorgebracht werden, es jedoch beispielsweise Zeitunterschiede gibt zwischen „Wenn  $P_1$ , dann  $P_E$ “ und „Wenn  $P_2$ , dann  $P_E$ “. Solche Situationen lassen sich beispielsweise sehr gut im Bereich der Genetik empirisch belegen. Dort führen vereinfacht die durch „ $P_1$ “ beschriebenen DNA-Sequenzen langsamer und mit weniger Präzision zur Proteinsynthese als es in den durch „ $P_2$ “ beschriebenen DNA-Sequenzen der Fall ist (siehe hierzu beispielsweise Bulmer 1991). An diesem Beispiel wird deutlich, dass sich der Unterschied zwischen dem ersten und in diesem Paragraphen besprochene Fall als fließend erweist – etwas, dass wir nach der Diskussion des letzten Falles wieder aufgreifen werden.

Als dritter und letzter Fall lassen sich Situationen anführen, in denen die durch „ $P_1$ “ und „ $P_2$ “ beschriebenen physikalischen Unterschiede keine Auswirkungen haben im Hinblick auf das Hervorbringen von unter „ $P_E$ “ fallenden Strukturen. Die durch „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ zum Ausdruck gebrachten Kausalrelation trifft in beiden Fällen zu, weil, wie man sagen kann, Standardbedingungen herrschen. Solche Standardbedingungen lagen in beiden vorherigen Fällen nicht vor, so dass die physikalisch unterschiedlichen Strukturen (durch „ $P_1$ “ bzw. „ $P_2$ “ beschrieben sind) in Bezug auf das Hervorbringen von durch „ $P_E$ “ beschriebenen Strukturen zu unterscheiden waren. Auch wenn man sagen kann, dass Standardbedingungen für Kausalrelationen niemals vollständig im Vokabular der Biologie auszudrücken sind, stellt sich die Frage, ob nicht auch die Biologie in Situationen wie des ersten und zweiten Falles zwischen den Strukturen „ $P_1$ “ und „ $P_2$ “ unterscheiden kann.

Vereinfacht lässt sich sagen, dass das Gesetz „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ zum Ausdruck bringt, dass eine Kausalrelation vorliegt. Auch wenn wir nicht soweit gehen möchten zu behaupten, dass es im Anschluss an Situationen, wie in den ersten beiden Fällen geschildert, der Biologie möglich ist, den Mechanismus der Kausalrelation lückenlos zu erklären, so ist folgende Unterscheidung dennoch möglich. Aufgrund der in den beiden ersten Fällen beschriebenen Situationen ist die Biologie in der Lage, die physikalisch unterschiedlichen Eigenschaftsvorkommnisse ebenfalls zu unterscheiden. Ausgehend vom ersten Fall kann die Biologie die statistische Wahrscheinlichkeit berücksichtigen, mit der durch „ $F_E$ “ beschriebene Eigenschaftsvorkommnisse auf durch detaillierter als „ $F$ “ beschriebene Eigenschaftsvorkommnisse folgen. Diese detailliertere Beschreibung gestaltet sich derart, dass funktional definierte Begriffe konstruiert werden können, die koextensional zu den physikalischen Begriffen „ $P_1$ “ und „ $P_2$ “ sind, und somit der physikalischen Unterscheidung Rechnung tragen. Dies sind so genannte Sub-Typen, „ $F_1$ “ und „ $F_2$ “. Es ist im Vokabular der Biologie von daher möglich, detailliertere Gesetze zu formulieren, welche in der Form „Wenn  $F_1$ , dann, mit der Wahrscheinlichkeit  $C_1$ ,  $F_E$ “ bzw. „Wenn  $F_2$ , dann, mit der Wahrscheinlichkeit  $C_2$ ,  $F_E$ “. Analog dazu ergeben sich aus den Situationen des zweiten Falles die Sub-Typen „ $F_1$ “ und „ $F_2$ “, welche beispielsweise den Zeitparameter berücksichtigen. Dadurch können sie Gesetze der Art „Wenn  $F_1$ , dann, nach der Zeit  $T_1$ ,  $F_E$ “ bzw. „Wenn  $F_2$ , dann, nach der Zeit  $T_2$ ,  $F_E$ “ formulieren.

Unter der hier vorgestellten Konstruktion von Sub-Typen verstehen wir im Folgenden funktional definierte Begriffe, welche *nomologisch* koextensional mit den konstruierten Begriffen der Physik sind. Eine solche nomologische Koextensionalität ergibt sich aus den im ersten und zweiten Fall geschilderten Situationen, in welchen es für *jeden* möglichen relevanten physikalischen Unterschied Situationen gibt, in welchen diese nicht auf das physikalische Niveau beschränkt bleiben. In anderen Worten, aus jeder möglichen physikalischen Weise, wie eine Kausalrelation (die durch ein Gesetz der Biologie beschrieben wird) hervorgebracht wird, es ergeben sich kausale Unterschiede der betreffenden Kausalrelation, welche die Biologie in ihrem funktional definiertem Vokabular berücksichtigen können.

Auf dieser nomologischen Koextensionalität aufbauend können wir nun den wissenschaftlichen Status der konstruierten Gesetze der Biologie wie folgt beschreiben. Die mittels Sub-Typen konstruierten Gesetze der Biologie lassen sich aus der Physik ableiten. Unter der zuvor begründeten Annahme, dass „ $F_1$ “ mit „ $P_1$ “, „ $F_2$ “ mit „ $P_2$ “, und „ $F_E$ “ mit „ $P_E$ “ koextensional sind, können die konstruierten Gesetze der Art „Wenn  $F_1$ , dann, ...,  $F_E$ “ aus „Wenn  $P_1$ , dann  $P_E$ “ bzw. „Wenn  $F_2$ , dann, ...,  $F_E$ “ aus „Wenn  $P_2$ , dann  $P_E$ “ abgeleitet werden. Somit ergeben sich nun homogene reduktive Erklärungen seitens der Physik für die Kausalrelationen, welche die genannten konstruierten Gesetze ausdrücken. Deren Erkenntniswert könnte insofern begründet werden, weil sie sich als kohärent mit der Vollständigkeit der Physik und der Identität der Vorkommnisse erweisen. Da für einen Erkenntniswert allerdings auch die Einbettung in eine Theorie notwendig ist, und diese Sub-Typen-Gesetze in unserer heutigen Biologie nicht auftauchen, nennen wir dies im Folgenden erst einmal vorsichtig den *möglichen* wissenschaftlichen Status der Sub-Typen-Gesetze. Der Punkt, auf den es hier ankommt, ist dass sie systematisch mit



der Physik verbunden sind, woran wir in folgender Sektion anschließen werden. Es ist klar, dass eine nomologische Koextensionalität der Sub-Typen mit physikalischen Beschreibungen die Elimination der konstruierten Sub-Typen-Gesetze der Biologie nach sich zieht. Dieser Punkt wird wie gesagt am Ende wieder aufgegriffen, nachdem das Verhältnis zwischen Sub-Typen-Gesetzen (wie „Wenn  $F_1$ , dann, ...,  $F_E$ “) und den abstrakten Gesetzen (Wenn „ $F$ , dann  $F_E$ “) der Biologie klargestellt wurde.

#### 4) Wissenschaftliche Qualität der abstrakten pragmatischen Begriffe und Gesetze der Biologie

In diesem letzten Teil greifen wir die wesentlichen Ergebnisse der vorherigen Sektionen noch einmal auf, um daran anschließend vor allem folgende Punkte im Detail darzulegen. Die wissenschaftliche Qualität der abstrakten Gesetze der Biologie kann gesichert werden, weil ihre Sub-Typen-Gesetze reduzierbar sind, beide in einheitlichem Vokabular formuliert werden, und sich die abstrakten Gesetze und ihre Sub-Typen-Gesetze lediglich in ihrem Grad der Abstraktion unterscheiden. Multiple Referenz stellt somit kein anti-reduktionistisches Argument dar, welches eine systematische Verbindung zwischen Biologie und Physik verhindert, sondern drückt die Fähigkeit der Biologie aus, durch Abstraktion andere natürliche Arten in der Welt herauszustellen, als es die Physik vermag (ohne dabei im Widerspruch mit der Vollständigkeit der Physik zu stehen). Diese haben somit einen gut begründeten Platz in unserem wissenschaftlichen System, welches sich durch die hier vorgestellte Reduktionsstrategie als systematisch zusammenhängend und kohärent erweist.

Wie zuvor dargestellt wurde, lassen sich die konstruierten Sub-Typen-Gesetze der Biologie aus der Physik ableiten. Unter der zuvor begründeten Annahme, dass eine Konstruktion von Begriffen derart möglich ist, dass „ $F_1$ “ mit „ $P_1$ “, „ $F_2$ “ mit „ $P_2$ “, und „ $F_E$ “ mit „ $P_E$ “ koextensional sind, können die konstruierten Gesetze der Art „Wenn  $F_1$ , dann, ...,  $F_E$ “ aus „Wenn  $P_1$ , dann  $P_E$ “ bzw. „Wenn  $F_2$ , dann, ...,  $F_E$ “ aus „Wenn  $P_2$ , dann  $P_E$ “ abgeleitet werden. Daraus ergab sich, dass homogene reduktive Erklärungen seitens der Physik für die entsprechenden Kausalrelationen vorliegen, wodurch ein Erkenntniswert der Sub-Typen-Gesetze von Seiten der Physik kein Problem aufweisen würde. Die Sub-Typen-Gesetze sind kohärent mit der Vollständigkeit der Physik und der Identität der Vorkommnisse. Der Unterschied zwischen Sub-Typen-Gesetzen der Biologie und Gesetzen der Physik spiegelt sich vor allem in der Vollständigkeit ihrer Kausalerklärungen wider. Während physikalische Kausalerklärungen die betreffende Kausalrelation lückenlos kausal-mechanisch in ihrem Vokabular erklären, bieten uns die Sub-Typen-Gesetze der Biologie jeweils relativ unvollständige Kausalerklärungen.

Hieran anschließend lässt sich die Frage stellen, inwiefern sich die Sub-Typen-Gesetze und die abstrakten Gesetze der Biologie gleichen bzw. unterscheiden. Das abstrakte Gesetz der Biologie „Wenn  $F$ , dann  $F_E$ “ erklärt die Kausalrelation zwischen Eigenschaftsvorkommnissen, welche unter „ $F$ “ bzw. „ $F_E$ “ fallen. Diese Kausalrelation wird, mit einem Unterschied, in identischer Weise durch ihre Sub-Typen-Gesetze „Wenn  $F_1$ , dann, ...,  $F_E$ “ und „Wenn  $F_2$ , dann, ...,  $F_E$ “ zum Ausdruck gebracht. Der Unterschied liegt in der Berücksichtigung von funktionalen Details dieser Kausalrelation in den Sub-Typen-Gesetzen. Dabei ist wichtig zu beachten, dass sich diese hinzukommenden funktionalen Details lediglich auf die Wahrscheinlich und Weise des Hervorbringens der entsprechenden Wirkung beziehen. Die Kausalrelation und die funktionalen Details des Sub-Typen-Gesetzes sind im gleichen Vokabular formuliert wie das abstrakte Gesetz. Insofern kann man von einem rein *theorieimmanenten* Abstraktionsunterschied sprechen, der zwischen abstrakten Gesetzen und ihren Sub-Typen-Gesetzen vorliegt. Um dies mit der bereits erfolgten Unterscheidung zwischen Sub-Typen-Gesetzen und Physik-Gesetzen zu kontrastieren, können wir folgendes sagen. Sub-Typen-Gesetze spiegeln das Maximum an Vollständigkeit von Kausalerklärungen wider, das sich innerhalb der Biologie erreichen lässt. Demgegenüber setzen abstrakte Gesetze der Biologie Standardbedingungen voraus, wie wir sie in der vorherigen

Sektion als so genannten dritten Fall beschrieben haben – es liegen physikalische Umweltbedingungen vor, bei welchen die gegebenen physikalischen Unterschiede nicht zum Vorschein kommen. Wir kommen am Ende noch einmal auf diesen Punkt im Zusammenhang von Selektion zu sprechen

Wie kann vor diesem Hintergrund die wissenschaftliche Qualität der abstrakten Gesetze der Biologie begründet werden? Eine mögliche wissenschaftliche Qualität der Sub-Typen-Gesetze wurde bereits durch ihre Reduzierbarkeit begründet. Des Weiteren haben wir gezeigt, dass die abstrakten Gesetze der Biologie eine Kausalrelation herausstellen, welche ebenso ihre Sub-Typen-Gesetze zum Ausdruck bringen. Daraus ergibt sich, dass der vollzogene theorieimmanente Abstraktionsschritt – von Sub-Typen-Gesetzen zu einem abstrakten Gesetz – ein legitimer Schritt ist, um die Gemeinsamkeit der entsprechenden Sub-Typen-Gesetze hervorzuheben. Anders ausgedrückt, wann immer sich zwei oder mehrere Sub-Typen-Gesetze hinsichtlich einer Kausalrelation gleichen, ist es unter Abstraktion ihrer Unterschiede möglich, ein abstraktes Gesetz zu formulieren, welches ausschließlich jene Kausalrelation zum Ausdruck bringt. Dies ist der Schritt, der uns von Sub-Typen-Gesetzen zu jenen abstrakten Gesetzen führt, welche uns in unserer heutigen wissenschaftlichen Praxis der Biologie so geläufig sind. Hierdurch stellt sich die Frage der wissenschaftlichen Qualität der abstrakten Gesetze nicht mehr, weil die zum Ausdruck gebrachte Kausalrelation nichts jenseits der Sub-Typen-Gesetze darstellt. Was den Sub-Typen-Gesetzen für ihre wissenschaftliche Qualität fehlte – ihre Einbettung in eine Theorie – ist im Fall der abstrakten biologischen Gesetze gegeben.

Hier erfolgt nun ein zusammenfassender Überblick der besprochenen Schritte, welcher wesentlich für den Status der multiple Referenz, die Frage der natürlichen Arten und den Platz der Biologie in unserem wissenschaftlichen System sind. Ausgangspunkt hierbei ist die Identität der Vorkommnisse und die Vollständigkeit der Physik. Daraus ergab sich, dass multiple Referenz als anti-reduktionistisches Argument zu einem Dilemma führt, weil es die systematische Verbindung zur Physik unterbindet. Dadurch steht jedoch die wissenschaftliche Qualität der Biologie in Frage, weil eine solche sich meiner Meinung nach nur in einem reduktionistischen Rahmen begründen lässt. Vor diesem Hintergrund wurde gezeigt, dass durch die Konstruktion von physikalischen Begriffen und so genannten Sub-Typen eine nomologische Koextensionalität zwischen diesen erreichen lässt. Da Koextensionalität hinreichend für eine Reduktion ist, begründet dies die *mögliche* wissenschaftliche Qualität der Sub-Typen-Gesetze, für deren wissenschaftliche Qualität jedoch eine Einbettung in eine Theorie fehlt. Unter der Abstraktion von Details ist es innerhalb der Biologie jedoch möglich, von diesen Sub-Typen-Gesetzen zu den uns bekannten abstrakten Gesetzen zu gelangen, welchen es einer solche Theorie-Einbettung nicht mangelt. Da es sich bei diesen Details lediglich um die Wahrscheinlichkeiten und Weisen des Hervorbringens einer bestimmten Wirkung handelt, steht die wissenschaftliche Qualität der abstrakten Gesetze nunmehr nicht außer Frage.

Vor diesem Hintergrund können stellt sich die Möglichkeit der multiplen Referenz nicht als anti-reduktionistisches Argument dar. Die abstrakten Gesetze der Biologie lassen sich qua Abstraktion theorieimmanent aus Sub-Typen-Gesetzen formulieren, welche im Sinne der funktionalen Reduktion mit der Physik verbunden sind. Dabei bringen diese abstrakten Gesetze mit ihren abstrakten Begriffen (wie „ $F^x$ “) natürliche Arten zum Ausdruck, deren kausale Kraft in den Sub-Typen-Gesetzen genauer bestimmt werden. Während diese natürlichen Arten noch auf der Ebene der Sub-Typen erscheint, ist es der Physik aus konzeptuellen Gründen nicht möglich, diese homogen darzustellen und zu erklären. Anders ausgedrückt, aufgrund der multiplen Referenz kann die Biologie mit ihren abstrakten Begriffen und Gesetzen natürliche Arten homogen zum Ausdruck bringen, welches der Physik verschlossen bleibt.

Aus dieser Fähigkeit lässt sich allerdings nicht ableiten, dass die physikalische Beschreibung und Erklärung der Welt Lücken aufweist, welche die Biologie füllen könnten. Das Vorhandensein natürlicher Arten wie die der Menschen, Gene, usw. ist für das Verständnis der Welt nicht prinzipiell notwendig, da sich hieraus nichts erklären lässt, wozu nicht die Physik mit ihren

genauen Beschreibungen und Kausalerklärungen im Stande ist. Andererseits spricht man den biologischen Kausalerklärungen einen sehr hohen pragmatischen Wert zu, dem es vor dem Hintergrund unserer Strategie nicht an Wissenschaftlichkeit mangelt, und der im Kontext der Selektion noch eine andere Bedeutung bekommt. Die abstrakten Begriffe und Gesetze der Biologie können wir als wissenschaftlich klassifizieren, ohne dabei im Konflikt mit der Identität der Vorkommnisse und der Vollständigkeit der Physik zu stehen.

Hieraus ergibt sich, dass eine eliminativistische Position nunmehr ohne Argument dasteht. Während es noch möglich ist, sich für eine Elimination der Sub-Typen-Gesetze auszusprechen, weil diesen die Physik-Gesetze aufgrund der Vollständigkeit der Physik vorzuziehen sind, ist dies im Falle der abstrakten Gesetze nicht möglich. Wir benutzen somit die mögliche Konstruktion der Sub-Typen-Gesetze als Argument, die wissenschaftliche Qualität der abstrakten Gesetze zu begründen. Dass die Sub-Typen-Gesetze selber durch Physik-Gesetze ersetzt werden können, spielt keine Rolle, weil es nicht möglich ist, die abstrakten Gesetze der Biologie durch Gesetze der Physik zu ersetzen. Für ein besseres Verständnis dieser Position ist es wesentlich herauszuarbeiten, weshalb es überhaupt natürliche Arten gibt, welche lediglich die Biologie zum Ausdruck bringt, nicht jedoch die Physik. Die Antwort hierauf ergibt sich aus den Selektionsmechanismen, wie sie in unserer Welt vorliegen.

Biologische natürliche Arten haben sich innerhalb der physikalischen Entwicklung des Universums herausgebildet. Während sich der Selektionsmechanismus einfacher physikalischer Systeme im Wesentlichen auf deren Stabilität bezieht, hat sich der Selektionsmechanismus mit dem Aufkommen von Replikationseigenschaften grundlegend verändert (siehe hierzu beispielsweise Smith & Szathmáry 1999). Für das Auftreten und Fortbestehen einer biologischen Art spielt dabei vor allem die Frequenz der Replikation eine Rolle, wobei eine physikalisch *identische* Replikation unter folgender Bedingung an Wichtigkeit verliert. Treten bei der Replikation einer physikalischen Struktur physikalische Unterschiede auf, die in der gegebenen Umwelt keine negativen Auswirkungen auf die Frequenz anschließender Replikationen haben, bleibt dieser physikalische Unterschied bestehen. Da wir in unserer Welt kontingenter Weise Bedingungen vorfinden, in denen das Auftreten physikalischer Unterschiede nicht immer direkt negativ oder positiv selektioniert wird, heben unsere abstrakten biologischen Begriffe natürliche Arten hervor, deren Vorkommnisse in der Welt funktional hinreichend ähnlich sind, obwohl diese physikalische Unterschiede aufweisen. Dies ist der Fall so genannter Standardbedingungen, welche die abstrakten Begriffe und Gesetze der Biologie voraussetzen. In Abwesenheit dieser Standardbedingen implizieren die physikalischen Unterschiede ebenfalls Selektionsunterschiede, was somit das Fortbestehen der entsprechenden natürlichen Art betrifft. Dies ist der wesentliche Punkt, den die Sub-Typen im Gegensatz zu den abstrakten Begriffen zum Ausdruck bringen. Abstrakte pragmatische Begriffe der Biologie besitzen demnach eine wissenschaftliche Qualität, weil sie a) in eine kohärente Theorie eingebettet sind, b) kausale Gemeinsamkeiten physikalisch unterschiedlicher Strukturen hervorheben, und damit etwas leisten, das die Physik derart nicht vermag, c) dies sich daraus begründen lässt, dass sich unsere Welt kontingenter Weise so entwickelt hat, dass gewisse physikalische Unterschiede in gewissen Umwelten nicht selektioniert werden, und d), weil sie in keinem Konflikt mit der Vollständigkeit der Physik stehen, da ihre Sub-Typen systematisch mit der Physik verbunden sind.

## **Bibliographie**

- Bulmer, Michael (1991): "The selection-mutation-drift theory of synonymous codon usage". *Genetics* 129, pp. 897-907.
- Chalmers, David J. (1996): *The conscious mind. In search of a fundamental theory*. Oxford: Oxford University Press.

- Esfeld, Michael & Sachse, Christian (2007): "Theory reduction by means of functional subtypes". *International Studies in the Philosophy of Science* 21, pp. 1-17.
- Fodor, Jerry A. (1974): "Special sciences (or: The disunity of science as a working hypothesis)". *Synthese* 28, pp. 97-115.
- Kim, Jaegwon (1998): *Mind in a physical world. An essay on the mind-body problem and mental causation*. Cambridge (Massachusetts): MIT Press.
- Kim, Jaegwon (2005): *Physicalism, or something near enough*. Princeton: Princeton University Press.
- Putnam, Hilary (1967 / 1975): "The nature of mental states". In: H. Putnam (ed.) (1975): *Mind, language and reality. Philosophical papers. Volume 2*. Cambridge: Cambridge University Press. Pp. 429-440. First published as "Psychological predicates" in W. H. Capitan and D. D. Merrill (eds.) (1967): *Art, mind and religion*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Smith, John Maynard, et Szathmáry, Eörs (1999): *The origins of life. From the birth of life to the origins of language*. Oxford: Oxford University Press.