

# Identität statt Emergenz.

## Plädoyer für einen konservativen Reduktionismus

Michael Esfeld und Christian Sachse

(in Jens Greve und Annette Schnabel (Hgg.): *Emergenz. Zur Analyse und Erklärung komplexer Strukturen*.

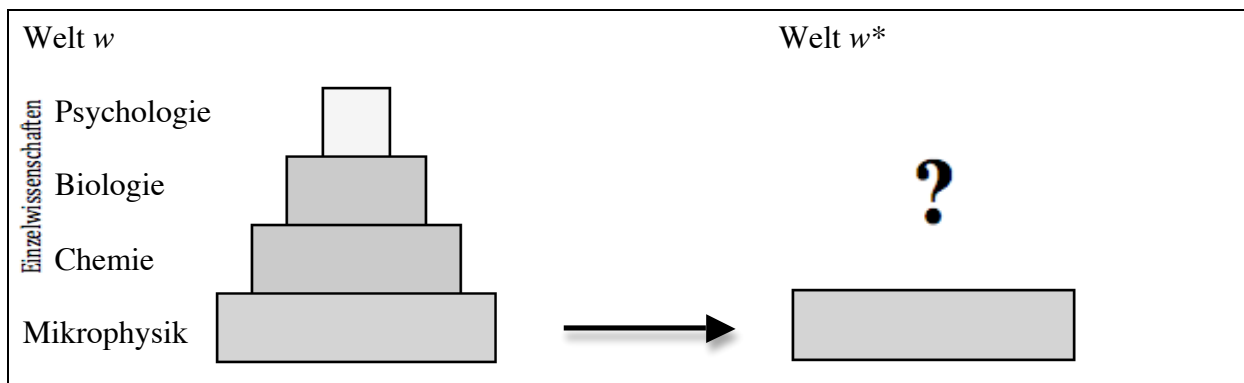
Berlin: Suhrkamp 2011, stw 1917, S. 84-110)

### Zusammenfassung

Wir argumentieren für einen Mittelweg zwischen einem Dualismus, der nicht-physikalische, emergente Eigenschaften anerkennt und auf einen Epiphänomenalismus hinausläuft, und einem radikalen Physikalismus, der nur die Physik anerkennt und in einem Eliminativismus in Bezug auf die Eigenschaften und die wissenschaftliche Qualität der Beschreibungen der Einzelwissenschaften endet. Der Mittelweg besteht darin, alle Eigenschaften in der Welt als mit physikalischen Eigenschaften identisch zu denken, diese Identität aber so auszuführen, dass die charakteristischen Züge der Eigenschaften der Einzelwissenschaften bewahrt werden (konservativer Reduktionismus). Wir zeigen, wie man dieses Ziel auf der Grundlage der kausalen Theorie von Eigenschaften erreichen kann, wieso nicht nur ontologische Identität, sondern auch die prinzipielle Reduzierbarkeit der Theorien der Einzelwissenschaften erforderlich ist und wie eine konservative Theorienreduktion gerade die wissenschaftliche Qualität der Einzelwissenschaften gegenüber der Physik sichert.

#### 1. Das Kausalargument für Identität

Nehmen wir an, dass man den mikrophysikalischen Bereich der Welt eindeutig definieren kann: Er soll in den physikalischen Eigenschaften bestehen, die an den Punkten der Raumzeit auftreten, und nur in diesen Eigenschaften. Mit „Eigenschaften“ meinen wir im Folgenden immer, sofern nicht anders angegeben, die Vorkommnisse (tokens) von Eigenschaften in der Welt. Eine vollständige mikrophysikalische Beschreibung der Welt erreichen wir demnach dadurch, dass wir für jeden Punkt in Raum und Zeit angeben, welche Eigenschaften an dem betreffenden Punkt auftreten. 85 Stellen wir uns nun vor, dass der gesamte mikrophysikalische Bereich der Welt verdoppelt wird – also eine Operation stattfindet, welche die gesamte Raumzeit und alle und nur die physikalischen Eigenschaften, die an den Punkten der Raumzeit auftreten, verdoppelt. Die so geschaffene Doppel-Welt  $w^*$  ist folglich mit der realen Welt  $w$  mikrophysikalisch identisch. Enthält  $w^*$  damit auch alles dasjenige, was es in  $w$  gibt – also auch alle Organismen, alle mentalen, ökonomischen und sozialen Eigenschaften, die Tagung im ZiF im Januar 2007 und diesen Band mit den in ihm ausgedrückten Gedanken usw.? Mit anderen Worten, ist  $w^*$  schlechthin ein Duplikat von  $w$ ?



*Abbildung 1: Die Welt  $w^*$  rechts ist ein exaktes mikrophysikalisches Duplikat der Welt  $w$  links. Gibt es in  $w^*$  alles dasjenige, was es in  $w$  gibt?*

Unsere Intuition ist, diese Frage zu bejahen. Wir wissen, dass alle Objekte, die es in der realen Welt gibt, aus mikrophysikalischen Objekten entstanden sind und dass sie aus mikrophysikalischen Objekten zusammengesetzt sind. Es kann also keine Objekte geben, die in  $w$  vorhanden sind, aber in  $w^*$  fehlen. Sind dann damit auch alle Eigenschaften, die komplexe makroskopische Objekte in  $w$  haben, in  $w^*$  ebenfalls vorhanden? Genauer gefragt, ist allein dadurch, dass man den gesamten Bereich der mikrophysikalischen Eigenschaften von  $w$  nach  $w^*$  projiziert, gewährleistet, dass auch alle biologischen, mentalen, sozialen und ökonomischen Eigenschaften, die es in  $w$  gibt, in  $w^*$  ebenfalls vorhanden sind? Man beachte, dass es in dieser Frage um keinen Determinismus in der Zeit geht: Wir haben gefordert, dass alle mikrophysikalischen Eigenschaften in der *gesamten* Raumzeit von  $w$  nach  $w^*$  kopiert werden. Die Frage, wie die zeitliche Entwicklung innerhalb der Welt beschaffen ist, spielt hier daher keine Rolle.

Wenn eine biologische, mentale, ökonomische oder soziale Eigenschaft in  $w$  vorhanden ist, aber in  $w^*$  fehlt, dann würden wir nach einem Grund für diesen Unterschied suchen. Diese Suche würde uns jeweils über den Bereich der biologischen, der mentalen, der ökonomischen oder der sozialen Eigenschaften hinausführen: Nach allem, was wir über die Welt wissen, könnte es nicht sein, dass in einem Duplikat der Welt nur eine phänotypische Eigenschaft fehlt – sagen wir, die hellgelbe Farbe der Blüte einer bestimmten Pflanze zu einer bestimmten Zeit –, ohne dass es auch einen genetischen Unterschied, einen zellulären Unterschied oder einen Unterschied in den Umweltbedingungen zwischen dem Duplikat der Welt ( $w^*$ ) und der Welt ( $w$ ) gäbe; infolgedessen gäbe es auch einen molekularbiologischen Unterschied zwischen  $w^*$  und  $w$  und folglich letztlich auch einen mikrophysikalischen Unterschied. Die Welt  $w^*$  wäre somit kein exaktes mikrophysikalisches Duplikat von  $w$ , sondern würde sich in irgendeinem mikrophysikalischen Detail von  $w$  unterscheiden.

Ebenso könnte es nach allem, was wir über die Welt wissen, nicht sein, dass in einem Duplikat der Welt nur eine mentale Eigenschaft fehlt – sagen wir, der Gedanke von Angela Merkel am 20. Dezember 2008, dass das Jahr 2008 ein schwieriges Jahr war. Wenn diese mentale Eigenschaft in  $w^*$  nicht vorhanden wäre, dann wäre der mentale Zustand von Angela Merkel in  $w^*$  zu der betreffenden Zeit insgesamt anders beschaffen als in  $w$ , denn jede mentale Eigenschaft ist mit anderen mentalen Eigenschaften vernetzt. Daher gäbe es dann auch irgendeinen neurobiologischen Unterschied in dem Gehirn von Angela Merkel zwischen  $w^*$  und  $w$  zu der betreffenden Zeit und damit auch einen molekularbiologischen und letztlich einen mikrophysikalischen Unterschied. Ebenso könnte es nach allem, was wir über die Welt wissen, nicht sein, dass in einem Duplikat der Welt nur eine soziale oder ökonomische Eigenschaft fehlt – sagen wir, dass der Dow Jones Index am 19. Dezember 2008 leicht fällt. Wenn diese ökonomische Eigenschaft in  $w^*$  nicht vorhanden wäre, also der Kurs des Dow Jones sich an dem betreffenden Tag in  $w^*$  anders entwickelt, dann bestände auch irgendein Unterschied in den intentionalen Einstellungen und den Handlungen von Personen in  $w^*$  und  $w$ , und damit irgendein neurobiologischer und letztlich irgendein molekularer und mikrophysikalischer Unterschied. Somit wäre in diesem Fall  $w^*$  wiederum kein exaktes mikrophysikalisches Duplikat von  $w$ .

Wir können diese Überlegung so zusammenfassen: Es gibt keine biologische, mentale, soziale oder ökonomische Veränderung, ohne dass es eben damit auch eine mikrophysikalische Veränderung gibt. Im philosophischen Fachjargon sagt man, dass alles, was es in der Welt gibt, auf dem Bereich der mikrophysikalischen Eigenschaften <sup>87</sup> global superveniert. Alle biologischen, mentalen, sozialen und ökonomischen Eigenschaften haben irgendwelche Wirkungen, und sie können die betreffenden Wirkungen nur haben, indem sie auch physikalische Wirkungen bis hinunter zu mikrophysikalischen Wirkungen haben.

An dieser Stelle stoßen wir jedoch auf ein Problem: Für jede physikalische Wirkung gibt es vollständig hinreichende, rein physikalische Ursachen. Jede physikalische Wirkung fällt unter physikalische Gesetze, und diese Gesetze enthalten nur physikalische Variablen. Selbst wenn diese Gesetze nicht deterministisch, sondern probabilistisch sein sollten, geben sie vollständige Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten der betreffenden physikalischen Wirkungen an. Keinerlei biologische, mentale, soziale oder ökonomische Variablen können die Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten bestimmter physikalischer Wirkungen beeinflussen, ohne dass derselbe Einfluss zugleich durch rein physikalische Variablen festgelegt ist. Diese kausale Vollständigkeit der Physik ist seit der klassischen Mechanik, die auf Newton zurückgeht, physikalisch ausgeführt und seit Leibniz in der philosophischen Diskussion anerkannt: Unter Hinweis auf sie widerlegt Leibniz in der *Monadologie* (§ 80) Descartes' interaktionistischen Körper-Geist-Dualismus.

Wir können diese Situation in folgendem Diagramm darstellen:

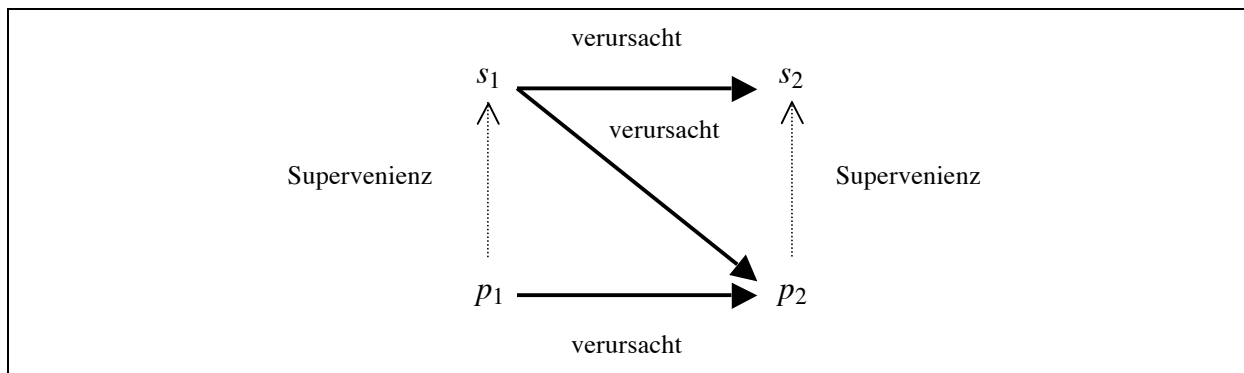


Abbildung 2: Der Bereich der Eigenschaften der Einzelwissenschaften – der Bereich biologischer, mentaler, sozialer, ökonomischer Eigenschaften usw. – superveniert global auf dem Bereich der physikalischen Eigenschaften. Wir verwenden den Buchstaben „s“ für Vorkommnisse von Eigenschaften aus dem ersten Bereich, und den Buchstaben „p“ für Vorkommnisse von Eigenschaften aus dem physikalischen Bereich. Ein Eigenschaftsvorkommnis  $s_1$  verursacht ein anderes Eigenschaftsvorkommnis  $s_2$  und verursacht damit ebenfalls ein physikalisches Eigenschaftsvorkommnis  $p_2$ . Für  $p_2$  gibt es jedoch auch eine vollständige physikalische Ursache  $p_1$ .

<sup>88</sup> Es gibt genau zwei Möglichkeiten, wie man sich zu dieser Situation stellen kann. Die eine Möglichkeit besteht darin zu sagen, dass die Eigenschaften der Einzelwissenschaften nicht mit physikalischen Eigenschaften identisch sind ( $s_1 \neq p_1$  und  $s_2 \neq p_2$ ), so dass die Eigenschaften der Einzelwissenschaften alle ihre Wirkungen *überbestimmen*. Für alle physikalischen Wirkungen von Eigenschaften der Einzelwissenschaften gibt es vollständige

physikalische Ursachen, und durch die Supervenienz des Bereichs der Eigenschaften der Einzelwissenschaften auf dem Bereich der physikalischen Eigenschaften ist ebenfalls gewährleistet, dass es für das Auftreten aller Eigenschaften der Einzelwissenschaften in der Welt hinreichende physikalische Bedingungen gibt. Man kann hingegen nicht sagen, dass genauso physikalische Eigenschaften die Wirkungen im Bereich der Einzelwissenschaften überbestimmen. Denn die Situation ist nicht symmetrisch: Es gibt auch rein physikalische Wirkungen, für die keine Ursachen aus dem Bereich der Eigenschaften der Einzelwissenschaften vorhanden sind; dagegen gibt es nichts im Bereich der Eigenschaften der Einzelwissenschaften, für das es nicht vollständige, rein physikalische hinreichende Bedingungen gibt. Was zur Überbestimmung führt, ist daher ausschließlich die kausale Wirksamkeit der Eigenschaften der Einzelwissenschaften. Daraus folgt: Eine Situation, in der die Eigenschaften der Einzelwissenschaften nichts bewirken und damit epiphänomenal sind, würde sich von der oben dargestellten Situation nicht unterscheiden.

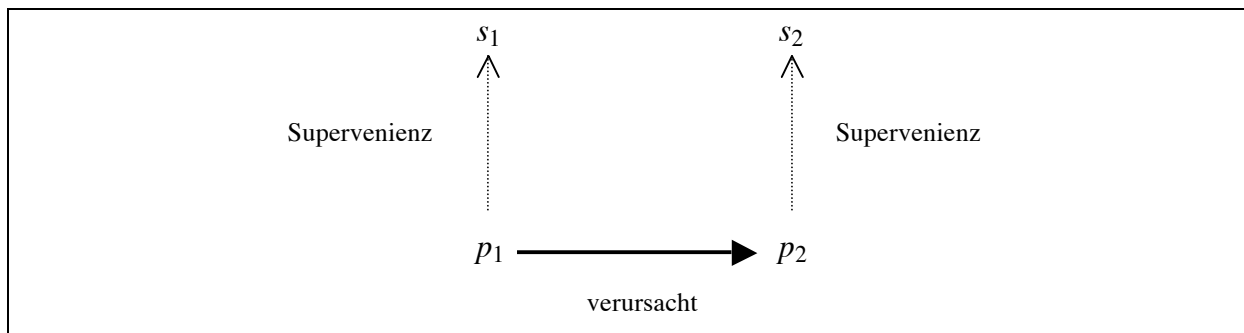


Abbildung 3: Die Eigenschaften der Einzelwissenschaften als Epiphänomene.

Überbestimmung ist somit kein geeigneter Lösungsweg, um die kausale Wirksamkeit der Eigenschaften der Einzelwissenschaften 89 zu etablieren. Dieses Resultat ist unabhängig davon, welche Theorie der Kausalität man vertritt. Für alle Vorkommnisse physikalischer Eigenschaften in der Welt gibt es vollständige physikalische Ursachen, insofern es überhaupt Ursachen gibt, und die Gesetze, in denen Typen physikalischer Eigenschaften auftreten, sind strikte Gesetze, während die Gesetze der Einzelwissenschaften nie strikt sind. Auch wenn man eine Theorie der Kausalität vertritt, gemäß der Kausalbeziehungen durch kontrafaktische Aussagen vollständig erfasst werden, gilt diese Asymmetrie, weil die Naturgesetze wesentlich in die Wahrheitsbedingungen der betreffenden kontrafaktischen Aussagen eingehen. Das heißt, die kontrafaktischen Aussagen, die allein Vorkommnisse physikalischer Eigenschaften miteinander verbinden, haben einen privilegierten Status, weil sie durch strikte Gesetze gedeckt sind. Selbstverständlich gibt es auch wahre kontrafaktische Aussagen, die Vorkommnisse supervenierender Eigenschaften mit Vorkommnissen nachfolgender physikalischer Eigenschaften verbinden. Aber es fehlt ein Argument dafür, wieso diese Aussagen eine Kausalbeziehung ausdrücken sollten. Allein die Tatsache, dass eine Eigenschaft auf einer anderen Eigenschaft superveniert, kann kein zureichender Grund dafür sein zu behaupten, dass die supervenierende Eigenschaft ebenfalls für – einige – der Wirkungen, welche die Basis-Eigenschaft hat, ursächlich ist, so dass diese Wirkungen systematisch überbestimmt sind. Eine solche Behauptung liefe darauf hinaus, einfach per

Dekret festzusetzen, dass die Supervenienzbeziehung an sich selbst den Epiphänomenalismus ausschließt (die Kritik von Marras 2007, S. 318-319, an Kim 1998 läuft auf ein solches Dekret hinaus, ebenso wie der Lösungsvorschlag von Harbecke 2008, Kapitel 4).

Die andere Möglichkeit besteht darin, zu vertreten, dass die Eigenschaften der Einzelwissenschaften mit physikalischen Eigenschaften identisch sind. Genauer gesagt: Jedes Vorkommnis einer Eigenschaft der Einzelwissenschaften ist mit einer Konfiguration von Vorkommnissen physikalischer Eigenschaften identisch. Statt der drei Kausalitätspfeile in Abbildung 2 oben gibt es somit nur eine Kausalbeziehung, aber mehrere Beschreibungen der Eigenschaften, die in der betreffenden Kausalbeziehung stehen:

90

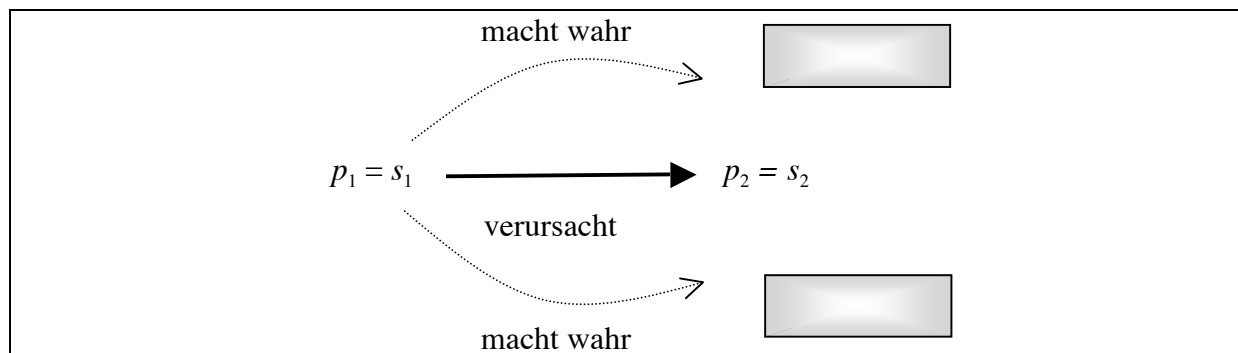


Abbildung 4: Die Vorkommnisse von Eigenschaften der Einzelwissenschaften sind mit Vorkommnissen physikalischer Eigenschaften identisch. Ein und dieselben Eigenschaftsvorkommnisse machen Beschreibungen verschiedener Typen wahr.

Eigenschaftsidentität steht Supervenienz nicht entgegen: Die Supervenienzbeziehung schließt nicht aus, dass alle Eigenschaften aus dem Bereich der supervenierenden Eigenschaften mit Eigenschaften aus dem Bereich der Supervenienzbasis identisch sind. Identität sichert die kausale Wirksamkeit der Eigenschaften der Einzelwissenschaften. Denn Identität ist eine symmetrische Beziehung: Wenn alle Eigenschaften der Einzelwissenschaften mit Konfigurationen physikalischer Eigenschaften identisch sind, dann sind einige Konfigurationen physikalischer Eigenschaften qua dieser Konfigurationen Eigenschaften der Einzelwissenschaften.

Für Emergenz bedeutet dieses: Es ist trivial, dass es emergente Eigenschaften in einem zeitlichen Sinne gibt, das heißt Eigenschaften, die zu Beginn des Universums nicht vorhanden waren und sich im Laufe der Evolution des Kosmos entwickelt haben, weil die kosmische Evolution zu komplexen Konfigurationen physikalischer Eigenschaften geführt hat. Es gibt jedoch keine emergenten Eigenschaften im Sinne von Eigenschaften, die nicht mit Konfigurationen physikalischer Eigenschaften identisch sind. Denn diese könnten nur Epiphänomene sein. Damit gibt es keine Schichten von Eigenschaften in der Welt, sondern nur Stufen von Komplexität in den Konfigurationen physikalischer Eigenschaften.

## 2. Das Dilemma des Funktionalismus

91 Das Kausalargument ist ein starkes Argument für die Identität alles dessen, was es im Bereich der Einzelwissenschaften gibt, mit etwas Physikalischem. Mit diesem Argument alleine ist allerdings noch nicht viel gewonnen. Man muss diese These der Identität plausibel

machen, das heißt zeigen, wie sie konservativ sein kann, also dasjenige, was für die Eigenschaften der Einzelwissenschaften charakteristisch ist, bewahrt.

Für diese Aufgabe scheint es eine offensichtliche Lösung zu geben: den *Funktionalismus*. Dieser ist seit Beginn der siebziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts die Standardposition in Bezug auf das Verhältnis zwischen den Einzelwissenschaften und der Physik (die diesbezügliche Standardreferenz ist Fodor 1974). Die Idee des Funktionalismus lässt sich in den folgenden drei Thesen zusammenfassen:

- (1) *Die Eigenschaften, von denen die Einzelwissenschaften handeln, sind funktionale Eigenschaften.* Das sind kausale Eigenschaften: Sie bestehen darin, unter Normalbedingungen bestimmte Wirkungen zu haben (und gegebenenfalls eine bestimmte kausale Geschichte – das heißt bestimmte Ursachen – zu besitzen, welche für die betreffenden Eigenschaften ebenfalls charakteristisch sein kann).
- (2) *Die funktionalen Eigenschaften, von denen die Einzelwissenschaften handeln, sind physikalisch realisiert.* Es gibt in jedem Fall eine Konfiguration physikalischer Eigenschaften, die so beschaffen ist, dass sie als Konfiguration die Wirkungen hat, welche funktionale Eigenschaften eines bestimmten Typs der Einzelwissenschaften charakterisieren, so dass die betreffende Konfiguration eine funktionale Eigenschaft des betreffenden Typs realisiert. In diesem Sinne ist vor dem Hintergrund unserer Argumentation im vorherigen Abschnitt jedes Vorkommnis einer funktionalen Eigenschaft mit einer Konfiguration von Vorkommnissen physikalischer Eigenschaften identisch.
- (3) *Die funktionalen Eigenschaften, von denen die Einzelwissenschaften handeln, können physikalisch multipel realisiert sein.* Konfigurationen physikalischer Objekte, die auf verschiedene Weisen zusammengesetzt sind und daher unter verschiedene physikalische Typen fallen, können dennoch alle funktionale Eigenschaften desselben einzelwissenschaftlichen Typs realisieren, weil sie als Konfigurationen alle die gleichen signifikanten Wirkungen hervorbringen.

Es gibt in der Literatur zwei verschiedene Weisen, den Funktionalismus auszuführen. Der *Rollen-Funktionalismus* vertritt, dass die Eigenschaften der Einzelwissenschaften funktionale Rollen sind, die von Konfigurationen physikalischer Eigenschaften realisiert werden. Obwohl nichts hindert, dass jedes Vorkommnis einer funktionalen Rollen-Eigenschaft mit einer Konfiguration von Vorkommnissen physikalischer Realisierer-Eigenschaften identisch ist, besteht aufgrund der multiplen Realisation keine Identität zwischen den funktionalen Eigenschaftstypen der Einzelwissenschaften und den Typen von Konfigurationen physikalischer Realisierer-Eigenschaften (siehe Fodor 1974). Damit ist der Rollen-Funktionalismus jedoch dem Einwand ausgesetzt, dass Eigenschaftsvorkommnisse in der Welt, insofern sie unter Eigenschaftstypen der Einzelwissenschaften fallen, epiphänomenal sind. Kausal wirksam sind diese Vorkommnisse nur, insofern sie Vorkommnisse von Typen von Konfigurationen physikalischer Eigenschaften sind (siehe Block 1990). Der Rollen-Funktionalismus erfüllt daher nicht die Aufgabe, zu zeigen, wie etwas, insofern es eine Eigenschaft einer Einzelwissenschaft ist, kausal wirksam sein kann.

Die andere Version ist der *Realisierer-Funktionalismus*: Ebenso wie der Rollen-Funktionalismus nimmt der Realisierer-Funktionalismus seinen Ausgang von den funktionalen Beschreibungen, die wir in den Einzelwissenschaften vorfinden. Während ersterer diese Beschreibungen jedoch so interpretiert, dass sie sich auf funktionale Rollen-

Eigenschaften beziehen, die physikalisch realisiert sind, versteht letzterer diese Beschreibungen so, dass sie auf die physikalischen Eigenschaften referieren, welche bestimmte funktionale Rollen ausüben, jedoch als solche keine funktionalen Eigenschaften sind. Infolgedessen gibt es gemäß dieser Position nur die Verteilung der physikalischen Eigenschaften in der Welt, und diese Verteilung ist so, dass sie nicht nur physikalische Beschreibungen, sondern auch die funktionalen Beschreibungen der Einzelwissenschaften wahr macht. Es gibt aber keine funktionalen Eigenschaften in der Welt. Die Eigenschaften sind alle physikalisch und als solche nicht kausal, sondern kategorial (vgl. die Position, die David Lewis unter dem Namen „Humesche Supervenienz“ vertritt – insbesondere Lewis 1986, Einleitung, und Lewis 1994). Daher führt diese Position zu einem Eliminativismus in Bezug auf die funktionalen Eigenschaften, von denen die Einzelwissenschaften handeln.

Des Weiteren läuft diese Position wegen der multiplen Realisation auch auf einen Eliminativismus in Bezug auf den wissenschaftlichen Wert der Beschreibungen der Einzelwissenschaften hinaus: Diese referieren multipel auf physikalisch ganz unterschiedlich zusammengesetzte Konfigurationen, die Konfigurationen rein physikalischer Eigenschaften sind. Alle Wirkungen, welche die betreffenden Konfigurationen von physikalischen Eigenschaften haben können, besitzen vollständige physikalische Ursachen und können dementsprechend vollständig physikalisch erklärt werden. Das heißt: Wenn die funktionalen Beschreibungen der Einzelwissenschaften sich nicht auf genuin funktionale, kausale Eigenschaften beziehen, sondern auf Konfigurationen nicht-funktionaler, physikalischer Eigenschaften und wenn diese Konfigurationen wegen der multiplen Realisation bzw. der multiplen Referenz dieser Beschreibungen physikalisch nichts Signifikantes gemeinsam haben, dann ist nicht ersichtlich, worin der Erkenntniswert der funktionalen Beschreibungen der Einzelwissenschaften bestehen könnte. Die Konsequenz dieser Position ist, im Vokabular der Physik Theorien zu konstruieren, welche die Theorien der Einzelwissenschaften für jeweils physikalisch homogene Bereiche ersetzen (beispielsweise je eine physikalische Theorie, welche die Psychologie für Menschen und die Psychologie für Kraken abdeckt, aber keine spezies-übergreifende, wissenschaftliche Psychologie) (vgl. Lewis 1980 und Kim 1998, S. 93-95, sowie den „Neue Welle Reduktionismus“ von Bickle 1998).

94 Zusammenfassend lässt sich daher sagen, dass heute klar ist, dass die Standardversionen des Funktionalismus die in sie gesetzten Erwartungen nicht erfüllen: Statt dasjenige, was für die Eigenschaften der Einzelwissenschaften charakteristisch ist und was die wissenschaftliche Qualität der Einzelwissenschaften ausmacht, zu bewahren, führen sie in ein Dilemma zwischen Epiphänomenalismus (Rollen-Funktionalismus) und Eliminativismus (Realisierer-Funktionalismus) hinein. Dennoch ist keine Position in Sicht, die an die Stelle des Funktionalismus treten könnte: Die beiden Alternativen, nicht-physikalische, emergente Eigenschaften anzusetzen oder sich auf einen radikalen Physikalismus zurückzuziehen, der nur die Physik anerkennt, laufen explizit in die beiden Hörner des genannten Dilemmas hinein – Epiphänomenalismus im ersten Fall, Eliminativismus im letzten Fall.

Wir benötigen nach wie vor einen Mittelweg zwischen einem emergentistischen Dualismus und einem eliminativistischen Physikalismus, und es ist nicht zu sehen, wie dieser Mittelweg anders denn funktionalistisch sein könnte. Denn der Funktionalismus ist die einzige Position, welche eine Erklärung dessen bietet, wieso es die Eigenschaften, von denen die Einzelwissenschaften handeln, in der Welt gibt. Diese Eigenschaften gibt es deshalb, weil sich im Zuge der kosmischen Evolution stabile Konfigurationen physikalischer Eigenschaften

gebildet haben, die so beschaffen sind, dass sie als Ganze die Wirkungen hervorbringen, welche die funktionalen Eigenschaften charakterisieren, von denen die Einzelwissenschaften handeln. Wir können deshalb verstehen, wieso es letztere Eigenschaften in der Welt gibt, ohne auf einen Dualismus physikalischer und nicht-physikalischer, emergenter Eigenschaften festgelegt zu sein.

### 3. *Kausale Eigenschaften und ontologische Identität*

Wir möchten aus der Analyse dessen, wie es zu dem genannten Dilemma kommt, zwei Konsequenzen vorschlagen:

(1a) Es ist falsch, funktionale Eigenschaften den physikalischen Eigenschaften entgegenzusetzen.

(2a) Es ist falsch, multiple Realisation als anti-reduktionistisches Argument zu verstehen.

Unsere hieran anschließenden Überlegungen bauen auf zwei Thesen auf:

(1b) Alle Eigenschaften, die es in der Welt gibt, einschließlich der physikalischen Eigenschaften, sind funktionale im Sinne kausaler Eigenschaften.

(2b) Alle Beschreibungen, Gesetze und Theorien der Einzelwissenschaften können trotz multipler Realisation bzw. Referenz auf physikalische Beschreibungen, Gesetze und Theorien reduziert werden.

Die erste These ermöglicht es, funktionale Eigenschaften mit physikalischen Eigenschaften zu identifizieren, ohne einen Eliminativismus in Bezug auf die funktionalen Eigenschaften zu vertreten; denn die physikalischen Eigenschaften sind selbst funktional – in dem Sinne, dass sie kausale Eigenschaften sind –, und die Identifikation der Eigenschaften der Einzelwissenschaften mit physikalischen Eigenschaften ist der einzige Weg, um ersteren kausale Wirksamkeit zu sichern. Damit entfällt die Idee, dass funktionale Eigenschaften eine Realisation durch nicht-funktionale, physikalische Eigenschaften erfordern. Was stattdessen die resultierende Position als Funktionalismus charakterisiert, ist die These, dass alle Eigenschaften funktional im Sinne dessen sind, dass sie als solche selbst kausal sind. Das heißt, es gibt keinen Unterschied zwischen Eigenschaften, ohne dass es sich dabei um einen kausalen Unterschied handelt. Die zweite These gewährleistet die Anbindung der Beschreibungen, Gesetze und Theorien der Einzelwissenschaften an die physikalischen Beschreibungen, Gesetze und Theorien. Nur durch eine solche Anbindung können wir dafür argumentieren, dass die Beschreibungen, Gesetze und Theorien der Einzelwissenschaften einen wissenschaftlichen Erkenntniswert haben, statt im Prinzip (wenn auch nicht in der Praxis) durch physikalische Beschreibungen, Gesetze und Theorien ersetzt werden zu können.

Die kausale Theorie von Eigenschaften besagt, dass Eigenschaften, insofern sie bestimmte Qualitäten sind, Kräfte sind, bestimmte Wirkungen hervorzubringen. Alle Eigenschaften sind somit in dem Sinne funktional, dass sie kausale Eigenschaften sind, die darin bestehen, bestimmte Wirkungen zu produzieren (siehe zum Beispiel Shoemaker 1980 und Bird 2007). Damit entfällt die Unterscheidung zwischen funktionalen und physikalischen Eigenschaften. Auch die physikalischen Eigenschaften sind als solche selbst kausal. Betrachten wir zum Beispiel die Eigenschaft der Ladung. Dieses ist eine fundamentale physikalische Eigenschaft, die an Punkten der Raumzeit auftreten kann. Die Ladung ist eine bestimmte Qualität, die zum Beispiel von der Masse verschieden ist. Es gibt fundamentale physikalische Objekte, welche die gleiche Ladung, aber verschiedene Ruhemasse haben und umgekehrt (Elektronen und Myonen bzw. Elektronen und Positronen). Insofern die Ladung eine bestimmte Qualität ist,



ist sie eine Kraft, die sich in bestimmten Kausalbeziehungen manifestiert, nämlich die Kraft, ein elektromagnetisches Feld aufzubauen, so dass gleich geladene Objekte abgestoßen und entgegengesetzt geladene 96 Objekte angezogen werden. Diese Kausalbeziehungen werden in der physikalischen Feldtheorie des Elektromagnetismus beschrieben. Für die kausale Theorie von Eigenschaften gibt es Argumente, die unabhängig von der Debatte um den Funktionalismus sind: Das sind zum einen rein metaphysische Argumente, die sich darauf beziehen, dass dann, wenn die Eigenschaften als solche kategorial statt kausal wären, ihr Wesen in einer primitiven Washeit bestände, die unerkennbar ist. Zum anderen handelt es sich um Argumente aus der Interpretation der fundamentalen physikalischen Theorien, insbesondere der Quantentheorie (siehe dazu ausführlich Esfeld 2008, Kapitel 5).

Die kausale Theorie von Eigenschaften ermöglicht es, eine *konservative Identität* der Eigenschaften der Einzelwissenschaften mit Konfigurationen physikalischer Eigenschaften zu vertreten. Der Grund für diese Identität ist, dass beide kausal-funktional sind: Die Eigenschaften der Einzelwissenschaften bestehen darin, bestimmte Wirkungen hervorzubringen, und diese Wirkungen sind identisch mit den Wirkungen, welche bestimmte Konfigurationen physikalischer Eigenschaften unter bestimmten Umweltbedingungen hervorbringen. Selbstverständlich erwähnt keine funktionale Definition im Vokabular einer Einzelwissenschaft alle diese Wirkungen. Die physikalischen Beschreibungen können in jedem Fall detaillierter als die Beschreibungen der Einzelwissenschaften sein. Aber diese epistemologische Tatsache hindert nicht ontologische Identität. Jedes Vorkommnis einer Eigenschaft der Einzelwissenschaften kann die Wirkungen, welche den betreffenden funktionalen Eigenschaftstyp charakterisieren, nur hervorbringen, indem es die Wirkungen produziert, welche eine komplexe Konfiguration physikalischer Eigenschaften qua Konfiguration hat. Zum Beispiel kann jedes Vorkommnis eines Gens das bestimmte Protein, das es in einer gegebenen Situation produziert und das den betreffenden Gen-Typ charakterisiert, nur hervorbringen, indem es all diejenigen molekularen Wirkungen hat, die eine bestimmte DNA-Sequenz als Ganze in der betreffenden Situation hat. Um noch ein anderes Beispiel anzuführen, jedes Vorkommnis von Schmerz kann das Verhalten, das für Schmerzempfindungen typisch ist, nur produzieren, indem es die Wirkungen hervorbringt, die eine bestimmte Konfiguration neurobiologischer Eigenschaften in der gegebenen 97 Situation hat, denn durch diese Wirkungen kommt das manifeste Schmerzverhalten zustande.

Auf diese Weise gelangen wir von der Theorie kausal-funktionaler Eigenschaften zu einer konservativen, ontologischen funktionalen Reduktion: Alle Eigenschaften, die es in der Welt gibt, sind entweder selbst fundamentale physikalische, kausal-funktionale Eigenschaften, oder sie sind mit Konfigurationen solcher Eigenschaften identisch. Diese Position ist ein Reduktionismus, weil alle Eigenschaften physikalisch sind, aber nur manche biologisch, mental, sozial oder ökonomisch sind. Dieser Reduktionismus ist konservativ, weil es biologische, mentale, soziale und ökonomische Eigenschaften mit allen ihren charakteristischen Zügen in der Welt gibt. Die kausal-funktionale Theorie aller Eigenschaften ermöglicht diese konservative Identität, welche die Klippen des Epiphänomenalismus und des Eliminativismus umschifft, indem sie alle Eigenschaften als kausal konzipiert, so dass auch die physikalischen Eigenschaften im genannten Sinne kausale Eigenschaften sind und jeder Unterschied zwischen Eigenschaften eo ipso ein kausaler Unterschied ist.

Wir können an dieser Stelle allerdings nicht stehen bleiben. Auch wenn man vertritt, dass es sich bei Eigenschaften um die jeweiligen Vorkommnisse von Eigenschaften in der Welt

handelt, stellt sich das Problem der multiplen Realisation in dem Sinne, dass in jedem Fall einer funktionalen Eigenschaft einer Einzelwissenschaft ein und dasselbe Eigenschaftsvorkommnis unter verschiedene Eigenschaftstypen fällt. Um das Dilemma von Epiphänomenalismus und Eliminativismus zu vermeiden, muss man zeigen, dass Vorkommnisse von Eigenschaften in der Welt kausal wirksam sind, insofern sie Vorkommnisse von Eigenschaften einzelwissenschaftlicher Typen sind (vgl. Noordhof 1998). Das wiederum kann man zur zeigen, wenn man es erreicht, trotz multipler Realisation zu einer Art Typenidentität zu gelangen. Mit anderen Worten, man muss den erwähnten ontologischen Reduktionismus zu einem epistemologischen Reduktionismus, einer prinzipiellen Reduzierbarkeit der Theorien der Einzelwissenschaften auf physikalische Theorien, ausweiten.

#### 4. *Theorien-Reduktion durch funktionale Sub-Typen*

98 Da wir davon ausgehen, dass alles in der Welt Existierende Eigenschaftsvorkommnisse sind, das heißt Arten und Weisen, wie Objekte sind, handelt es sich bei Eigenschafts-Typen um nichts anderes als Begriffe. Diese heben markante Gemeinsamkeiten von Eigenschaftsvorkommnissen hervor bzw. von den Arten und Weisen, wie Objekte sind. Fundamentale physikalische Eigenschaftsvorkommnisse sind qualitativ identisch und fallen unter fundamental physikalische Beschreibungen und Gesetze. Beispielsweise sind alle negativen Elementarladungen qualitativ exakt gleich und nur numerisch verschieden. Hier gegenüber spricht man von nicht-perfekten Ähnlichkeiten zwischen komplexen Konfigurationen fundamentaler physikalischer Eigenschaften, sofern ein Begriff verwendet wird, welcher jene und nur jene komplexen Konfigurationen beschreibt. In diesem Sinne gibt es nicht-fundamentale physikalische Begriffe, welche sich als eine komplexe Beschreibung in der Regel auf die Zusammensetzung von komplexen Konfigurationen physikalischer Eigenschaftsvorkommnisse beziehen. Es werden aber auch einzelwissenschaftliche Begriffe verwendet, die vor allem die Wirkungen hervorheben, welche die jeweilige Konfiguration als Ganze unter bestimmten Umweltbedingungen produziert. Vergleichen wir nun diese beiden Arten von Begriffen, so können wir die Möglichkeit der multiplen Realisierung wie folgt verstehen: Es ist eine epistemologische Tatsache, dass Eigenschaftsvorkommnisse, welche unter einen einheitlichen einzelwissenschaftlichen Begriff fallen, physikalisch durchaus unterschiedlich beschrieben werden können, das heißt unter verschiedene Begriffe fallen. In diesem Sinne stimmen wir mit Lewis' Funktionalismus darin überein, dass multiple Realisierung Begriffe betrifft: Komplexe Konfigurationen, welche durch ein und denselben einzelwissenschaftlichen Begriff erfasst werden, fallen unter unterschiedliche physikalische Begriffe. Vor diesem Hintergrund möchten wir die wissenschaftliche Qualität der Einzelwissenschaften begründen: Wir werden im Folgenden herausstellen, inwiefern deren Begriffe Gesetze konstituieren und für kausale Erklärungen hinreichen.

Ausgangspunkt unserer weiteren Überlegung ist, dass es sich bei dem, was die Beschreibungen eines Objekts durch verschiedene Wissenschaften wahr macht, um genau ein und die gleiche Art und Weise handelt, 99 wie dieses Objekt ist. Von daher sollte es möglich sein, diese verschiedenen Begriffe in einer systematischen Weise zueinander in Beziehung zu setzen. Andernfalls erschiene es fragwürdig, wie es sich bei den verschiedenen Begriffen um Beschreibungen ein und derselben Existenzweise des Objekts handeln kann. Sollte es uns nicht gelingen, eine systematische Beziehung zwischen einzelwissenschaftlichen und

physikalischen Begriffen herzustellen, so läge es nahe, diese als Beschreibungen verschiedener Eigenschaften des jeweiligen Objekts aufzufassen. Dies würde jedoch bedeuten, dass es sich bei den durch die Einzelwissenschaften beschriebenen Eigenschaften um Epiphänomene handelt. Damit wären wir jedoch in eine Sackgasse gelangt, weil wir dann den einzelwissenschaftlichen Begriffen keine wissenschaftliche Qualität zusprechen könnten. Vor diesem Hintergrund möchten wir deshalb auf die drei Schritte der funktionalen Reduktion Bezug nehmen, welche einzelwissenschaftliche Beschreibungen in systematischer Weise mit physikalischen Beschreibungen in Beziehung setzen. Darauf aufbauend werden wir an späterer Stelle für die wissenschaftliche Qualität der Einzelwissenschaften in einem detaillierten Sinne argumentieren.

- 1) Betrachten wir den Begriff *S*, der zum Vokabular einer Einzelwissenschaft gehört. Ein solcher Begriff kann dadurch funktional definiert werden, dass er auf die charakteristischen Wirkungen Bezug nimmt, welche Entitäten besitzen, die unter den Begriff *S* fallen (im Folgenden stehen kursiv gedruckte Grossbuchstaben für Eigenschaftstypen, die wir als Begriffe auffassen). Das Argument für die funktionale Definition einzelwissenschaftlicher Begriffe ergibt sich aus dem Anspruch der Einzelwissenschaften, in ihrem Bezug zur Welt kausale Erklärungen bereitzustellen.
- 2) Es liegen Konfigurationen von physikalischen Eigenschaften vor, welche unter den Begriff *S* fallen, weil diese Konfigurationen als Ganze diejenigen Wirkungen besitzen, welche *S* zum Ausdruck bringt. Die Beschreibung dieser Konfigurationen erfolgt im physikalischen Vokabular, das heißt durch einen physikalischen Begriff. Dieser zweite Schritt ist durch den ontologischen Reduktionismus gesichert, weil alle kausal wirksamen Eigenschaftsvorkommnisse in der Welt mit etwas Physikalischem identisch sind.
- 3) Im letzten Schritt ziehen wir die Physik heran, um zu erklären, weshalb die in Schritt 2 identifizierten Konfigurationen unter 100 den einzelwissenschaftlichen Begriff *S* fallen. In anderen Worten, wir benutzen die Physik, um den kausalen Mechanismus zu erklären, durch den die betreffenden Konfigurationen Wirkungen hervorbringen, welche *S* definieren. Diese reduktive Erklärung ergibt sich aus der Vollständigkeit der Physik: Insofern es überhaupt Ursachen und Wirkungen gibt, ist die Physik in der Lage, diese vollständig zu beschreiben.

Veranschaulichen wir diese drei Schritte anhand eines biologischen Beispiels. Im Vokabular der klassischen Genetik lassen sich abstrakte, funktionale Definitionen von Genen formulieren. So sind beispielsweise in der genetischen Forschung Gene des *Escherichia coli* Bakteriums bekannt, welche für Proteine kodieren, die eine herausragende Rolle für das Flagellum, die Kapsel oder die Zellwand spielen. Diese Gene sind somit durch den biologischen Begriff *S* funktional definiert. Im Anschluss an diesen ersten Schritt lassen sich vereinfacht gesagt DNA-Sequenzen finden, welche im gegebenen Kontext zur Produktion der jeweiligen Proteine führen. Diese DNA-Sequenzen lassen sich ebenfalls im molekularbiologischen Vokabular beschreiben. An diesen zweiten Schritt anschließend können wir die Molekularbiologie benutzen, um zu erklären, weshalb diese DNA-Sequenzen im gegebenen Kontext zur Produktion der jeweiligen Proteine führen. Es handelt sich somit um eine molekularbiologische, reduktive Erklärung der Mechanismen, wie Konfigurationen, welche unter einen abstrakten Gen-Begriff der klassischen Genetik fallen, zu genau den Wirkungen führen, welche den abstrakten Gen-Begriff der klassischen Genetik definieren.

Diese Schritte können wir beliebig lange wiederholen, bis wir schließlich zu reduktiven Erklärungen durch die fundamentale Physik gelangen (siehe vor allem Kim 2005, Kapitel 4).

Die Funktionale Reduktion zeigt, wie eine einzelwissenschaftliche Beschreibung von kausal wirksamen Eigenschaftsvorkommnissen letzten Endes auf eine physikalische Beschreibung reduziert werden kann, welche auf die Zusammensetzung der betreffenden Konfigurationen abzielt und den kausalen Mechanismus darlegt. Sofern einzelwissenschaftliche Beschreibungen koextensional mit physikalischen Beschreibungen sind, stellen wir durch die drei Schritte der funktionalen Reduktion eine systematische Beziehung 101 zwischen den betreffenden Theorien her. Was uns die Einzelwissenschaften anhand ihrer Gesetze kausal erklären, können wir mit Hilfe der Physik durch die fundamentalen Mechanismen im Detail verstehen. Es gibt zu jedem Gesetz der Einzelwissenschaften genau eine gesetzmäßige Beschreibung durch die Physik, so dass sich ersteres aus letzterer ableiten lässt. Diese systematische Beziehung hat zur positiven Folge, dass eine an dieser Stelle einmal angenommene wissenschaftliche Qualität der Einzelwissenschaften nicht im Konflikt mit der Physik stünde. Ohne hier auf die negative Folge einzugehen, dass Koextensionalität Elimination ermöglicht, möchten wir erst einmal auf einen dringenderen Punkt zu sprechen kommen.

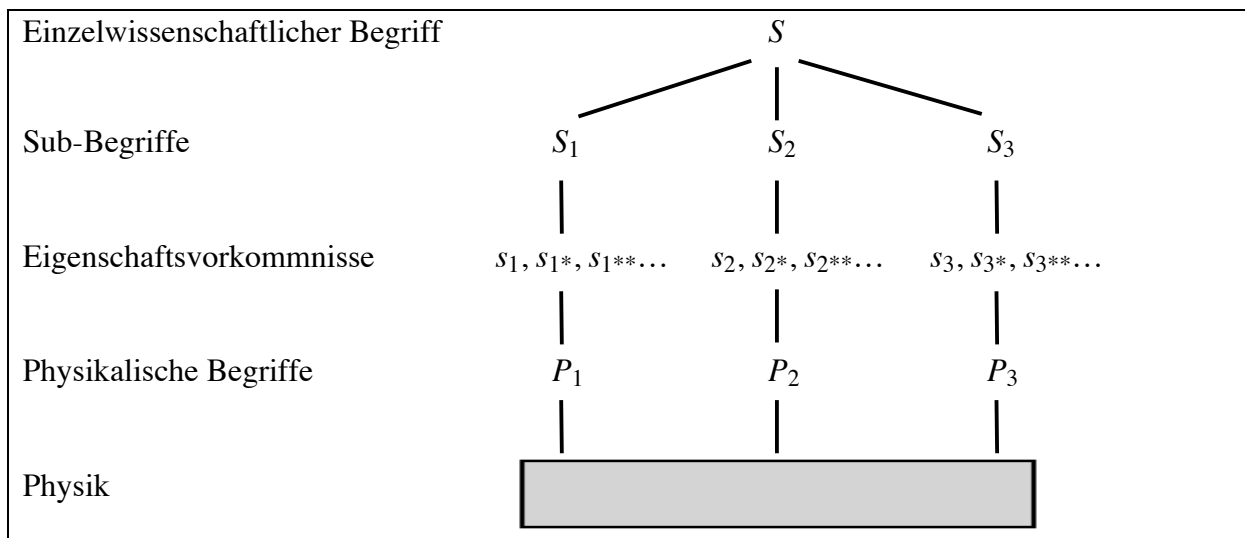
Bei der systematischen Beziehung kann es sich gegebenenfalls lediglich um einfache Konditionale der folgenden Art handeln: „Wenn etwas unter den physikalischen Begriff  $P_1$  fällt, so kommt dies ebenfalls unter den Begriff  $S$  einer Einzelwissenschaft“. Es kann sein, dass etwas, das unter  $S$  fällt, nicht unter  $P_1$  kommt. Konfigurationen von physikalischen Eigenschaften, welche ein und die gleiche einzelwissenschaftlichen Beschreibung  $S$  wahr machen, können unterschiedliche physikalische Beschreibungen  $P_1, P_2, P_3$  usw. wahr machen. Vor diesem Hintergrund der multiplen Realisierung lassen sich die drei Schritte der funktionalen Reduktion nach wie vor anwenden, doch stellen wir dadurch keine vollständige systematische Beziehung zwischen Beschreibungen verschiedener Theorien her. Wir zeigen lediglich den Weg, von physikalischen Beschreibungen hin zu einzelwissenschaftlichen Beschreibungen zu gelangen, nicht jedoch andersherum. Die angenommene wissenschaftliche Qualität der Einzelwissenschaften lässt sich auf diese Weise nicht begründen, weil die Referenten der einzelwissenschaftlichen Beschreibung physikalisch heterogen sind. Wir haben eine einheitliche einzelwissenschaftliche Beschreibung  $S$  auf der einen Seite, und viele unterschiedliche physikalische Beschreibungen  $P_1, P_2, P_3$  usw. auf der anderen Seite. Dies legt nahe, dass die einheitliche einzelwissenschaftliche Beschreibung  $S$  etwas Nicht-Physikalisches erfasst. Dabei könnte es sich vor dem Hintergrund der Ausführungen zu Beginn dieses Beitrags allerdings lediglich um ein Epiphänomen handeln, so dass sich auf dieser Grundlage keine wissenschaftliche Qualität der einzelwissenschaftlichen Beschreibungen begründen lässt. Zusammenfassend können wir sagen, dass im Falle von lediglich einfachen 102 Konditionalen von physikalischen Beschreibungen hin zu einzelwissenschaftlichen Beschreibungen nicht ersichtlich ist, was genau die einzelwissenschaftlichen Abstraktionen zum Ausdruck bringen.

Betrachten wir deshalb ein neues Argument, wie wir aus den einfachen Konditionalen (welche sich aus den drei Schritten der funktionalen Reduktion ergeben) Bi-Konditionale machen können. Wenn Konfigurationen von physikalischen Eigenschaften, welche unter  $S$  fallen, unter verschiedene physikalische Beschreibungen ( $P_1, P_2, P_3$  usw.) kommen, dann liegen entsprechend der verschiedenen physikalischen Beschreibungen Unterschiede in den

betreffenden Eigenschaftskonfigurationen vor: Diese Konfigurationen sind unterschiedlich zusammengesetzt. Jede dieser verschiedenen physikalischen Beschreibungen hebt minimal hinreichende Bedingungen hervor, zu den Wirkungen zu führen, welche  $S$  definieren (gegeben normale Hintergrundbedingungen). Um von Konfigurationen, welche unter  $P_1$  fallen, zu Konfigurationen zu gelangen, welche unter  $P_2$  fallen, muss zumindest ein relevanter Teil der Konfiguration durch einen anderen relevanten Teil ersetzt werden. Dabei ist ein jeder solcher Teil relevant, wenn er jeweils notwendig ist, um eine  $S$  charakterisierende Wirkung zu verursachen. Damit schließen wir Konfigurationsunterschiede aus, welche keine Rolle spielen, um zu den Wirkungen zu führen, welche  $S$  charakterisieren. Gene könnten sich beispielsweise physikalisch in lediglich einem Elektron unterscheiden, ohne dass dies ein Fall von multipler Realisierung wäre, weil dieser Elektronen-Unterschied zu keinen unterschiedlichen physikalischen reduktiven Erklärungen führen würde.

Vor dem Hintergrund der kausal-funktionalen Theorie von Eigenschaften zieht die beschriebene Ersetzung eines relevanten Teiles einer Konfiguration von physikalischen Eigenschaften einen systematischen Unterschied in der Art und Weise nach sich, wie die  $S$  charakterisierenden Wirkungen hervorgebracht werden. Sofern es jedoch zwei oder mehr Weisen gibt, diese Wirkungen zu verursachen, gehen mit jeder dieser Weisen jeweils bestimmte sogenannte Neben-Wirkungen einher. Diese sind jeweils systematisch mit der oder den Haupt-Wirkungen verbunden. Daraus folgt, dass physikalische Umweltbedingungen möglich sind, in welchen diese Unterschiede in den Neben-Wirkungen zu Unterschieden führen, welche aus Sicht der jeweiligen Einzelwissenschaft beobachtbar sind.

Da ein jeder solcher beobachtbarer Unterschied wesentlich im Kontext von 103 Kausalerklärungen sein kann, ist es ebenfalls im Vokabular der Einzelwissenschaften möglich, diese Unterschiede in deren eigenem Vokabular auszudrücken. Die Idee ist, dass es für jeden Begriff  $S$  möglich ist, genauere Sub-Begriffe  $S_1, S_2, S_3$  usw. zu formulieren, welche die genannten Neben-Wirkungen in Betracht ziehen. Diese Sub-Begriffe sind nicht weiter multipel realisiert, sofern jeder relevante physikalische Unterschied berücksichtigt wurde. Die Sub-Begriffe  $S_1, S_2, S_3$  usw. sind somit nomologisch koextensional mit den physikalischen Begriffen  $P_1, P_2, P_3$  usw. Lassen wir uns diese Strategie anhand einer Zeichnung zusammenfassen:



*Abbildung 5: Die Vorkommnisse von Eigenschaften der Einzelwissenschaften können sowohl einheitlich durch den einzelwissenschaftlichen Begriff  $S$  beschrieben werden, als auch durch unterschiedliche physikalische Begriffe  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$ . Da dann, wenn Eigenschaftsvorkommnisse unter unterschiedliche physikalische Beschreibungen fallen, relevante physikalische Unterschiede vorliegen, werden die  $S$  charakterisierenden Wirkungen jeweils in einer anderen Art und Weise verursacht. Diese unterschiedlichen Weisen können aus Sicht der Einzelwissenschaft berücksichtigt werden, weil sie unter bestimmten physikalischen Umweltbedingungen zu beobachtbaren Neben-Wirkungen führen. Deshalb ist es möglich, die Sub-Begriffe  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  zu formulieren, welche diese Neben-Wirkungen berücksichtigen und infolgedessen jeweils nomologisch koextensional mit einem physikalischen Begriff sind.*

Diese Strategie, einfache Konditionale der funktionalen Reduktion zu Bi-Konditionalen auszuweiten, können wir anhand unseres Genetik-Beispiels genauer schildern. Betrachten wir hierzu ein Gen des Bakteriums *E. coli*, welches für ein Protein kodiert und welches im Vokabular der klassischen Genetik funktional definiert ist. Das heißt, Gen-Vorkommnisse, welche zur Produktion eines bestimmten Proteins führen, kommen unter den funktional definierten Begriff  $S$ . Diese Gen-Vorkommnisse sind vereinfacht jeweils mit einer bestimmten DNA-Sequenz identisch, die selbst molekularbiologisch 104 oder physikalisch durch  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  usw. beschrieben werden kann. Obwohl entsprechend den unterschiedlichen physikalischen Beschreibungen physikalische Unterschiede zwischen den Gen-Vorkommnissen vorliegen, verursachen sie alle die Wirkung, welche  $S$  charakterisiert. Dies sind die ersten beiden Schritte der funktionalen Reduktion, welche sich auf den Fall der multiplen Realisierung beziehen. Vor dem Hintergrund der kausal-funktionalen Theorie von Eigenschaften liegen verschiedene Arten und Weisen vor, wie die  $S$  charakterisierende Produktion von Proteinen erfolgt. Entsprechend den physikalischen Unterschiede gibt es unterschiedliche kausale Mechanismen vom Gen zur Produktion der Proteine. Diese unterschiedlichen Arten und Weisen sind systematisch mit Neben-Wirkungen verbunden, wie beispielsweise mit der Geschwindigkeit oder der Genauigkeit der Proteinherstellung.

Für einen jeden solchen Unterschied in Neben-Wirkungen sind physikalische Umweltbedingungen möglich, in welchen diese Unterschiede relevant im Kontext der Selektion sind, weil sie einen unterschiedlichen Beitrag zur Fitness des jeweiligen Bakteriums leisten. Vereinfacht können unter bestimmten Umweltbedingungen eine genaue und schnelle Produktion von Zell-Wand-Proteinen wesentlich für das Überleben des Bakteriums sein, so dass eher solche Bakterien überleben und sich fortpflanzen, welche ihre Zell-Wand-Proteine schnell und genau herstellen, als Bakterien, deren Proteinherstellung langsam und ungenau ist. Ein solcher Unterschied kann im Vokabular der klassischen Genetik erfasst werden. In diesem Sinne ist es möglich, für jeden Gen-Begriff  $S$  die ebenfalls rein funktional definierten Sub-Begriffe  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  usw. einzuführen, welche entsprechende Unterschiede zum Ausdruck bringen. So kann entsprechend den physikalischen Unterschieden der Gen-Begriff  $S$  im Vokabular der klassischen Genetik wie folgt präzisiert werden:  $S_1$ : „ $S$  und die Produktion des Proteins in der Zeit  $t_1$  und dem Fitness-Beitrag  $c_1$ “,  $S_2$ : „ $S$  und die Produktion des Proteins in der Zeit  $t_2$  und dem Fitness-Beitrag  $c_2$ “ usw. (vergleiche hierzu beispielsweise Bulmer 1991 und ausführlich für diese Reduktion der klassischen Genetik auf die Molekulargenetik Sachse 2007, Kapitel 7).

Mittels dieser Strategie ist es möglich, Begriffe der Einzelwissenschaften zu formulieren, die nomologisch koextensional mit physikalischen Begriffen sind. Da zwischen diesen Sub-Begriffen und 105 den physikalischen Beschreibungen infolgedessen Bi-Konditionalität vorliegt, sind diese gemäß dem dritten Schritt der funktionalen Reduktion auf die Physik reduzierbar. Das heißt, es liegt nun die angestrebte systematische Beziehung zwischen einzelwissenschaftlichen Begriffen und der Physik vor, wobei die formulierten Sub-Begriffe als Brücke zu den ursprünglichen Begriffen fungieren, wie wir im Folgenden noch ausführlich schildern werden. Fassen wir an dieser Stelle unsere Strategie im Zusammenhang mit den drei Schritten der funktionalen Reduktion zusammen:

- 1) Der Begriff  $S$  wird funktional im Vokabular einer Einzelwissenschaft definiert, indem er auf die charakteristischen Wirkungen Bezug nimmt, welche Entitäten besitzen, die unter den Begriff  $S$  fallen.
- 2) Es liegen Konfigurationen von physikalischen Eigenschaften vor, welche unter den Begriff  $S$  fallen. Die physikalische Beschreibung dieser Konfigurationen kann aufgrund der multiplen Realisierung unterschiedlich ausfallen:  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  usw. Vor dem Hintergrund der kausal-funktionalen Theorie von Eigenschaften bringen die physikalischen Beschreibungen unterschiedliche Arten und Weisen zum Ausdruck, wie die  $S$  charakterisierenden Wirkungen hervorgebracht werden.
- 3) Unter bestimmten physikalischen Umweltbedingungen führen die unterschiedlichen Arten und Weisen der Produktion der Wirkungen, die für  $S$  charakteristisch sind, zu Neben-Wirkungen, die systematisch mit den Haupt-Wirkungen verbunden sind. Diese Neben-Wirkungen können aus Sicht der jeweiligen Einzelwissenschaft beobachtet werden und in entsprechend präziser formulierten Begriffen zum Ausdruck gebracht werden. Dies sind die sogenannten funktional definierten Sub-Begriffe  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  usw. von  $S$ . Dabei ist es nicht notwendig, dass die bestimmten physikalischen Umweltbedingungen selbst aus Sicht der Einzelwissenschaften hinreichend beschrieben werden können. Es reicht aus, in systematischer Weise Neben-Wirkungen zu den Haupt-Wirkungen beobachten zu können.
- 4) Aufgrund der nomologischen Koextensionalität zwischen den Sub-Begriffen  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  usw. und den physikalischen Begriffen  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  usw. liegt eine systematische Beziehung zwischen den Einzelwissenschaften und der Physik vor. Jeder Sub-Begriff kann vom entsprechenden physikalischen Begriff abgeleitet werden, 106 und den Begriff  $S$  gewinnen wir durch die Abstraktion von den zusätzlichen funktionalen Details, die in den Sub-Begriffen enthalten sind (siehe hierzu Esfeld & Sachse 2007).

Diese Strategie beruht nicht auf der Einführung von spezies-spezifischen Realisierern, wie sie Lewis und Kim unter dem Begriff der lokalen oder spezies-spezifischen Reduktion vertreten, um der multiplen Realisierung zu begegnen. Lewis und Kim haben vorgeschlagen, einzelwissenschaftliche Begriffe *dort* zu reduzieren, wo keine multiple Realisierung vorliegt. Nehmen wir beispielsweise an, dass sich der Begriff „Schmerz“ bei Menschen und Kraken auf unterschiedliche neurobiologische Strukturen bezieht: hypothetisch innerhalb von allen Menschen auf das Feuern von C-Fasern und innerhalb von allen Kraken auf das Feuern von K-Fasern. Hiernach können wir den Begriff „Schmerz in Menschen“ auf „Feuern von C-Fasern“ reduzieren, und gleichermaßen reduzieren wir den Begriff „Schmerz in Kraken“ auf „Feuern von K-Fasern“ (siehe hierzu Lewis 1980 und Kim 1998, S. 93-95).

Gegen diese Strategie lassen sich mehrere Einwände formulieren: Innerhalb einer Spezies ist „Schmerz“ wahrscheinlich immer noch multipel realisiert. Aber auch innerhalb einer

struktur-spezifischen Reduktion stellt sich die Frage nach dem Argument für die nomologische Koextensionalität. Es ist nicht ohne Weiteres ersichtlich, wie anhand dieser Strategie eine nomologische Koextensionalität zwischen einzelwissenschaftlichen Begriffen und physikalischen Begriffen erreicht werden kann, ohne dass der jeweilige einzelwissenschaftliche Begriff so konstruiert wird, dass er vollständig durch einen physikalischen Begriff ersetzt werden kann. Über diese Problematik hinaus handelt es sich bei dem einzelwissenschaftlichen Begriff um einen zum Teil physikalischen Begriff, von dem es deshalb innerhalb der Einzelwissenschaft nicht möglich ist, durch Abstraktion zu dem ursprünglichen Begriff  $S$  zu gelangen. Bei dieser Strategie geht daher die gemeinsame Bedeutung von  $S$  innerhalb der formulierten spezies- oder struktur-spezifischen Begriffe verloren (siehe Kim 1999, S. 17-18, sowie Kim 2005, S. 26 und S. 58). Es ist infolgedessen nicht möglich, anhand dieser Strategie für die wissenschaftliche Qualität der Einzelwissenschaften zu argumentieren.

Demgegenüber basiert unsere Strategie auf einer rein funktionalen Definition von Sub-Begriffen *innerhalb* des Vokabulars der jeweiligen Einzelwissenschaft. Diese Sub-Begriffe werden dadurch erreicht, jeweils unterschiedliche Arten und Weisen der Produktion der charakteristischen Wirkungen in Betracht zu ziehen, die sich in funktional relevanten Nebenwirkungen unterscheiden, ohne auf physikalische Kriterien angewiesen zu sein. Deshalb besitzt  $S$  jederzeit die gleiche Bedeutung in  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  usw. Diese Sub-Begriffe bringen zum Ausdruck, was die Referenzobjekte aus Sicht der jeweiligen Einzelwissenschaft sowohl *funktional gemeinsam haben*, als auch, was sie *funktional unterscheidet*.

Kommen wir auf unser Genetik-Beispiel zurück. Jeder Sub-Begriff  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  usw. bringt funktionale Unterschiede zum Ausdruck, welche systematisch mit der Produktion der betreffenden Proteine verbunden sind. Der Begriff  $S$  hat die gleiche substantielle Bedeutung in jedem dieser Sub-Begriffe. Deshalb ist es möglich, unsere Strategie dazu zu verwenden, die wissenschaftliche Qualität der abstrakten Begriffe der Einzelwissenschaften zu sichern. Vereinfacht nehmen wir an, dass der einzelwissenschaftliche Begriff  $S$  in einem einzelwissenschaftlichen Gesetz vorkommt, dessen wissenschaftliche Qualität es stellvertretend für die Einzelwissenschaft zu sichern gilt. Zu diesem  $S$  ist es möglich, die Sub-Begriffe  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  usw. zu formulieren, welche selber in entsprechenden Gesetzen vorkommen. Aufgrund der Koextensionalität von  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  usw. liegt eine systematische Beziehung zu physikalischen Begriffen und somit physikalischen Gesetzen vor.

In diesem Falle steht die wissenschaftliche Qualität der Sub-Begriffe und ihrer Gesetze nicht in Frage, sofern wir an dieser Stelle davon ausgehen, dass alle Sub-Begriffe mit den jeweiligen Gesetzen eine kohärente Theorie bilden. Dieser Punkt sei an dieser Stelle nur deshalb erwähnt, weil die vorgeschlagene Einführung von Sub-Begriffen ein rein künstliches Hilfsmittel darstellt, welches mit keinerlei normativem Anspruch verbunden ist, in die jeweilige einzelwissenschaftliche Praxis umgesetzt zu werden. Es kommt darauf an, die mögliche wissenschaftliche Qualität der Sub-Begriffe dafür zu verwenden, die wissenschaftliche Qualität der abstrakten Begriffe zu begründen, ohne dass diese in Konflikt mit dem ontologischen Reduktionismus und der Vollständigkeit der Physik gerät. Dies erreichen wir, weil es nun erstmals *innerhalb* der Einzelwissenschaft möglich ist, durch reine Abstraktion von den durch die Sub-Begriffe  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  usw. zusätzlich zum Ausdruck gebrachten Nebenwirkungen zum ursprünglichen Begriff  $S$  zu gelangen. Dadurch steht die



wissenschaftliche Qualität von  $S$  nicht mehr in Frage, weil  $S$  nichts über seine Sub-Begriffe hinaus über die Welt ausdrückt.

Anders gesagt, sofern die abstrakten Begriffe der Einzelwissenschaften wissenschaftliche Qualität besitzen, das heißt in Gesetzen vorkommen, die Beziehungen zum Ausdruck bringen, welche es objektiv in der Welt gibt, muss es einen systematischen Weg geben, diese mit den fundamentalen Gesetzen der Physik zu verbinden. Globale Supervenienz beinhaltet, dass alle Ähnlichkeiten zwischen Eigenschaftsvorkommnissen in der Welt, auch solche, die durch Begriffe und Gesetze der Einzelwissenschaften zum Ausdruck gebracht werden, durch die Verteilung der physikalischen Eigenschaftsvorkommnisse bestimmt sind. Die Gesetze der Physik und die physikalischen Anfangsbedingungen erklären, weshalb bestimmte Wirkungen durch bestimmte Konfigurationen von Eigenschaften als Ganzen hervorgebracht werden. In diesem Sinne können die Einzelwissenschaften nichts kausal erklären, das die Physik nicht im Prinzip zu erklären im Stande ist, das heißt, das entsprechend unserer Strategie aus der Physik abgeleitet werden kann.

Darüber hinaus, im Einklang mit dem ontologischen Reduktionismus und der Vollständigkeit der Physik zu stehen, stellt unsere Strategie auch die Besonderheit der Einzelwissenschaften heraus. Nach wie vor gehen wir davon aus, dass es abstrakte einzelwissenschaftliche Begriffe gibt, welche einerseits nicht koextensional mit physikalischen Begriffen sind, andererseits aber wissenschaftliche Qualität besitzen. Hierdurch sind die entsprechenden einzelwissenschaftlichen Gesetze in einem ganz bestimmten Sinne nicht-physikalische Gesetze. Die fundamentalen Gesetze der Physik sind dermaßen allgemein und universell, dass sie auf alles in der Welt zutreffen. Demgegenüber sind die physikalischen Gesetze, welche auf genau diejenigen Eigenschaftsvorkommnisse zutreffen, die auch aus Sicht der Einzelwissenschaften betrachtet werden, sehr verschieden. In diesem Sinne trifft beispielsweise die physikalische gesetzmäßige Beschreibung eines Gens nicht auf alle anderen Gene auf der Erde zu. Sie ist somit nicht universell im Kontext Erde. Für die abstrakten Begriffe und Gesetze der Einzelwissenschaften 109 ist nun charakteristisch, dass sie eine Allgemeinheit erreichen, welche *kontextspezifisch* ist. Im Gegensatz zur kontextunabhängigen Universalität der fundamentalen physikalischen Gesetze besitzen die Gesetze der Einzelwissenschaften eine kontextspezifische Universalität, die höher ist als die der jeweiligen physikalischen Beschreibung. Biologische Gesetze über Gene treffen auf alle oder einen großen Teil der Gene auf unserer Erde zu, während es keine physikalischen Gesetze für genau diese Gene gibt.

Vor diesem Hintergrund lässt sich die wissenschaftliche Qualität der Einzelwissenschaften präzisieren. In unserer Welt liegen kontingenterweise Umweltbedingungen vor, in denen nicht jeder physikalische Unterschied zu einem kausal-funktionalen Unterschied aus Sicht der Einzelwissenschaften führt. In Bezug auf unser Genetik-Beispiel kann es DNA-Unterschiede auf der Erde geben, welche unter ein und denselben Gen-Begriff fallen, weil Umweltbedingungen vorliegen, in denen dieser physikalische Unterschied im Kontext der Selektion nicht relevant ist. Diese kausale Irrelevanz gewisser physikalischer Unterschiede rechtfertigt das Vorhandensein von Einzelwissenschaften zusätzlich zur Physik, weil die Einzelwissenschaften besser als die Physik in der Lage sind, kontextspezifische Verallgemeinerungen zu formulieren, welche objektiv etwas über die Welt aussagen. In diesem Sinne beinhaltet unser reduktionistisches Programm ein klares anti-eliminativistisches

Argument. Durch die Einzelwissenschaften besitzen wir einen anderen Zugang zu Welt, als es durch die Physik möglich ist.

Es gibt so gesehen nicht-physikalische natürliche Arten wie die der Biologie – Gene, Zellen, Organismen, Spezies usw. Diese werden durch die abstrakten Begriffe der jeweiligen Einzelwissenschaft ausgedrückt, das heißt, diese Begriffe bringen wesentliche Ähnlichkeiten zwischen komplexen Konfigurationen physikalischer Eigenschaften zum Ausdruck. Es handelt sich dabei um *nicht*-physikalische natürliche Arten, weil es der Physik an dem konzeptuellen Zugang mangelt, diese als solche einheitlich herauszustellen. Dies ergibt sich aus der Möglichkeit der multiplen Realisierung, welche unserem konservativen, das heißt nicht-eliminativistischen Reduktionismus nicht entgegensteht. Wir bieten durch diesen konservativen Reduktionismus somit eine Strategie, einen Realismus in Bezug auf nicht-physikalische natürliche Arten zu vertreten, ohne dadurch in Konflikt mit dem ontologischen Reduktionismus und der Vollständigkeit der Physik zu geraten.

110 Da wir in diesem Beitrag vor allem biologische Beispiele behandelt haben, möchten wir an dieser Stelle noch einmal darauf hinweisen, dass es sich bei unserer Argumentation um eine allgemeine Strategie handelt. Diese lässt sich ebenfalls auf andere Einzelwissenschaften anwenden, wie beispielsweise auf die Beziehung zwischen der Psychologie und der Neurobiologie. So kann man zeigen, dass die multiple Realisierung eines mentalen Eigenschafts-Typs durch unterschiedliche neurobiologische Realisierungen innerhalb bestimmter Testbedingungen zu Unterschieden führt, die aus psychologischer Sicht beobachtbar sind. Es ist deshalb möglich, psychologische Sub-Begriffe derart feingliedrig zu formulieren, dass diese nomologisch koextensional mit neurobiologischen Begriffen sind. Anhand dieser theoretischen Möglichkeit kann man eine konservative Reduktion der Psychologie auf die Neurobiologie begründen, durch welche sich die wissenschaftliche Qualität der Psychologie in Einklang mit der wissenschaftlichen Qualität der Neurobiologie bringen lässt. Aufgrund der Transitivität reduktionistischer Ansätze ist es des Weiteren möglich, die Neurobiologie auf die Molekularbiologie zu reduzieren, welche ihrerseits auf die Physik reduzierbar ist. Mit unserem reduktionistischen Programm können wir daher einen systematischen Zusammenhang zwischen allen Einzelwissenschaften und der Physik aufbauen, in dem jede Wissenschaft ihren besonderen Platz innehat.

### Zitierte Literatur

- Bickle, John (1998): *Psychoneural reduction: the new wave*. Cambridge (Massachusetts): MIT Press.
- Bird, Alexander (2007): *Nature's metaphysics. Laws and properties*. Oxford: Oxford University Press.
- Block, Ned (1990): „Can the mind change the world?“ In: G. Boolos (Hg.): *Meaning and method. Essays in honor of Hilary Putnam*. Cambridge: Cambridge University Press. S. 137-170.
- Bulmer, Michael (1991): „The selection-mutation-drift theory of synonymous codon usage“. *Genetics* 129, S. 897-907.
- Esfeld, Michael (2008): *Naturphilosophie als Metaphysik der Natur*. Frankfurt (Main): Suhrkamp.
- Esfeld, Michael und Sachse, Christian (2007): „Theory reduction by means of functional sub-types“. *International Studies in the Philosophy of Science* 21, S. 1-17.
- Fodor, Jerry A. (1974): „Special sciences (or: The disunity of science as a working hypothesis)“. *Synthese* 28, S. 97-115. Wieder abgedruckt in Ned Block (Hg.) (1980): *Readings in the philosophy of psychology. Volume 1*. Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press. S. 120-133. Deutsch „Einzelwissenschaften. Oder: Eine Alternative zur Einheitswissenschaft als Arbeitshypothese. Übersetzt von Dieter Münch“. In: D. Münch (Hg.): *Kognitionswissenschaft*. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1992. S. 134-158.

- Harbecke, Jens (2008): *Mental causation. Investigating the mind's powers in a natural world*. Frankfurt (Main): Ontos.
- Kim, Jaegwon (1998): *Mind in a physical world. An essay on the mind-body problem and mental causation*. Cambridge (Massachusetts): MIT Press.
- Kim, Jaegwon (1999): „Making sense of emergence“. *Philosophical Studies* 95, S. 3-36.
- Kim, Jaegwon (2005): *Physicalism, or something near enough*. Princeton: Princeton University Press.
- Lewis, David (1980): „Mad pain and Martian pain“. In: N. Block (Hg.): *Readings in the philosophy of psychology. Volume 1*. London: Methuen. S. 216-222. Wieder abgedruckt in D. Lewis (1983): *Philosophical papers. Volume 1*. Oxford: Oxford University Press. S. 122-130.
- Lewis, David (1986): *Philosophical papers. Volume 2*. Oxford: Oxford University Press.
- Lewis, David (1994): „Lewis, David: Reduction of mind“. In: S. H. Guttenplan (Hg.): *A companion to the philosophy of mind*. Oxford: Blackwell. S. 412-431. Wieder abgedruckt in D. Lewis (1999): *Papers in metaphysics and epistemology*. Cambridge: Cambridge University Press. S. 291-324.
- Marras, Ausonio (2007): „Kim's supervenience argument and nonreductive physicalism“. *Erkenntnis* 66, S. 305-327.
- Noordhof, Paul (1998): „Do tropes resolve the problem of mental causation?“. *Philosophical Quarterly* 48, S. 221-226.
- Sachse, Christian (2007): *Reductionism in the philosophy of science*. Frankfurt (Main): Ontos Verlag.
- Shoemaker, Sydney (1980): „Causality and properties“. In: P. van Inwagen (Hg.): *Time and cause*. Dordrecht: Reidel. S. 109-135. Wieder abgedruckt in S. Shoemaker (1984): *Identity, cause, and mind. Philosophical essays*. Cambridge: Cambridge University Press. S. 206-233.