

Komplexität und scheinbare Emergenz – Wissenschaftstheoretische Überlegungen in naturwissenschaftlichem Kontext

Einleitung

In meinem Beitrag möchte ich eine These vorstellen und begründen, die sowohl die populär gewordene Rede von komplexen Systemen als auch die damit in Verbindung stehende Annahme emergenter Systemeigenschaften in naturwissenschaftlichem Kontext kritisch reflektiert.

In der unmittelbaren Erfahrungswelt Wahrgenommenes zeigt sich vor dem Hintergrund des den Naturwissenschaften zugrunde liegenden Reduktionsprogramms als systemisch Komplexes. Durch das naturwissenschaftlichen Betrachtungsweisen eigene Vereinfachen auf theoretischer Ebene wird systemische Komplexität reduziert und zugleich Komplexität auf der Ebene der Anwendung bzw. Praxis konstituiert. Diese praktische Komplexität wird von manchen Wissenschaftstheoretikern als Stütze der Hypothese der Existenz emergenter Systemeigenschaften herangezogen. Meine These lautet, dass *das Emergenz-Konzept als kognitiver Fehlschluss verstanden werden kann, der seine Ursache in einer Vernachlässigung der wissenschaftstheoretischen Reflexion der Praxis des Experimentierens hat*. Zur Veranschaulichung der naturwissenschaftlichen Praxis sowie der vorgestellten These werde ich als durchgängiges Beispiel Grundlagenforschung an Wasser bemühen. Vermittels der beispielhaften Reflexion meines eigenen naturwissenschaftlichen Forschungsalltags möchte ich den Graben zwischen naturwissenschaftlicher und ontologischer Weltanschauung zu schließen versuchen.

Im Abschnitt *Vom Vereinfachen des Komplexen* folgen zunächst wissenschaftstheoretische Vorüberlegungen zum Reduktionsprogramm der Naturwissenschaften; die darin skizzierten Eigenheiten naturwissenschaftlicher Methoden werden im daran anschließenden Abschnitt *Reduktion und Reduktionismus* einer Kritik unterzogen. Darauf aufbauend wird im Hauptteil meines Beitrags dargelegt, dass *Experimentieren als empirisches Rekonstruieren von Modellen* verstanden werden kann. Die darin entfalteten Einsichten führen schließlich zu einer *Kritik des Emergenz-*

¹ Für hilfreiche Hinweise und ihre Diskussionsbereitschaft möchte ich Ursula Baatz, Thomas Posch und Edmund Runggaldier danken. Für die finanzielle Unterstützung meiner Arbeit im Rahmen des DOC-Programms danke ich der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

Konzepts, in der deutlich wird, weshalb die Annahme emergenter Übergänge – beispielsweise in Abhängigkeit von der „Systemgröße“ – keine adäquate Antwort auf die Herausforderung naturalistischer Positionen darstellt. In dieser Hinsicht brauchbarer scheint dagegen ein einfaches Konzept zu sein, das sich an der Praxis des Experimentierens orientiert und damit auch erkenntnistheoretische Relevanz aufweist.

Vom Vereinfachen des Komplexen

Eigentlicher Gegenstand der Naturwissenschaften bzw. ihrer experimentellen Disziplinen ist nicht der eine oder andere unbeeinflusste natürliche Vorgang, sondern das ausgedachte Experiment, welches auf bestimmte Fragen Antworten liefern soll. Mit dieser Zielgerichtetheit geht das Prinzip der Vereinfachung einher: Damit die Antworten der Natur auf die gestellten Fragen möglichst eindeutig interpretiert werden können (jedes Messergebnis muss zum Verstehen *theoretisiert*, d.h. im Gebäude einer Theorie eingeordnet werden), ist die Natur in ihrem Repertoire an Antworten zu beschränken – so beobachtet man den freien Fall eines Wassertropfens bei niedrigem Druck (d.h. im Vakuum), um dessen Wechselwirkung mit der ihn umgebenden Luft zu minimieren und möglichst ausschließlich den Einfluss der Schwerkraft als bestimmend annehmen zu können. Dieses Vorgehen, das auch als Herauslösen materieller Vorgänge aus einem komplexen Umfeld verstanden und niemals vollständig erreicht werden kann, begründet die Methode der Naturwissenschaften seit ihren Anfängen. Die einzelnen Wissenschaften wie Biologie, Geowissenschaften, Chemie und Physik unterscheiden sich gerade in der Radikalität dieses Programms, und nicht – wie oftmals angenommen wird – im betrachteten Gegenstand.²

Das Programm der Reduktion, also die Herauslösung materieller Naturvorgänge aus ihrem Erscheinungsumfeld, wird in der Physik am stärksten vollzogen – deshalb wird sie dem Stellenwert ihrer Gesetze nach oft als die grundlegendste aller Naturwissenschaften bezeichnet, ja häufig sogar aller Wissenschaften. Dieses hier deutlich werdende Verständnis eines den *Gesetzmäßigkeiten* nach hierarchisch geordneten Aufbaus der Wissenschaften ist aber keineswegs an sich gegeben, sondern vielmehr vom Reduktionsprogramm der Naturwissenschaften selbst geprägt. Ihr liegt das Dogma zugrunde, dass in naturwissenschaftlichem Kontext systemisch Komplexes auf Einfacheres zurückgeführt werden kann, das Ein-

² Vielmehr wird das zum eigentlichen Gegenstand, was zum Begriffsgebäude dieser einzelnen Wissenschaften gehört: „Schneerose“ ist ein biologischer Begriff, wodurch Schneerosen Gegenstand der Biologie sind; „Cellulose“ ist ein chemischer Begriff, wodurch Cellulose ein Gegenstand der Chemie ist.

fachere auf noch Einfacheres usw. Nachfolgend werde ich untersuchen, ob mit dem Vereinfachen auf theoretischer Ebene und damit der Reduktion systemischer Komplexität auch ein kognitiv vereinfachtes Verstehen des Ausgangsgegenstandes einhergeht. Eine Diskussion der genannten hierarchischen Ordnung der Wissenschaften folgt in den Abschnitten *Experimentieren als empirisches Rekonstruieren von Modellen* und *Kritik des Emergenz-Konzepts*.

Wesentlich für das Verständnis der Naturvorgänge in einem Experiment ist das Vorhandensein eines anschaulichen Modells. Mit zunehmendem Anspruch dieses Aspekts im Prozess des Erkenntnisgewinns im Lauf der Wissenschaftsgeschichte haben sich die theoretischen Disziplinen als Spezialisierung innerhalb der einzelnen Naturwissenschaften herausgebildet, beispielsweise die Theoretische Physik (in Gegenüberstellung zur Experimentalphysik). Auf dem Gebiet der Physik und Chemie kommt im Rahmen der Interpretation von experimentellen Ergebnissen oftmals dem theoretischen Gebäude der Thermodynamik eine bedeutende Rolle zu – es liefert bestimmte Modellvorstellungen samt mathematischer Ausformulierung ihrer Gesetzmäßigkeiten. Während diese Naturgesetze zunächst rein phänomenologisch aufgefunden, d.h. aus den experimentellen Beobachtungen abstrahiert wurden, konnte man sie vor etwa hundert Jahren basierend auf der atomaren Theorie der Materie begründen. Fundamentale Gleichungen der Thermodynamik ließen sich dabei auf Gesetzmäßigkeiten der mathematischen Statistik, angewendet auf ein klassisch-physikalisches System aus vielen Teilchen, zurückführen. Man könnte erwarten, dass mit dieser Rückführung auf allgemeinere Gesetze ein anschaulicheres Verständnis der makroskopischen Erscheinungen der betrachteten Materie einhergegangen ist; tatsächlich zeigte sich anderes. Zwar ist das mechanische Modell eines Ensembles von sich in Bewegung befindenden Teilchen an sich sehr anschaulich, möchte man aber die Eigenschaften des als Einheit aufgefassten Ensembles verstehen, so gestaltet sich die Übersetzung vieler auf dieser in mechanistischem Sinn übergeordneten Betrachtungsebene wahrgenommenen Phänomene auf die Ebene der konstitutiven Teilchen schwierig. Analog dazu kann gesagt werden, dass – bei umgekehrtem Vorgehen – das Schließen von Veränderungen im Bewegungszustand der Teilchen auf Auswirkungen in der makroskopischen Phänomenologie nicht trivial ist.

Mit einer systemischen Reduktion geht damit oftmals ein erschwertes Verstehen des Ausgangsgegenstandes einher. Außerdem kommt in den obigen Ausführungen zum Ausdruck, dass Vereinfachen im Sinn einer Reduktion von Systemen auf stets allgemeinere Modellvorstellungen zugleich zu einer Komplexitätszunahme auf der Ebene der *Praxis* führt, die in bestimmten Fällen selbst mit den heute verfügbaren technischen Möglichkeiten nicht befriedigend überwunden werden kann. Zudem ist

festzuhalten, dass die Anschaulichkeit von Modellen mit der – wie ich es nennen möchte – *Stärke der Begriffsbildung* zusammenhängt. Das oben genannte Beispiel eines klassischen Systems aus ein Ensemble konstituierenden Masseteilchen mit bestimmter Ausdehnung ist sehr anschaulich, was dem *starken* Begriff „Masseteilchen“ zu verdanken ist. In der modernen Physik liegt eine andere, *schwache* Form der Begriffsbildung vor; zum Beispiel ist der Begriff des „Teilchens“ in der Quantenmechanik wesentlich weiter gefasst, neben den klassischen Teilchen-Eigenschaften schließt er auch klassische Wellen-Eigenschaften mit ein.³ Hier wird unmittelbar ersichtlich, dass mit fortgesetzter Reduktion zunehmend Anschaulichkeit verloren geht.⁴

³ Modelle, denen mittels hoher mathematischer Abstraktion schwache Begriffe zugrunde liegen, weisen daher einen allgemeineren Charakter auf als Modelle, die auf starken Begriffen basieren. Klassische Modelle beschreiben deshalb nur Spezialfälle hinreichend genau, ihrer Anwendung auf verschiedene Systeme sind daher enge Grenzen gesetzt. Dieser Zusammenhang kann in Wittgensteins Aussage, dass die Begriffsbildung die Grenze der Empirie sei, wiedergefunden werden. – Wittgenstein, Ludwig: *Bemerkungen über die Grundlagen der Mathematik*. Ludwig Wittgenstein Werkausgabe Band 6. Hrsg. von G.E.M. Anscombe, R. Rhees und G.H. von Wright. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main 1984, S. 237.

⁴ Ausgehend von dem hier gebrachten Beispiel des Teilchen-Begriffs einerseits in der klassischen und andererseits in der modernen Physik soll an dieser Stelle hinterfragt werden, inwiefern man den Reduktionsgrad von Theorien überhaupt bestimmen und somit eine fortgesetzte Reduktion der modernen gegenüber der klassischen Physik feststellen kann. Zunächst könnte es beispielsweise plausibel erscheinen, dass es sich im angeführten Beispiel gerade umgekehrt verhält: Ist nicht vielmehr eine Theorie, die ein Teilchen als auch Welleneigenschaften zeigende Entität ausweist, weniger reduziert als eine Theorie, die es als „gemeines Ding“ zu fassen versucht?

Wenn sich die Kategoriensysteme der zu vergleichenden Theorien nicht oder nur wenig überschneiden, ist ein Vergleich ihres Reduktionsgrades im Allgemeinen nicht möglich. Im vorliegenden Beispiel überschneiden sich die beiden Kategoriensysteme allerdings wesentlich, weil die Quantenmechanik die diskreten Eigenschaften klassischer Teilchen einschließt, sodass die Bestimmung eines relativen Reduktionsausmaßes möglich ist. Sie beschreibt aber auch kontinuierliche Eigenschaften klassischer Wellen, wobei die diskreten und kontinuierlichen Aspekte *komplementär* sind und nur aus historischen Gründen mit den Begriffen „Teilchen“ und „Welle“ verbunden werden (vgl. Pietschmann, Herbert: *Quantenmechanik verstehen – Eine Einführung in den Welle-Teilchen-Dualismus für Lehrer und Studierende*. Springer, Berlin u.a. 2003, S. 76). Darin spiegelt sich wider, dass die klassischen Ansätze zur Beschreibung der diskreten und kontinuierlichen Eigenschaften eines Systems mit der Quantenmechanik auf eine *gemeinsame* Basistheorie rückgeführt werden. Hieraus folgt, dass die Quantenmechanik – wie im Text behauptet – einen größeren Reduktionsgrad aufweist als die Punktmechanik der klassischen Physik. Vgl. Ritter, Joachim; Gründer, Karlfried (Hgg.): *Historisches Wörterbuch der Philosophie, Band 8: R–Sc*. Schwabe Verlag, Basel 1992, S. 372 (Artikel *Reduktion*).

Die oben formulierte Frage, die die moderne gegenüber der klassischen Physik als weniger reduziert erscheinen lässt (weil sie ein Teilchen als umfassendere Entität

Reduktion und Reduktionismus

Die im Vorausgegangenen aufgezeigte, mit fortschreitender systemischer Reduktion einhergehende Zunahme praktischer Komplexität und die mit ihnen zusammenhängenden kognitiven Schwierigkeiten bedeuten zunächst eine Einschränkung der *praktischen Anwendbarkeit* von Theorien. Daraus folgt – so wie aus einer Reihe anderer wissenschaftstheoretischer Einsichten –, dass keine Möglichkeit besteht, jene in den vergangenen beiden Jahrzehnten wieder aktuell gewordenen philosophischen Spekulationen, wie etwa jene von der vollständigen Determiniertheit des Verhaltens des Menschen, empirisch zu prüfen.

Wodurch erfahren die Naturwissenschaften – vor allem die Physik und Chemie – angesichts dieser, ihrer methodischen Reduktion inhärenten Probleme dennoch rationale Legitimation? Weshalb nutzen sie offensichtlich trotzdem der Gesellschaft? Zum Verstehen der materiellen Vorgänge in der Natur kann allen Einwänden gegen die Methode der Vereinfachung zum Trotz keine Alternative zu dieser gefunden werden. Das Zurückführen der in Messungen erhaltenen Ergebnisse auf *Einzelprozesse*, die in der untersuchten Materie ablaufen sollen, d.h. das Analysieren experimenteller Befunde anhand aufgestellter Modellvorstellungen (Hypothesen) ermöglicht es alleine, umfassendere Erscheinungen auf der Ebene des Materiellen zu verstehen, obwohl – wie oben ausführlich diskutiert wurde – der Grad an Komplexität auf der Ebene der Praxis mit zunehmender Vereinfachung nicht notwendigerweise abnimmt. Dies ist allerdings nur ein scheinbarer Widerspruch, denn die bei der Zurückführung auftretende praktische Komplexität ist oftmals von einer Art, die durch Näherungen bis zu einem gewissen Grad befriedigend überwunden werden kann.⁵ Auf diese Weise kann in vielen Fällen nach dem Analysieren trotzdem eine Synthese der dadurch gewonnen Einsichten vollzogen werden mit dem Ergebnis, umfassendere Vorgänge zu verstehen.

ausweist), folgt aus der metaphysischen Annahme, dass einem beobachteten Phänomen im Rahmen klassisch-physikalischer Betrachtung *entweder* Teilchen *oder* Wellen zugrunde gelegt werden müssen. Akzeptiert man hingegen den de facto auch innerhalb der klassischen Physik gegebenen *Kategorienpluralismus*, so spricht nichts dagegen, ein und dasselbe Phänomen im Rahmen verschiedener Kategoriensysteme zu beschreiben und es damit *sowohl* basierend auf der Modellvorstellung von Teilchen *als auch* auf jener von Wellen zu interpretieren – wodurch der genannten metaphysischen Annahme jener Frage die Grundlage entzogen wird. (Zum Begriff „Kategorienpluralismus“ siehe den Beitrag von Thomas Posch in diesem Band.)

⁵ Zum Beispiel kann in bestimmten Fällen für das mechanische Modell eines Ensembles von sich in Bewegung befindenden Teilchen angenommen werden, dass die Wechselwirkungen zwischen weit voneinander entfernten Teilchen vernachlässigbar sind.

Auch wenn sich die naturwissenschaftlichen Methoden also trotz ihrer Schwächen bewähren, greift die Übernahme ihres spezifisch reduzierten Weltbildes als Grundlage für eine ontologische Weltanschauung zu kurz. Dies kann nicht nur im Rahmen metaphysischer Überlegungen selbst gezeigt werden, sondern auch anhand einer Reflexion der praktischen Einbettung naturwissenschaftlicher Forschung in der unmittelbaren Erfahrungswelt.⁶ Hierfür möchte ich das konkrete Beispiel von Grundlagenforschung an Wasser heranziehen. Dieser in der Chemie zu verortende Forschungsbereich scheint deshalb von besonderer Bedeutung zu sein, weil keiner anderen Substanz in der Erfahrungswelt von uns Menschen eine so vielseitige Rolle zukommt wie dieser. Die Kultur- und Wissenschaftsgeschichte des Menschen spiegelt diesen Befund in den Künsten, der Philosophie und allen daraus hervorgegangenen Einzelwissenschaften und Disziplinen wider. Beschränkt man den Blick auf die funktionellen Lebens- und Tätigkeitsbereiche des Menschen, wirkt Wasser vor allem als Lösungsmittel – vom Alltag im Haushalt bis hin zu industriellen Prozessen. Viel grundlegender aber ist seine Funktionalität in der materiell und biologisch verstandenen allgemeinen Natur. Dass die oben genannte Synthese anhand von Vereinfachung gewonnener Einsichten kritisch zu vollziehen ist, tritt in diesem Zusammenhang sehr anschaulich zutage. Einerseits kann nämlich gesagt werden, dass Wasser tatsächlich nicht wegen seiner außergewöhnlichen Eigenschaften eine so große Rolle in unserer Erfahrungswelt spielt, sondern weil sich die biologische und geologische Natur wesentlich nach den Vorgaben des Wassers in Wechselwirkung mit diesem gebildet hat. Andererseits ist festzuhalten, dass der Substanz Wasser erst dann eigentliche *Bedeutung* zukommt, wenn sie nicht isoliert, sondern in einem System neben weiteren Systemelementen vorliegt – im Bereich der Chemie sind das andere chemische Stoffe, in der Medizin und Biologie beispielsweise verschiedene Zellen mit ihren physikalischen und biochemischen Mechanismen, und in den Geo- bzw. Technikwissenschaften geometrische Strukturen wie Geländeformationen bzw. Turbinen, die von Wasser durchströmt werden.⁷ Die hier skizzierte Wechselbeziehung

⁶ Dieser Weg kann freilich nicht die Stringenz von beispielsweise sprachanalytisch orientierten Untersuchungen aufweisen. Er soll trotzdem gegangen werden, um die Wechselwirkung von naturwissenschaftlicher Forschung und unreduzierter Erfahrungswelt sichtbar zu machen.

⁷ Diese Einsicht spiegelt sich beispielsweise bei Hegel wider: „Gegenüber [einer] Subsumierung [des Chemismus] unter den Mechanismus macht Hegel geltend, daß ‚der Mechanismus und der Chemismus sehr bestimmt voneinander unterschieden‘ seien, ‚und zwar in der Art, daß das Objekt, in der Form des Mechanismus, zunächst nur gleichgültige Beziehung auf sich ist, wohingegen sich das chemische Objekt sich als schlechthin auf anderes bezogen erweist.“ – Posch, Thomas: *Die Mechanik der Wärme in Hegels Jenaer Systementwurf von 1805/06 – Ein Kommen-*

bedeutet weit mehr als eine semantische Nuance in der sprachlichen Beschreibung eines Naturvorgangs: Sie spiegelt die zwei oben dargelegten erkenntnistheoretischen Bewegungen wider, nämlich auf der einen Seite das Erfassen eines komplexen Naturvorgangs an sich und auf der anderen Seite die Synthese anhand von Vereinfachung gewonnener Einsichten zum Verstehen des beobachteten Vorgangs. Wird die ontologische Weltanschauung maßgebend von zweitem geprägt, verlieren sämtliche (persönliche) Seins-Erfahrungen ihr Recht, als Entität aufgefasst werden zu dürfen – was in der Philosophie zur Haltung des materialistischen Positivismus geführt hat. Dabei zeigen die Naturwissenschaften selbst auf den *erkenntnistheoretischen* Qualitätsgehalt des Zusammenwirkens der an einem komplexen Naturvorgang beteiligten Einzelprozesse hin, der bei der Analyse zwangsläufig verloren geht, wie das obige Beispiel der Wechselbeziehung zwischen Wasser und biologischen Strukturen verdeutlicht.

Analog zum Vorgehen bei der hier diskutierten Einbettung naturwissenschaftlicher Forschung in der unmittelbaren Erfahrungswelt werden im nächsten Abschnitt weitere wissenschaftstheoretische Aspekte entfaltet, wobei von einer Untersuchung der Praxis des (naturwissenschaftlichen) Experimentierens selbst ausgegangen wird. Diese führt über den naturwissenschaftlichen Bereich hinaus, wodurch die aus ihr erhaltenen Erkenntnisse einen allgemeinen erkenntnistheoretischen Ansatz darstellen, der – wie im darauffolgenden Abschnitt zu sehen sein wird – dem Emergenz-Konzept kritisch gegenübersteht.

Experimentieren als empirisches Rekonstruieren von Modellen⁸

Im Abschnitt *Vom Vereinfachen des Komplexen* wurde die Eigenart naturwissenschaftlicher Experimente beschrieben als Herauslösen materieller Vorgänge aus einem komplexen Umfeld, wobei zur Interpretation der aus ihnen erhaltenen Messergebnisse und damit zum Verstehen des untersuchten Systems die Einordnung der Ergebnisse in ein (mehr oder weniger anschauliches) theoretisches Modell als notwendig zu erkennen ist. Der Mensch lässt sich bei der Entwicklung solcher Modelle – unter anderem – sowohl durch induktive Schlüsse aus bereits vorhandenen empirischen Daten als auch durch in ihm angelegte (kultursoziologisch geprägte) philosophische Vorstellungen leiten.⁹ Auf kognitiver Ebene fin-

tar vor dem Hintergrund der Entwicklung der Wärmelehre von 1620 bis 1840. Shaker Verlag, Aachen 2005, S. 8.

⁸ Die Überschrift dieses Abschnitts rekurriert auf den Beitrag *Reduktion und Rekonstruktion* von Christian Kanzian in diesem Band.

⁹ Es braucht nicht näher ausgeführt werden, dass die beiden genannten Faktoren der Konstruktion von Modellvorstellungen jedenfalls zugrunde liegen, den (auch

det dabei eine Loslösung von konkreten experimentellen Systemen statt. Dieser als Abstraktion bezeichnete Prozess ist daher stets mit einer spezifisch reduzierenden Interpretation erkenntnisleitender Beobachtungen verbunden.¹⁰ Beim Experimentieren wird man dementsprechend mit einer dazu parallelen Bewegung konfrontiert: Aufgrund des allgemeinen Charakters von Theorien bzw. Hypothesen und der ihnen zugrundeliegenden Modelle ist es bei der experimentellen Überprüfung von aus ihnen abgeleiteten Voraussagen erforderlich, das experimentelle System derart zu konstruieren, dass es den theoretischen Annahmen möglichst genügt. Experimentieren kann daher – etwas pointiert formuliert – als *empirisches Rekonstruieren von Modellen* verstanden werden. Beispielsweise wird man zur Überprüfung des Newtonschen Gravitationsgesetzes, das die Anziehungskraft zwischen zwei das System bildenden Masseteilchen beschreibt, andere Wechselwirkungen (mit weiteren Masseteilchen oder Kraftfeldern) durch die experimentelle Anordnung auszuschließen versuchen – siehe hierzu das weiter oben angeführte Beispiel eines Fallexperiments mit einem Wassertropfen im Schwerfeld der Erde.

Sofern man sich nicht a priori modernen naturalistischen Theorien anschließen möchte, muss die skizzierte Praxis des (naturwissenschaftlichen) Experimentierens im wissenschaftstheoretischen Diskurs berücksichtigt werden. Eine solche Berücksichtigung hat unter anderem zur Folge, dass der eigentliche Beginn eines Experiments nicht mit dem Zeitpunkt des Erreichens der idealen (d.h. dem Modell hinreichend genügenden) experimentellen Bedingungen identifiziert werden kann. Tatsächlich ist es unmöglich, den Beginn des Experiments zeitlich zu verorten. Das experimentelle System ist damit nicht mehr nur in praktischer, sondern

schöpferischen!) Prozess aber nicht hinreichend begründen können. In Abwandlung einer bei Peter Wust gefundenen Wendung kann gesagt werden, dass „die Summe menschlicher Erkenntnis, durch Vernunft dividiert, niemals ohne Rest aufgeht.“ – Vgl. Wust, Peter: *Ungewissheit und Wagnis*. Kösel-Verlag, München 1962, S. 17: „...“, daß „die Summe des Lebens, durch Vernunft dividiert, niemals ohne Rest aufgehe“.

¹⁰ Vgl. Kestranek, Hans: *Präludien*. In: Ficker, Ludwig (Hg.): *Der Brenner, Siebzehnte Folge*. Brenner-Verlag, Innsbruck 1948, S. 19: „Die Dinge sind getrennt, sie sind auch verbunden. Vollständig getrennt wären sie ohne irgendwelche Beziehung, vollständig verbunden und geeint nur ein Ding; in beiden Fällen kein gegliederter Kosmos mehr. Auf ihren Beziehungen beruht ihr Wirken, und wirkend erfassen sie sich. Nun ist alle Beziehung eine teilweise und damit auch alles Wirken und Erfassen ein teilweises. Auf Wirken beruht aber das Erkennen, und so ist auch dieses bloß ein teilweises. Wo aber nur ein Teil des Lebens ins Spiel kommt, ein Teil von ihm erfaßt wird, ist es sein Bild, wie sich dem Auge die farbige Gestalt zeigt, das Übrige des Wesens sich ihm entzieht. Alles Wirken ist demnach ein Bildwirken, alles Erkennen bildmäßig, teilhaftig nur eines Wesenszuges seines Objektes unter Zurücklassung des verbleibenden Restes: ein Verhalten, das als Abstraktion zu bezeichnen ist. Wirken und auf ihm beruhendes Erkennen ist durchaus abstraktiv.“

auch in wissenschaftstheoretischer Hinsicht mit der gesamten menschlichen Erfahrungswelt (ihrer Geschichtlichkeit usw.) unmittelbar verbunden. Auch hier soll das Beispiel physikalisch-chemischer Forschung an Wasser wieder aufgegriffen werden, um die angedeuteten Zusammenhänge zu veranschaulichen:

Wasser stellt zunächst vor allem ein essentielles Lebensmittel dar und ist als solches nicht nur ein Element biologischer, sondern – zumindest indirekt – auch wirtschaftlicher, soziologischer, kultureller, rechtlicher und politischer Systeme. Im Rahmen physikalischer Experimente versucht man, die Bedeutung von Wasser auf seine materielle Dimension zu reduzieren. Die Konstruktion des experimentellen Systems beginnt dabei nicht erst mit dem Einbau einer Wasserprobe in ein Messgerät oder mit dem Erreichen der gewünschten physikalischen Bedingungen (Druck, Temperatur, ...) am Ort der zu untersuchenden Probe, sondern mit dem Ausschluss des Einflusses aller anderen Bereiche, in denen Wasser eine Bedeutung zukommt – das sind die Einflüsse von Politik, Gesellschaft usw. Wäre es beispielsweise erforderlich, in einem Experiment große Mengen Wasser einzusetzen, würde man das Experiment so konstruieren, dass der ihm zugrundeliegende geografische Ort in keinem Gebiet mit von Wasserknappheit verursachten sozialen Unruhen liegt.¹¹

Es ist unmittelbar ersichtlich, dass die hier entfaltete Praxis des Experimentierens – in der sämtliche Dimensionen der Konstruktion eines Experiments bis hin zum menschlichen Handeln nicht ignoriert werden – das Vorgehen in allen empirischen Wissenschaften umfasst und nicht auf die Naturwissenschaften beschränkt ist.¹² Der methodische Unterschied verschiedener Wissenschaften liegt lediglich in den spezifischen Arten des Reduzierens. Auf übergeordneter Ebene können Reduktionsprogramme basierend auf der Eigenart des Empirie und Theorie verbindenden Maßstabs in zwei Klassen eingeteilt werden.¹³ Wird der betrachtete Gegen-

¹¹ Das hier wiedergegebene Beispiel mag künstlich wirken, dennoch spiegelt es die Praxis naturwissenschaftlichen Experimentierens korrekt wider. Experimente im Bereich der molekularen Biologie und Biochemie führen die Zusammenhänge möglicherweise deutlicher vor Augen: Der geografische Ort des Experimentierens beispielsweise mit embryonalen Stammzellen wird zunehmend von rechtlichen Gegebenheiten bestimmt.

¹² Im Anschluss an diese Einsicht kann die Rede vom (unreduzierten) menschlichen Dasein als *Totalexperiment* eine wissenschaftstheoretische Projektion finden. Zum Begriff „Totalexperiment“ siehe Heintel, Erich: *Was kann ich wissen? Was soll ich tun? Was darf ich hoffen? – Versuch einer gemeinverständlichen Einführung in das Philosophieren*. Literas-Universitätsverlag, Wien ¹1986, S. 21f.

¹³ Vgl. Baatz, Ursula: „*Das Muster, das verbindet*“ – Ökologie, Wahrnehmung, Bewusstsein. In: Brenner, Jürgen; Rusch, Gebhard; Schmidt, Siegfried J. (Hgg.): *Delfin IX – Eine deutsche Zeitschrift für Konstruktion, Analyse und Kritik*. Siegen/Stuttgart 1987, S. 39f.

stand oder Vorgang, d.h. der interessierende Teil eines experimentellen Systems mit einem anderen Gegenstand oder einem identischen oder als identisch vorausgesetzten Vorgang¹⁴ gleicher physischer oder physikalischer Qualität als Maßstab verglichen, spricht man von *messen*.¹⁵ Charakteristisch für diese Klasse von Reduktionsprogrammen ist damit das Ausklammern aller Qualitäten, die nicht physischer oder physikalischer Natur sind. Die Methoden sogenannter *beschreibender* Wissenschaften entsprechen überwiegend Reduktionen dieser Klasse. Im Unterschied dazu gehören die Reduktionsprogramme sogenannter *verstehender* Wissenschaften einer anderen Klasse an, in der als Maßstab „das nicht zahlenmäßig erfäßbare konzeptuelle Modell“¹⁶ dient. Die beschreibenden Wissenschaften sind zwar ebenfalls auf die Bildung von (mehr oder weniger anschaulichen) Modellen angewiesen, in ihren Methoden findet aber ein durch den Messvorgang vermittelter Vergleich zwischen dem betrachteten Gegenstand oder Vorgang und dem Modell statt.¹⁷

Von vielen Wissenschaften kann freilich nicht ohne weiteres gesagt werden, dass sie beschreibender *oder* verstehender Natur sind, weil ihren Methoden Reduktionen beider Klassen zugrundeliegen.¹⁸ Die Psychologie kann in diesem Zusammenhang als das vielleicht beste Beispiel herangezogen werden. Vor allem durch den Erfolg der Neurowissenschaften, der in den letzten Jahrzehnten zu einer Renaissance des Diskurses über das Verhältnis von *Körper und Geist* geführt hat,¹⁹ spiegeln sich in der Psychologie beide Klassen von Reduktionsprogrammen kontrastreich wider.

¹⁴ Vgl. Mach, Ernst: *Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen*. Verlag von Gustav Fischer, Jena 1918, S. 285: „Wenn der Physiker eine Zeit bestimmen will, so legt er *identische* oder als *identisch vorausgesetzte* Vorgänge, Pendelschwingungen, Erdrotationen usw., als Maßstab an.“

¹⁵ „Messen“ bedeutet damit das Ermitteln eines quantitativen Verhältnisses: Zum Beispiel kann man die räumliche Ausdehnung eines Festkörpers *K* in einer bestimmten Richtung durch Vergleichen mit der räumlichen Ausdehnung des Urmeßers *U* in einer bestimmten Richtung beschreiben. Als Ergebnis erhält man z.B. „Ausdehnung von *K* (in einer bestimmten Richtung) / Ausdehnung von *U* (in einer bestimmten Richtung) = 5.“

¹⁶ Baatz, Ursula: „*Das Muster, das verbindet*“ – Ökologie, Wahrnehmung, Bewusstsein. A.a.O., S. 40.

¹⁷ Dieses Prinzip begründet die Rede von *exakten* Wissenschaften. Im Rahmen der hier gegebenen Darstellung ist damit nicht der quantifizierende Charakter der von einer wissenschaftlichen Disziplin angewandten Methoden maßgebend für ihre Definition als exakte Wissenschaft, sondern die Art des Maßstabs.

¹⁸ Außerdem muss eingeräumt werden, dass selbst die als solche anerkannten exakten wissenschaftlichen Disziplinen im Erkenntnisfindungsprozess auf über sie hinausführende *hermeneutische* Konzepte (d.h. auf Konzepte verstehender Natur) angewiesen sind. Vgl. hierzu auch Fußnote 9.

¹⁹ Zur Einführung siehe zum Beispiel Goller, Hans: *Das Rätsel von Körper und Geist – Eine philosophische Deutung*. Primus Verlag, Darmstadt 2003.

Eine fruchtbare Diskussion der mit dem Körper-Geist- oder Leib-Seele-Problem verbundenen philosophischen Fragen ist dabei nur auf Basis einer Klärung der metaphysischen Prämissen, die den jeweiligen Reduktionsprogrammen zugrunde liegen, zu erwarten.²⁰ Zu diesen metaphysischen Voraussetzungen gehören auch die mit den Reduktionsprogrammen verbundenen verschiedenen Redeweisen, deren argumentative Grundlagen und jeweiligen Geltungsansprüche sowie -grenzen.²¹ Beispielsweise weisen selbst naturwissenschaftliche Redeweisen häufig „handlungstheoretische Aufladungen“²² auf, ohne die auch naturalistische Erkenntnistheorien nicht auszukommen scheinen. Die kognitive Orientierung am menschlichen Handeln selbst in den (von Anthropomorphismen frei angenommenen) Naturwissenschaften könnte daher als Grundlage für eine allgemeine, d.h. disziplinunabhängige Erkenntnistheorie herangezogen werden bzw. metaphysische Voraussetzungen aller Wissenschaften – und auch der Künste – aufzeigen.²³ „Auf die Warum-Frage von Handlungen antworten wir“ aber unter anderem so, „daß wir auf sogenannte *Motive* rekurren“, wobei Motive mithilfe solcher Redewendungen artikuliert werden, die „gleichsam den Zweck oder das Ziel der jeweiligen Handlung“ angeben.²⁴ Die hier sichtbar werdende teleologische Dimension kommt implizit auch in der Rede vom „Experimentieren als empirisches Rekonstruieren von Modellen“ zum Ausdruck, wobei deren *telos* das empirisch zu konstruierende „Modell“ ist. Die Zielgerichtetheit menschlichen Handelns scheint daher auch in die theoretische Bildung des Modells einzugehen.²⁵ Es ist erhellend, dass sich dadurch eine am

²⁰ Dass tatsächlich keine (wissenschaftliche oder im Alltag angenommene) Weltanschauung frei von Metaphysik ist, hat Albert Camus pointiert so formuliert: „Selbst die rigorosesten Epistemologien setzen eine Metaphysik voraus. Und zwar so sehr, daß die Metaphysik der meisten zeitgenössischen Denker darin besteht, nichts als eine Epistemologie zu haben.“ – Camus, Albert: *Der Mythos des Sisyphos*. Deutsch und mit einem Nachwort von Vincent von Wroblewsky, Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek bei Hamburg 192002, S. 60.

²¹ Löffler, Winfried: *Naturalismus und Anti-Naturalismus – Eine philosophische Krite-riologie*. In: Nissing, Hanns-Gregor (Hg.): *Natur – Ein philosophischer Grund-begriff*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 2010, S. 164.

²² Löffler, Winfried: *Naturalismus und Anti-Naturalismus – Eine philosophische Krite-riologie*. A.a.O., S. 158ff.

²³ Vgl. Löffler, Winfried: *Naturalismus und Anti-Naturalismus – Eine philosophische Krite-riologie*. A.a.O., S. 160ff.

²⁴ Runggaldier, Edmund: *Was sind Handlungen? – Eine philosophische Auseinanderset-zung mit dem Naturalismus*. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart/Berlin/Köln 1996, S. 96.

²⁵ Geert Keil diskutiert die Frage nach der kognitiven Funktion von Metaphern in der Modellbildung und verweist dabei auch auf die „*erkenntnisanthropologische These*, derzufolge der menschliche Weltbezug durch und durch metaphorisch, der Mensch das auf Metaphern angewiesene Lebewesen ist (Blumenberg)“ – Keil, Geert: *Kritik*

Handeln orientierte Analyse der *Praxis der Modellbildung* als ebenso wesentlich erweisen könnte, wie jene der *Praxis des Experimentierens*. Zusammenfassend soll nochmals betont werden, dass eine sinnvolle Untersuchung wissenschaftstheoretischer Probleme (wie z.B. des Körper-Geist-Problems) auf eine Diskussion der implizit in jedem Reduktionsprogramm vorhandenen Metaphysik angewiesen ist.

Kritik des Emergenz-Konzepts

Eine zunächst *nicht* auf einer metaphysischen Reflexion beruhende Herangehensweise kommt in Ansätzen zum Ausdruck, die von sogenannten *emergenten Systemeigenschaften* ausgehen. Im Zentrum steht dabei „das Verhältnis der Eigenschaften von Ganzheiten zu Eigenschaften ihrer Bestandteile“,²⁶ d.h. eine gesetzmäßige Bestimmung der einseitigen Abhängigkeit „höherstufiger [...] Phänomene“²⁷ bzw. Eigenschaften von solchen niedrigerer Stufe. Unabhängig davon, ob diese Abhängigkeit als vollständig angenommen oder ob eine prinzipielle Erklärungslücke postuliert wird, dem Emergenz-Konzept liegt die Vorstellung eines den Eigenschaften und damit auch Gesetzmäßigkeiten nach hierarchisch geordneten Aufbaus der Wissenschaften zugrunde. Die Stufenabfolge dieser Hierarchie orientiert sich dabei unhinterfragt an den Reduktionsprogrammen bloß beschreibender Wissenschaften, an deren Ende die Physik steht. Vertreter der Emergenz-These verweisen daher zwar zu Recht auf unreduzierbare Systemeigenschaften, übersehen aber, dass diese Eigenschaften häufig nur im Rahmen der Reduktionsprogramme *verstehender* Wissenschaften verortet werden können.²⁸ Die oben genannte hierarchische Ordnung spiegelt also nicht eine metaphysisch begründbare Stufenfolge von Eigenschaften und Gesetzmäßigkeiten wider, sondern die bereits diskutierte Praxis des Experimentierens: Sinnvollerweise wird für die Untersuchung physikalischer Eigenschaften vor dem Einbau des Probenmaterials in eine mit Messgeräten ausgestattete Apparatur deren unmittelbare

des Naturalismus. Walter de Gruyter, Berlin/New York 1993, S. 260. Es wäre daher interessant, Hans Blumenbergs Position zur Funktion von Metaphern auf menschliche Handlungsdimensionen hin zu untersuchen.

²⁶ Mittelstraß, Jürgen (Hg.): *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, Band 2: C–F*. Verlag J.B. Metzler, Stuttgart/Weimar 2005, S. 313 (Artikel *emergent/Emergenz*).

²⁷ Abstract zum Vortrag *Reduktionismus in der Gehirnforschung – das „Egotunnel“-Verdikt* von Dieter Wandschneider am 2. Juli 2011 in Wien.

²⁸ Aus diesem Grund greifen auf dem Emergenz-Konzept beruhende Erklärungen zu „mehr oder minder metaphorischen Formulierungen ohne viel Erklärungswert“. – Löffler, Winfried: *Naturalismus und Anti-Naturalismus – Eine philosophische Krite-riologie*. A.a.O., S. 164.

räumliche Umgebung in geeigneter Weise vorbereitet (z.B. durch das Verlegen eines schwingungsdämpfenden Bodens), davor wiederum das Gebäude mit dem Labor an einem – nach technischen, ökologischen und psychologischen Kriterien – günstigen Standort errichtet und wiederum davor ein – nach politischen, rechtlichen und soziologischen Kriterien – geeigneter Wissenschaftsstandort ausgewählt. Aus dieser *praktischen* Hierarchie folgt unmittelbar die tatsächlich gegebene experimentelle Unmöglichkeit, zum Beispiel ein psychologisches System zu konstruieren, das nicht auch ein biologisches, chemisches und physikalisches System darstellt. Wollte man daraus allerdings ableiten, dass psychologische Eigenschaften *in hierarchischem Sinn* zwingend auf physiologischen und letztlich physikalischen Eigenschaften – egal ob mit oder ohne Erklärungslücke – aufbauen müssen, würde man einem Fehlschluss unterliegen.²⁹ Der kognitive Fehler einer solchen Schlussfolgerung beruht auf der Übernahme der praktischen Voraussetzungen empirischer Arbeit in auf Beschreibung ausgerichteten Disziplinen als grundlegende Strukturbildner einer Wissenschaftstheorie. Die jeder Wissenschaftstheorie (implizit) zugrundeliegende Ontologie muss die beschriebene praktische Hierarchie einschließen, sie kann über diese aber hinausgehen, sofern man sie nicht als aposteriorisch behauptet.

In der Annahme emergenter Systemeigenschaften spiegelt sich dieser kognitive Fehler wider. Selbst innerhalb einzelner Disziplinen, bspw. der Physik, sollen nach der Emergenz-These mit zunehmender Systemgröße³⁰ zusätzliche Eigenschaften auftreten. Ein Einkristall zum Beispiel, der aus Wassermolekülen aufgebaut ist, weist eine regelmäßige räumliche Anordnung der einzelnen Moleküle zueinander auf. Die dieser Ordnung inhärente hexagonale Symmetrie wird auf makroskopischer Längenskala – man denke an Schneeflocken – sichtbar und auf dieser im Rahmen der Morphologie diskutiert. *Ordnung* und *Form* sollen nach dem Emergenz-Konzept deshalb als zusätzliche Qualitäten verstanden werden, weil sie an einem einzelnen Wassermolekül nicht beobachtet werden können. Der dabei unumgänglich gegebene Bezug zur Systemgröße führt dabei unmittelbar zur kritischen Frage nach der die neuen Qualitäten hervorrufenden *Quantität*: Ab wievielen Wassermolekülen ist eine regelmäßige Ordnung

²⁹ Zwischen psychologischen und physischen Eigenschaften bestehen zwar Korrelationen, eine Abhängigkeit kann aus ihnen allerdings nicht gefolgert werden, weil zwischen den Korrelationen als Phänomen und deren Erklärung zu unterscheiden ist (vgl. den Beitrag von Christian Kanzian in diesem Band).

³⁰ Die Rede von *Systemgröße* verrät bereits die Orientierung an jener Klasse von Reduktionsprogrammen, denen das Messen im Sinne der Bildung eines quantitativen Verhältnisses zugrunde liegt. Die Größe eines System ist dabei vollständig durch Anhande der durch Quotientenbildung erhaltenen Maßzahl beschrieben. – Vgl. Fußnote 15.

über den Probenkörper hinweg beobachtbar? In einem sogenannten Cluster aus nur vier Molekülen können diese so zueinander angeordnet sein, wie vier benachbarte Moleküle sowohl in kristallinem Eis als auch in glasigem Wasser. Während kristalline Festkörper über ihre gesamte räumliche Ausdehnung (näherungsweise) die einem theoretischen Modell entsprechende regelmäßige Ordnung zeigen, weisen glasige Festkörper allerdings keine solche Fernordnung auf. Ausgehend von diesem Beispiel kann leicht eingesehen werden, dass die strukturelle Zuordnung von Clustern zu dieser oder jener Klasse von Festkörpern bzw. der Feststellung bestimmter Ordnung eine Frage des *Abstraktionsvermögens* ist. Da mit dem Abstrahieren – d.h. der Modellbildung – stets eine kognitive Reduktion des konkreten experimentellen Systems einhergeht, sind Modelle unterschiedlich reduzierter Systeme nicht prinzipiell bzw. jedenfalls ineinander überführbar. Zwischen ihnen liegt eine kognitive Differenz.³¹ Der Vergleich des betrachteten Gegenstandes mit einem anderen Gegenstand gleicher physischer oder physikalischer Qualität (weiter oben wurde in diesem Zusammenhang von eigentlichem *Messen* gesprochen) ist unabhängig von der Systemgröße und also stets möglich, während der Vergleich mit einem als Maßstab dienenden Modell nur bei einem in geeigneter Weise reduzierten experimentellen System möglich ist. Die *scheinbar* mit zunehmender Systemgröße zusätzlich auftretenden Eigenschaften sind daher auf einen Wechsel der Betrachtungsebene bzw. einen Sprung zwischen zur Interpretation herangezogenen Modellen zurückzuführen. Die Frage nach dem „Verhältnis der Eigenschaften von Ganzheiten zu Eigenschaften ihrer Bestandteile“³² kann daher so beantwortet werden, dass Ganzheiten einer anderen kognitiven Betrachtungsweise zugänglich sind als ihre Bestandteile und daher eine Bestimmung des Verhältnisses der jeweiligen Eigenschaften zueinander im Allgemeinen nicht möglich ist. Diese exemplarisch an der Physik aufgezeigten wissenschaftstheoretischen Zusammenhänge gelten – wie im Kontext sämtlicher Ausführungen dieses Aufsatzes leicht ersichtlich wird – für alle wissenschaftlichen Disziplinen und ihre Stellung zueinander.

Zusammenfassend folgt daraus, dass das Emergenz-Konzept die Lösung von Scheinproblemen versucht, deren Ursachen durch die wissen-

³¹ Vgl. Ritter, Joachim; Gründer, Karlfried (Hgg.): *Historisches Wörterbuch der Philosophie, Band 8: R–Sc*. A.a.O., S. 378 (Artikel *Reduktion von Komplexität*): „Reduktion von Komplexität ist Erzeugung einer *Differenz*, nämlich der Differenz von unreduzierter (unbestimmt bleibender) und reduzierter Komplexität. Die Ergiebigkeit der Reduktion ist die Ergiebigkeit dieser Differenz, also weder auf ein Naturgesetz noch auf eine Norm oder ein Rationalitätsprinzip zurückzuführen.“

³² Mittelstraß, Jürgen (Hg.): *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, Band 2: C–F*. A.a.O., S. 313 (Artikel *emergent/Emergenz*).

schaftstheoretische Reflexion der Praxis des Experimentierens und ihrer Funktion im Erkenntnisprozess sichtbar werden.

Diskussion und Schluss: In-Erscheinung-Treten einer Potenz als emergentes Phänomen?

Frage von Peter Heuer: Ich bezweifle, dass es sich bspw. beim Phänomen der Kristallisation nur um ein Erkenntnisproblem handelt, also um einen Blickwechsel von der Mikro- auf die Makroebene, wie Sie, wenn ich Sie richtig verstanden habe, behauptet haben. In diesem Zusammenhang möchte ich wissen, wie Sie das Phänomen veränderter Kristallbildung (z.B. durch Rühren während des Abkühlens) diskutieren?

Ich denke, dass die Mikrostruktur eines Stoffes, z.B. eines Salzes, gleich bleibt, auch wenn man die Kristallstruktur zerstört. Ich denke, dass es sich bei Kristallbildung um die Verwirklichung einer Form (Stoffform) handelt, welche als Potenz im Stoff vorhanden ist. Die Verwirklichung der Kristallform ist ein Phänomen, welches sich rein physikalisch nicht erklären lässt. Es beruht auf einer Eigenschaft (genauer Potenz bzw. eines Vermögens) des Stoffes. Wer es nur physikalisch erklären will, begeht einen Reduktionismus, weil er das Vorhandensein chemischer Eigenschaften der Stoffe leugnet, zu denen das Vermögen zur Kristallbildung zu rechnen ist.

Die Möglichkeit der Verhinderung zeigt gerade, dass es sich bei der Kristallbildung um die Verwirklichung eines Vermögens handelt. Vermögen verwirklichen sich nicht notwendigerweise, sondern nur unter günstigen Umständen. In der Entwicklungsbiologie hat man es allenthalben mit derartigen Zusammenhängen zu tun. Katzen lernen z.B. nicht räumlich sehen, wenn man ihnen in der entscheidenden Lebensphase keine Wahrnehmung räumlicher Gegebenheiten ermöglicht.

Antwort von Markus Seidl: In meinem Beitrag habe ich versucht aufzuzeigen, weshalb bei der wissenschaftstheoretischen Reflexion naturwissenschaftlicher Methoden die Praxis des Experimentierens berücksichtigt werden muss, sofern man nicht a priori eine naturalistische Position einnehmen möchte. Das entscheidende argumentative Moment bestand darin, dass Experimentieren als empirisches Rekonstruieren von Modellen verstanden werden kann. Ich habe deutlich gemacht, dass die – von Vertretern der Emergenz-These geteilte – Vorstellung eines den Gesetzmäßigkeiten nach hierarchisch geordneten Aufbaus der Wissenschaften metaphysisch nicht begründbar ist. Sie folgt einfachhin aus der unreflektierten Übernahme der praktischen Voraussetzungen empirischer Arbeit

in auf Beschreibung ausgerichteten Disziplinen als grundlegende Strukturbildner einer Wissenschaftstheorie.

Vertreter der Emergenz-These und des Naturalismus unterliegen daher demselben kognitiven Fehlschluss. Während beispielsweise (reduktionistische) Physikalisten konsequenterweise die vollständige Reduzierbarkeit „höherstufiger“, z.B. chemischer Phänomene behaupten, übersehen Emergentisten, dass ihre Wahrnehmung bereits einen *Kategorienpluralismus*³³ voraussetzt. Die Interpretation eines beobachteten Vorgangs als Kristallisation einer Flüssigkeit beruht beispielsweise auf der Annahme einer makroskopischen Betrachtungsebene. *Kristallisation* als solche ist daher weder auf Vorgänge auf mikroskopischer Ebene reduzierbar, noch folgt sie aus dieser als emergente Systemeigenschaft. Ganz Analoges gilt für verhinderte Kristallbildung, weil die Interpretation eines Phänomens als *Ausbleiben* der Kristallisation auf derselben Betrachtungsebene beruht wie die Interpretation eines Vorgangs als Kristallisation. Aus der in meinem Beitrag aufgezeigten praktischen Hierarchie des Experimentierens folgt, dass jedes einer makroskopischen Betrachtung zugängliche System auch mikroskopisch betrachtet werden kann, wobei zwischen den auf makroskopischer und mikroskopischer Ebene wahrnehmbaren Prozessen Korrelationen bestehen. Dabei darf nicht übersehen werden, dass diese Korrelationen erst durch das Heranziehen verschiedener Betrachtungsebenen konstituiert werden. Sie ergeben sich aus einem Kategorienpluralismus und können daher nicht innerhalb des einen oder anderen Kategoriensystems erklärt werden, sondern bedürfen einer entsprechenden – zumindest die konstitutiven Kategoriensysteme einschließenden – Metaphysik.

Die Annahme einer dem *Stoff* innewohnenden, Kristallisation ermöglichenden *Potenz* stellt einen sehr allgemeinen metaphysischen Ansatz dar. Da in diesem Konzept der Begriff „Stoff“ eine eigenständige *metaphysische* Kategorie darstellen muss und daher weder mit seiner makroskopischen noch mit seiner mikroskopischen materiellen Repräsentation zusammenfallen kann, schließt er von vornherein das lediglich quantitativ verursachte In-Erscheinung-Treten einer Potenz (d.h. den Kern der Emergenz-These) aus. Die Rede von Potenzen steht daher in keinem Widerspruch zu den wissenschaftstheoretischen Aussagen meines Beitrags, auch wenn diese die Annahme von Potenzen nicht unmittelbar nahelegen. Die wissenschaftstheoretische Fruchtbarkeit der Annahme einer „Potenz im Stoff“ steht daher zusätzlich zur Diskussion. Aufgrund des allgemeinen Charakters jener Annahme scheint sie aber zumindest zur Erklärung der oben angesprochenen Korrelationen zwischen makrosko-

³³ Zum Begriff „Kategorienpluralismus“ siehe den Beitrag von Thomas Posch in diesem Band.

pisch und mikroskopisch wahrnehmbaren Prozessen wenig beitragen zu können. Meiner Meinung nach hängt das Wahrnehmen eines Phänomens als Kristallisation *zunächst* tatsächlich vom Abstraktionsvermögen ab. Der auf makroskopischer Ebene als Kristallisation interpretierte Vorgang kann sowohl *nur chemisch* als auch *nur physikalisch* erklärt und verstanden werden, allerdings ohne das ihm zugrundeliegende Seiende *vollständig* zu erfassen. Sämtlichen Betrachtungsebenen liegt eine je spezifische Reduktion zugrunde, wobei sich deren Brauchbarkeit unmittelbar im Abstraktionsvermögen widerspiegelt – dieses ist nämlich nicht frei von Voraussetzungen, sondern wird vielmehr vom betrachteten System und den theoretischen Vorannahmen der jeweiligen Betrachtungsebene mitbestimmt. Das Abstraktionsvermögen ist daher genauso von „günstigen Umständen“ abhängig wie die „Verwirklichung“ angenommener Potenzen, wodurch die Ausführungen in meinem Beitrag metaphysische Konzepte mit Potenzen als Stoffeigenschaften nicht ausschließen.

Literaturverzeichnis

- Baatz, Ursula: „*Das Muster, das verbindet*“ – Ökologie, Wahrnehmung, Bewusstsein. In: Brenner, Jürgen; Rusch, Gebhard; Schmidt, Siegfried J. (Hgg.): *Delfin IX – Eine deutsche Zeitschrift für Konstruktion, Analyse und Kritik*. Siegen/Stuttgart 1987, S. 38–48.
- Camus, Albert: *Der Mythos des Sisyphos*. Deutsch und mit einem Nachwort von Vincent von Wroblewsky, Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek bei Hamburg ⁴2002.
- Goller, Hans: *Das Rätsel von Körper und Geist – Eine philosophische Deutung*. Primus Verlag, Darmstadt 2003.
- Heintel, Erich: *Was kann ich wissen? Was soll ich tun? Was darf ich hoffen? – Versuch einer gemeinverständlichen Einführung in das Philosophieren*. Literas-Universitätsverlag, Wien ¹1986.
- Keil, Geert: *Kritik des Naturalismus*. Walter de Gruyter, Berlin/New York 1993.
- Kestranek, Hans: *Präludien*. In: Ficker, Ludwig (Hg.): *Der Brenner, Siebzehnte Folge*. Brenner-Verlag, Innsbruck 1948, S. 17–35.
- Löffler, Winfried: *Naturalismus und Anti-Naturalismus – Eine philosophische Kriteriologie*. In: Nissing, Hanns-Gregor (Hg.): *Natur – Ein philosophischer Grundbegriff*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 2010, S. 149–165.
- Mach, Ernst: *Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen*. Verlag von Gustav Fischer, Jena ⁷1918.
- Mittelstraß, Jürgen (Hg.): *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, Band 2: C–F*. Verlag J.B. Metzler, Stuttgart/Weimar ²2005.

- Pietschmann, Herbert: *Quantenmechanik verstehen – Eine Einführung in den Welle-Teilchen-Dualismus für Lehrer und Studierende*. Springer, Berlin u.a. 2003.
- Posch, Thomas: *Die Mechanik der Wärme in Hegels Jenaer Systementwurf von 1805/06 – Ein Kommentar vor dem Hintergrund der Entwicklung der Wärmelehre von 1620 bis 1840*. Shaker Verlag, Aachen 2005.
- Ritter, Joachim; Gründer, Karlfried (Hgg.): *Historisches Wörterbuch der Philosophie, Band 8: R–Sc*. Schwabe Verlag, Basel 1992.
- Runggaldier, Edmund: *Was sind Handlungen? – Eine philosophische Auseinandersetzung mit dem Naturalismus*. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart/Berlin/Köln 1996.
- Wittgenstein, Ludwig: *Bemerkungen über die Grundlagen der Mathematik*. Ludwig Wittgenstein Werkausgabe Band 6. Hrsg. von G.E.M. Anscombe, R. Rhees und G.H. von Wright. Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main ¹1984.
- Wust, Peter: *Ungewissheit und Wagnis*. Kösel-Verlag, München ⁷1962.