

Version 13. 08. 2008

<http://www.fheh.org/images/fheh/material/aesthet-kat-v01.pdf>

Lutz Danneberg

Ästhetische Kategorien in den Naturwissenschaften

In der Hauptsache sind es die folgenden Themenfelder, die im Rahmen dieses Projekts untersucht werden sollen:

Ê In welchen Kontexten stehen Verwendungen von Ausdrücken wie *veritatis pulchritudo* bei den Kirchenvätern und im Mittelalter?

Ê Wann entstehen solche (scheinbar) innenbestimmte Kriterien oder Beschreibungen naturwissenschaftlich-mathematischer Wissensansprüche, insbesondere theoretischer Gebilde, die (anders als etwa Konsistenz) als ästhetisch aufgefasst werden, und zwar im Vergleich zu solchen außenbestimmten wie etwa Überprüfbarkeit, Prognosefähigkeit, Bestätigbarkeit, Falsifizierbarkeit, Verifizierbarkeit? Abgesehen von Zuschreibungen der ‚Harmonie‘ und der ‚Monstrosität‘, einer der Begriffe, der die Disharmonie als *terminus technicus* ausdrückt, scheint sich die Bezeichnung wissenschaftlicher Produkte als ‚schön‘ nicht vor der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts zu finden: Während solche Charakterisierungen (etwa mathematischer Sätze) bei Descartes fehlen, finden sich zahlreiche Beispiele bei Leibniz (etwa *theorema pulcherrimum*). Allerdings nimmt Roger Bacon an einer Stelle (*Opus majus*, IV, d 1, 2) eine ‚immanente Musikalität‘ von Grammatik wie Logik an; diese Musikalität bilde zugleich ihren mathematischen Gehalt; er fährt fort: Argumente überzeugten nicht (allein) weil sie bestimmten Regeln konform seien, sondern wegen ihrer ‚Schönheit‘, ihrer ‚Musikalität‘: *sed haec argumenta debent esse in fine pulchritudinis, ut rapiatur animus hominis [...]. Et ideo finis logicae pendet ex musica.*

Ê Wann lösen sie sich von Kriterien wie dem der Einfachheit ab, das eine Außenbestimmtheit durch metaphysische oder ontologische Annahmen besessen hat, auch wenn noch immer gelegentlich als Begründung etwa auf „an Ultimate Designer“ als Deus Congruentiae zurückgegriffen wird? Oder: “symmetries and other aesthetic principles should be truly universal, because they arise from fundamental physical properties. [...] Many things in nature, inanimate and living, show bilateral, radial, concentric, and other mathematically based symmetries. Our rectangular houses, football fields, and books sprung from engineering constraints, their beauty arise from necessity” (Gregory Benford, *Deep Time. How Humanity Communicates Across Millennia*. New York 2000, S. 99).

Ê Welchen Einfluss haben gerade Vorstellungen von Schönheit, die sich in der Nachfolge der Abkehr von einem traditionellen Schönheitsverständnis im Zuge von Alexander Gottlieb Baumgartens *Aesthetica* pluralisieren? In welchem Sinn lässt sich etwa von ‚der poetischen Struktur der Welt‘ bei Kopernikus oder Kepler sprechen und wie haben sich die Vorstellungen von Schönheit in der Weise verändert, so dass sie als innenbestimmtes Kriterium für die Theoriewahl fungieren können?

Ê Welchen Einfluss hat Kants im Zuge des Unterschieds zwischen Anschauungen und begriffen, in der sich die „Verschiedenheit der *ästhetischen* und der *logischen Vollkommenheit*“ der Erkenntnisse gründe. Zunächst ist das die „ästhetische Allgemeinheit“ – sie meint die Anwendbarkeit beispielhafter Exempel, die allgemein zugänglich sind und so auch der Popularisierung dienen können; dann die „ästhetische Deutlichkeit“ – das Vorliegen von Exempeln *in concreto*; dann die „ästhetische Wahrheit“ – gemeint ist die Plausibilität, die auch trügen könne; dann die „ästhetische Gewißheit“ – hier ist die Gewißheit der Sinneswahrnehmung gemeint; freilich beleibe nach Kant „zwischen der ästhetischen und der logischen Vollkommenheit unsers Erkenntnisses immer eigen Art von Widerstreit, der nicht völlig gehoben werden kann“ (Kant, *Logik* [Jäschke], V).

Ê In welchen epistemischen Situationen und Wissenschaftskonstellationen entsteht verstärkt der Vergleich zwischen Kunst und Naturwissenschaft, zwischen der Kreativität des Künstlers und der des Naturwissenschaftlers und Mathematikers und wie entwickeln und verändern sich solche Vergleiche bis in die Gegenwart? Um nur zwei Beispiele

herauszugreifen:

Richard Baldus (Mathematik und räumliche Anschauung. In: JBMV 30 [1920], S. 1-15, hier S. 2) spricht beim mathematischen Urteil des Mathematikers davon, dass es sich „auf sein mathematisches Gefühl“ stütze, „auf dasselbe Gefühl, das ihm sagt, daß Kombinatorik zur Mathematik gehört, aber nicht die Theorie des Schachspieles“, es sei das „gleich Gefühl, das ihm den einen Beweis schöner erscheinen läßt als den anderen, einen Satz bedeutend, einen zweiten nicht, eine Leistung mathematisch groß, eine andere – obwohl vielleicht in beiden Fällen die gleiche Summe von Schwierigkeiten überwunden wurde – dagegen zurückstehende.“ Daraus wird vermutet, dass es „eben eine spezielle, wohl nicht ganz in Worte faßbare Ästhetik in der Mathematik, wie es eine solche z.B. in der Musik gibt, mit allen Für und Wider in der Stellung zu bestimmten Richtungen und allen Färbungen der subjektiven Auffassung des einzelnen.“ Die Mathematik wird des weiteren, da auf dem „Instrument“ der Logik aufruhend, als eine „Kunst des Verstandes“ bestimmt; dadurch liege den der „Gedanke“ nahe, „daß die Beantwortung der Frage, was Mathematik sei, zum großen Teil in dieses Gebiet der Ästhetik in der Mathematik gehört.“ Freilich geht der Verfasser dann „diesen interessanten Fragen“ nicht weiter nach.

Norman R. Campbell (1880-1949) – als Physiker wirkte er am Trinity College in Cambridge und als Wissenschaftstheoretiker ist er gelegentlich noch hinsichtlich seiner Auffassung von der Bedeutung von Analogien (bzw. Modellen) für physikalische Theorien in Erinnerung geblieben – sieht eine ‚exakte Analogie‘ zwischen dem wissenschaftlichen und künstlerischen Schaffen. Um diese Analogie so vollständig wie möglich erscheinen zu lassen und um Newtons Leistung, für Campbell ist sie „perfectly personal and imaginative“, nicht gegenüber der etwa Beethovens zu schmälern, analogisiert er den empirischen Test einer Theorie im Zuge ihrer Konfrontation mit Realität mit dem Test eines Kunstwerks im Zuge der Konfrontation mit dem Urteil des Kunstkritikers (What Is Science? London 1921, S. 102/103, auch Id., Foundations of Science. The Philosophy of Theory and Experiment [zuerst unter dem Titel: Physics: The Elements, 1920]. New York 1957, S. 224-229).

Ê In gewisser Weise handelt es um eine Echo älterer Auffassungen: Bei Sir Humphrey Davys (*Parallels Between Art and Science* [1840]. In: *Collected Works*. London, Vol. VIII, S. 306-308, hier S. 307/08) heisst es: „In the truths of the Natural sciences there is [...] analogy to the productions of the refined arts. The contemplation of the laws of the universe is connected with an immediate tranquil exaltation of mind, and pure mental enjoyment. The perception of truth is almost as simple a feeling as the perception of beauty; and the genius of Newton, of Shakespeare, of Michel Angelo, and of Händel, are not very remote in character from each other [...].“

Obwohl im Naturwissenschaftler gelegentlich schon früh das ‚Originalgenie‘ gesehen wurde, gehört es spätestens im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts zum wissenschaftstheoretischen common sense, das tatsächliche Finden, Entdecken, Erzeugen naturwissenschaftlicher oder mathematischer Wissensansprüche in dem Sinn (retrospektiv) als nichtrational und sogar als nichtrationalisierbar anzusehen, dass es mit dem Paradigma der Kreativität par excellence, also der künstlerischen Tätigkeit, sich mehr oder weniger parallelisieren lässt und ihm vor allem nicht nachsteht. Diese Aufwertung der wissenschaftlichen Arbeit - als ‚Kunst‘ in einem emphatischen Sinn - findet sich bei Theoretikern verschiedener wissenschaftstheoretischer Ausrichtung und unterschiedlicher nationaler Wissenschaftskulturen, wobei das parallel laufen kann mit dem prononcierten Beschreibung der wissenschaftlichen Tätigkeit als stetige und mühsame Arbeit (*Labor improbus omnia vincit*). Keine Frage allerdings ist, dass die Frage der Ähnlichkeit von Kunst und (Natur-)Wissenschaft hinsichtlich ihrer ‚Kreativität‘ unabhängig ist von der Wahl ‚ästhetischen‘ Kategorien zur Auszeichnung von (theoretischen) Wissensansprüchen: Weder muss ersteres letzteres, noch letzteres ersteres zur Folge haben.

Ê „In beiden Fällen [scil. Relativitäts- und Quantentheorie] ist eine verwirrende Fülle von Einzelheiten nach jahrelangen vergeblichen Bemühungen um Verständnis fast plötzlich geordnet worden, als ein zwar reichlich unanschaulicher, aber doch in seiner Substanz letztthin einfacher Zusammenhang auftauchte, der durch seine Geschlossenheit und abstrakte Schönheit unmittelbar überzeugte - alle jene überzeugte, die eine solche abstrakte Sprache verstehen und sprechen können.“ (W. Heisenberg, *Die Bedeutung*

des Schönen in der exakten Naturwissenschaft [1971]. In: Id., Schritte über Grenzen. München/Zürich 1974, S. 252-269, hier S. 261).

Was bedeuten Ausdrücke wie ‚schön‘ in solchen Zusammenhängen und wie sind sie beispielsweise als *aesthetic constraints on theory selection* begründet? - etwa als verschiedene Typen (globale oder lokale, interne oder externe) Symmetrie-(Invarianz-)Eigenschaften von Theorien. Ist ‚Kriterien‘ dieser Art mehr gemeinsam, als nur keine logisch-empirischen Kriterien zu sein - oder bezeichnen sie nur ein Auffangbecken von Rest-Kriterien, die bei der faktischen Evaluation von Wissensansprüchen eine Rolle spielen oder gespielt haben? Worin liegen die leitenden Vorstellungen für die entsprechende Theoriearchitektur und auf der Grundlage welcher Ordnungsvorstellungen lassen sich Ausdrücke wie ‚schön‘ in diesen Zusammenhang komparativ verwenden? In welchem Sinn ist ‚Anschaulichkeit‘ (*visualizability*) ein ästhetisches Kriterium, das für Heisenberg (oder Bohr und Pauli) bei der Quantentheorie offenbar keine Rolle gespielt hat oder eine geringere als etwa für Schrödinger? Inwiefern ist ‚Anschaulichkeit‘ ein relationales Konzept der Theoriebewertung und wie hängen *visualizability* mit *intelligibility* von wissenschaftlichen Theorien zusammen? Ist die Anschaulichkeit einer Theorie abhängig von dem erfolgreichen Gebrauch ihres mathematischen Formalismus oder mit der wachsenden Vertrautheit mit ihren grundlegenden Vorstellung (etwa mit der einer *actio in distans*)? Oder bezieht sich ein solches Kriterium eher auf die Wahl der Interpretation für den mathematischen Formalismus einer Theorie?

Ê Welche Rolle spielen ästhetische Kriterien sowohl für eine prospektive Heuristik, als auch für eine Methodologie der Evaluation und der Wahl theoretischer Wissensansprüche sowie für eine retrospektive Beschreibung und Erklärungen wissenschaftlicher Handlungen in der Wissenschaftsgeschichte? Was kann im letzteren Fall etwa gemeint sein, wenn es heißt, dass die eigentliche Rechtfertigung der Theorie des Kopernikus in einem ‚ästhetischen‘ Kriterium liege, ihre mathematischen Harmonie und Eleganz, so Thomas Kuhn, *The Copernican Revolution*. Cambridge 1957, S. 180: „aesthetic sense and to that alone“, oder Owen Gingerich, *Copernicus and Tycho*. In: *Scientific American* 229 (1973), S. 87–102, hier S. 97: „based entirely on aesthetics“, oder Id., „Crisis“ versus Aesthetics

in the Copernican Revolution. In: Arthur Beer und K. A. Strand (Hg.), Copernicus – Yesterday and Today. Oxford 1975, S. 85-93, hier S. 90: „What has struck Copernicus is a new cosmological vision, a grand aesthetic view of the structure of the Universe.“

Ê Zuschreibungen wie schön erscheinen zunächst in diesen Verwendungskontexten als extrem vage. Ihre Vagheit lässt sich freilich eingrenzen, wenn man näher betrachtet und analysiert, welches die mitunter nicht explizit gebotenen Gegenausdrücke sind – etwa *angewandt, nützlich, uneinheitlich, unvollständig, hässlich, umständlich, gezwungen, unzusammenhängend, un- oder asymmetrisch, unharmonisch, disparat, tot, unanschaulich, unnatürlich, unelegant, uninteressant, oberflächlich*. Gibt es für solche Zuschreibungen transpersonale Kriterien oder sind sie von der epistemischen Situation ihrer Verwendung abhängig? Wie verhalten sich solche Zuschreibungen sich mit der jeweiligen (etwa mathematischen) ‚Strenge‘ eines Beweises oder einer Argumentation? Besteht ein Zusammenhang zwischen den logisch-empirischen Kriterien der Evaluation von Wissensansprüchen und den ästhetischen?

Ê Handelt es sich in der jeweiligen epistemischen Situationen ihrer Verwendung eher um Ausdrücke, die sich durch wohlbestimmte sprachliche Wendungen ersetzen lassen, oder eher um solche, in denen sich ein (zumindest in der gegebenen Situation) sprachlich nicht artikulierbares Wissen ausdrückt, ein *know how* (im Unterschied zu einem *know that*), ein *tacit knowledge*, das etwa auf unausgesprochenen Annahme ruht, und zur jeweiligen Kompetenz des Umgangs mit dem betreffenden Wissensanspruch gehört (ein ‚Gespür‘ für Wichtigkeiten, ein ‚Sehen‘ von Eigenschaften)? Können daher trotz ihrer Vagheit solche Zuschreibungen bei den entsprechenden Wissensträgern hoch konsensuell sein, und was geschieht, wenn sich der Konsens, der auf einem gemeinsamen, aber unexplizierbaren *know how* beruht, bei den ‚Experten‘ (‚Kennern‘) in Dissens verwandelt, indem man sich über den angemessenen Gebrauch solcher Ausdrücke uneinig wird?

Ê Wirken dann ästhetische Kriterien bei den Auszeichnungen von Wissensansprüchen bewahrend, während eher radikale wissenschaftliche Neuerungen mit ‚ästhetischen Brüchen‘ einhergehen? Ist das, was sich bei ‚wissenschaftlichen Revolutionen‘ radikal zu

wandeln scheint, eher eine Diskontinuität der Theorieästhetik bei Wahrung von Kontinuitäten in anderen Hinsichten unter ‚transparadigmatischen‘ Kriterien der Theorieevaluation?

Ê Inwiefern handelt es sich bei solchen ‚ästhetischen‘ Zuschreibungen um den Ausdruck einer Übereinstimmung von einer ‚naive intuition‘ und einer ‚refined intuition‘ (Felix Klein, *Lectures on Mathematics*. 2. ed. New York 1911, S. 42) im Rahmen einer als gelungen angesehenen mathematischen ‚Explikation‘? Bezeichnen sie Eigenschaften unterschiedlicher ‚kognitiver Stile‘ (z.B. analytisch, visuell, konzeptionell)?

Ê Inwieweit sind solche ästhetischen Zuschreibungen auf theoretische Wissensansprüche beschränkt? Bestimmte Experimente und von entsprechenden Auffassungen des Experimentierens (insb. des 18. Jahrhunderts) hat man mit dem Ausdruck *aesthetic appreciation of experiments* umschrieben. Es soll sich dabei um Experimente handeln, die bestimmte Eigenschaften des natürlichen Prozesses bewahren (*imitatio naturae*), und zwar im Unterschied zu kontrollierten, hochartifizialen und ‚unnatürlichen‘ Experimenten im Labor.

Ê Wie ließen sich zwischen den nicht empirischen, ästhetischen Eigenschaften von Wissensansprüchen und solchen, die (direkt oder explizit) als epistemischen Eigenschaften angesehen werden, Beziehungen stiften, die die einen als Indikatoren für die anderen ansehen lassen? – *as a sign of truth in scientific theory?*

Ê Freilich finden sich immer mehr oder weniger prononcierte Ablehnungen des „ästhetischen Urtheils“, denn dieses selber gründe sich „auf die Anschauung der Form“; daher bilde es „sich an dem Studium der Natur“ und erhebe „sich über das bloße ästhetische Gefühl durch das Eindringen in die Gesetze, nach denen sich diese Formen gestalten. Das ästhetische Gefühl kann daher nie der Naturforschung Gesetze vorschreiben, sondern es kann sie nur von ihr empfangen oder mit ihr entwickeln; thut es das nicht, so ist es bloße Vorurtheil, das sich auf überwundene Ueberlieferungen, auf Hörensagen, auf Schulzwang stützt“ (Rudolf Virchow, *Atome und Individuen* [1859]. In: Id., *Drei Reden*



über Leben und Kranksein. Mit einem Vorwort von Walter F. Hiss. München 1971, S. 33-67, hier S. 52).