Erschienen in: Wolfgang Krohn (Hg.): *Ästhetik in der Wissenschaft*, Hamburg: Meiner, 2006, S. 59-78 (Sonderband der *Zeitschrift für Ästhetik und Allgemeine Kunstwissenschaft*)

Symmetrie und Schönheit in Kunst und Wissenschaft

Joachim Schummer

Institut für Philosophie, TU Darmstadt, Schloss, D-64283 Darmstadt; js@hyle.org

1. Einleitung

Der Begriff der Symmetrie scheint wie kein zweiter geeignet zu sein, nicht nur eine Brücke zwischen Wissenschaft und Kunst zu schlagen, sondern beide unter einem gemeinsamen Dach zu vereinen. Denn nimmt man Symmetrie als ein Kriterium von Schönheit, wie es die antiken und neuzeitlichen Kunstlehren getan haben, dann erscheint im Streben moderner Wissenschaft nach Symmetrie die gleiche Suche nach Schönheit wie in der Kunst.

So plausibel diese These zunächst erscheinen mag, so erstaunlich ist es, wie spät sie in neuerer Zeit zur Geltung gebracht wurde. In den 1960ern Jahren begann eine Reihe von berühmten theoretischen Physikern, die alle über Symmetrien physikalischer Theorien forschten, diesen gemeinsamen Bezug zur Schönheit in populären Schriften herauszustellen.[1] Den ästhetischen Durchbruch lieferte vermutlich Paul Dirac (1963) mit seiner radikalen These, „es ist wichtiger, Schönheit in seinen Gleichungen zu haben als Übereinstimmung mit dem Experiment". Seit den 1980ern ist die These ein Gemeinplatz in populären Darstellungen der theoretischen Physik,[2] in der zugleich deren antike Wurzeln betont werden. So schreibt beispielsweise der theoretischer Physiker Anthony Zee (1990 [1986], S. 15, 23):

> "'Laßt uns vor allem darauf achten, daß das Ganze schön ist, dann wird sich die Wahrheit von selbst ergeben!' So lautet das Motto der Grundlagenphysiker. […] Wie die Griechen des Altertums […] werde aber auch ich dabei bleiben, Symmetrie und Schönheit gleichzusetzen."

Auch in der Chemie wurde der Bezug zu Schönheit und Kunst via Symmetrie und Antike in den 1980ern entdeckt, als es gelang, Moleküle von hoher Symmetrie oder der Gestalt Platonischer Polyeder zu synthetisieren.[3] Und auch hier wurde die Symmetrie und Schönheit der Moleküle als wichtiges, wenn nicht das wichtigste, Motiv dieser chemischen Synthesen herausgehoben.

Im diesem Aufsatz möchte ich die Tragfähigkeit des Symmetriebegriffs als Brücke oder Dach von Kunst und Wissenschaft untersuchen. Dazu werde ich zunächst den Symmetriebegriff und den zugeordneten Schönheitsbegriff jeweils in Kunst und Wissenschaft in ihren historischen Entwicklungen betrachten (Abschnitte 2 und 3). Dabei wird sich zeigen, dass die Begriffe nicht nur grundverschieden sind, sondern auch ganz verschiedene historische Ursprünge haben. Daher suche ich im nächsten Abschnitt nach der Rolle des wissenschaftlichen Symmetriebegriffs als Kriterium von Schönheit in der Kunst und Kunsttheorie. Weil auch diese Suche eher erfolglos ist, frage ich nach den ästhetischen Motiven von Wissenschaftlern für die Suche nach Symmetrie in ihrem Sinne (Abschnitt 5). Dabei ergibt sich, dass die Motive nicht ästhetischer, sondern erkenntnistheoretischer Natur sind. Wenn also Schönheit für Wissenschaftler ein erkenntnistheoretisches Kriterium ist, dann stellt sich abschließend die Frage, welche Rolle dieser Schönheitsbegriff spielen kann (Abschnitt 6). Hierbei zeigt sich, dass dieser Schönheitbegriff weder den Schönheitsbegriff in der Kunst ersetzen

---

[1] Z.B. Dirac 1963, Wigner 1963, Gell-Mann 1964, Feynman 1965, Heisenberg 1971, Weinberg 1979; zum sozialen Kontext dieses ästhetischen Bezugs siehe Stevens 2003. Selbstverständlich gibt es vereinzelte Vorläufer, wie den Mathematiker Weyl (1952) und den Biologen Haeckel (1899-1904).

[2] Ein umfangreiche Bibliographie gibt Dénes Nagy: *Symmetry: A bibliography of interdisciplinary books* [http://members.tripod.com/vismath2/denes1/index.html]

[3] Z.B. Grahn 1981, de Meijere 1982, Vögtle, Rossa & Bunzel 1982, Hargitai & Hargitai 1986, Hoffmann 1988-9; siehe hierzu Schummer 1995, 2003.

oder ergänzen, noch gegen herkömmliche erkenntnistheoretische Kriterien in den Naturwissenschaften konkurrieren kann. Er bleibt jedoch innerhalb der Wissenschaft eine erkenntnistheoretische Restkategorie und ein wichtiges heuristisches Prinzip, das ein Analogon in der Kunst besitzt.

2. Der Symmetriebegriff in der Kunst

Das Wort „Symmetrie“ leitet sich ab aus dem altgriechischen *symmetría*, ursprünglich eine Verbindung von *syn* (zusammen) und *métron* (das Zahlenmaß und das rechte Maß), und bedeutete Eben- oder Gleichmaß. Dieser Symmetriebegriff bildet den Kern einer der ältesten und einflussreichsten Theorien der bildenden Kunst, des *Kanons* des griechischen Bildhauers Poliklet (gr. *Polykleitos*) aus der 2. Hälfte des 5. Jhd. v. Chr. Zwar ist der Text nur indirekt in Bruchstücken überliefert,[4] aber Poliklet hatte seine Lehre explizit in eine Bronzeskulptur eingegossen, dessen Original zwar ebenfalls verschollen ist, die jedoch in Form mehrerer Kopien aus spätantiker Zeit erhalten ist: der Doryphoros oder Speerträger (Abbildung 1). Der *Kanon* war zunächst eine Proportionslehre von den Längen- und Abstandsverhältnissen der Teile des menschlichen Körpers zueinander und zum ganzen Körper als Anleitung für Künstler. So wie die Pythagoräer die perfekten Harmonien in der Musik durch Zahlenverhältnisse auszudrükken suchten, so beschrieb Poliklet den perfekten menschlichen Körper durch Maßzahlverhältnisse. Darüber hinaus übertrug seine Symmetrielehre auch die in der griechischen Medizin bedeutende Lehre vom Gleichgewicht der Gegensätzen auf die bildenden Kunst. So wie der Pythagoräer Alkmäon und ihm folgend die Hippokratische Schule den Zustand der Gesundheit als Gleichgewicht der elementaren körperlichen Kräfte definierte, so sollte die perfekte menschliche Skulptur, exemplifiziert in seinem Doryphoros, ein Gleichgewicht von Ruhe und Bewegung, Spannung und Entspannung, Hebung und Senkung usw. verkörpern, was später unter dem Begriff Kontrapost zusammengefasst wurde.[5] Beides zusammen, die perfekten Maßzahlverhältnisse des Körpers und das richtige Maß zwischen den Gegensätzen, bildeten die erste ästhetische Theorie der Symmetrie.

[Abbildung 1: Polyklets Doryphoros]

Im Rückblick des römischen Architekten Vitruv aus dem ersten Jahrhundert v. Chr. erscheint Polyklets Proportionenlehre nicht nur in der Bildhauerei, sondern auch in der klassisch-griechischen Architektur, vor allem im Tempelbau, verwendet worden zu sein. In dem ältesten uns bekannten Lehrbuch der Architektur (*De architectura*, III.1) entwarf Vitruv daran anknüpfend eine Architekturästhetik, die den menschlichen Körpers als Maß für perfekte Bauwerke nahm. Die Teile des menschlichen Körper lieferten dabei nicht nur ideale Maßzahlverhältnisse, wie etwa die Länge des Vorderarms ein Viertel der des Körpers ist, sondern auch ideale absolute Zahlen, wie etwa die Zehn entsprechend der Anzahl der Finger. Darüber hinaus sah Vitruv die perfekte Proportionierung und Lage der Körperteile im Körperganzen dadurch bestätigt, dass dieser bei ausgestreckten Armen und Beinen genau durch ein Quadrat und durch einen Kreis mit dem Zentrum im Bauchnabel einbeschrieben werden könne. Damit wurden auch die für die Architektur zentralen geometrischen Formen, Quadrat und Kreis, auf den menschlichen Körper bezogen (Abbildung 2).

4 Galen: *De placitis hippocratis et platonis*, 5; *De temperamentis*, 1.9; Plinius: *Naturalis historia*, 34.19; sowie indirekt Vitruv: *De architectura*, III; Plutarch: *Moralia*, 45C.

5 Die Suche nach dem Gleichgewicht von Gegenkräften hat nicht nur die griechische Medizin und Ästhetik, sondern auch die Tugendethik entscheidend geprägt, wie sie in der Aristotelischen *mesotes*-Lehre zum Ausdruck kommt (z.B. Tapferkeit als Mitte zwischen Tollkühnheit und Feigheit). Sie erscheint dort gleichsam als universelles normatives Findungsprinzip in den Wertfragen der Gesundheit, Schönheit und Tugendhaftigkeit.

Die antiken Symmetrielehren hatten einen kaum zu überschätzenden Einfluss auf die Künstler und Architekten seit der Renaissance.[6] Von Donatellos Bronzefigur „David" (1432) über Botticellis Gemälde „Geburt der Venus" (um 1486) zu Michelangelos Marmorstatue „David" (1504): die großen Meister führten nicht nur den klassischen Kontrapost wieder ein, sondern stützten sich auch bewusst auf den *Kanon* bzw. den Doryphoros des Polyklet. Und Leonardo da Vinci (1451-1519) übersetzte (und korrigierte) Vitruvs Maßzahlen des wohlgeformten Körpers in seiner berühmten Zeichnung (Abbildung 2), wobei er übrigens nicht an dem so genannten Golden Schnitt interessiert war, der erst im 19. Jahrhundert als ästhetisches Prinzip formuliert und dann unkritisch auf die gesamte Geschichte zurückprojeziert wurde.[7] Neben Leonardo griffen vor allem Leon Batista Alberti (1485) und Albrecht Dürer (1528) die Proportionenlehre des Vitruvs auf, entwickelten sie theoretisch weiter und setzten sie in für die Folgezeit maßgebende Werke der Kunst und Architektur um.

[Abbildung 2: Leonardo Zeichnung]

Die klassische Symmetrielehre im Sinne idealer Proportionen zieht sich durch die Kunst- und insbesondere Architekturtheorie bis ins 20. Jahrhundert durch, wenn auch mit unterschiedlichen ästhetischen Gewichtungen und Begründungen. Die Proportionen wurden dabei begründet entweder, wie bei Vitruv, durch Bezug auf den menschlichen Körper (Alberti, Giorgio Vasari, François Blondel), musikalische bzw. akustisch-wahrgenommene Proportionen (Charles-Etienne Briseux), Wahrnehmungsgewohnheiten (Claude Perrault, Denis Diderot), oder werkimmanent (Adolf von Hildebrandt, Piet Mondrian).[8] In der Architekturtheorie zählt Le Corbusiers „Modulor" (1948, 1955) – ein an menschlichen Proportionen und dem Goldenen Schnitt entwickeltes Maßsystem für die Architektur – zu den wichtigsten, wenn auch umstrittenen Ansätzen des 20. Jahrhunderts. Die Bedeutung der Proportionenlehren schwindet erst in den Gegenbewegungen zum Funktionalismus und Rationalismus, indem andere ästhetische Kategorien wie Symbolik, individuelle Formensprache oder Stil in den Vordergrund treten, so wie auch insgesamt in der bildenden Kunst die Kategorie der Schönheit zurücktritt.

Nun scheint es schon bei Vitruv unverständlich, wie er ohne unseren heutigen Begriff der Spiegelsymmetrie auskommen konnte, die dann im Klassizismus als Ordnungsprinzip die Architektur dominierte.[9] Tatsächlich war dieser Begriff rudimentär im antiken Begriff der

---

6 Siehe dazu Zöller 1990 und Frings 1998. Die einzige nennenswerte antike Kritik der Proportionenästhetik stammt von Plotin aus dem 3. Jahrhundert n. Chr. (*Enneaden*, I.6, 1): Wenn Schönheit eines Ganzen in den Proportionen seiner Teile begründet ist, dann könne das Ganze auch aus häßlichen Teilen bestehen, was für Plotin ein Widerspruch war. Stattdessen sieht er mit Platon die Schönheit eines Körpers durch die Schönheit der einheitlichen Idee des Körpers begründet, die für ihn letztlich auf die Schönheit seines Gottes zurückgeht (s.a. Anton 1964). Anklänge an diese Kritik finden sich auch bei Augustinus (*Confessiones*, IV, 13).

7 Siehe die umfangreiche historische Studie Fredel 1998 sowie Frings 2002. Der Goldene Schnitt bzw. die stetige Teilung ist eine mathematisch ausgezeichnete Proportion. Sie teilt eine Strecke AC im Punkt B in zwei Teilstrecken AB und BC, so dass, wenn AB die längere Teilstrecke ist, das Längenverhältnis AC:AB im Längenverhältnis AB:BC wiederkehrt. Die fortgesetzte Teilung der jeweils größeren Teilstrecke nach dem gleichen Verfahren reproduziert also stets die gleichen Längenverhältnisse. Die stetige Teilung war im Prinzip seit Euklid bekannt und wurde von Luca Pacioli in seiner *Divina Proportione* (1509) neu entdeckt, allerdings ohne sie ästhetisch zu empfehlen oder gar gegen die Vitruvschen Proportionen auszuspielen. Stattdessen wurde sie unter dem Namen "Goldener Schnitt" erst ab Mitte des 19. Jahrhunderts durch Adolf Zeising (1810-76) als universelles ästhetisches Prinzip in Natur und Kunstgeschichte propagiert. Zeisel findet den Goldenen Schnitt natürlich auch am menschlichen Körper, indem er feststellt, dass die Gesamthöhe im Bauchnabel dadurch geteilt wird.

8 Zu diesen und weiteren Autoren siehe Kask 1971 und Kambartel 1972. Im 19. Jahrhundert kommt dann als weitere architekturästhetische Begründung von Proportionen und Symmetrie der Bezug auf Kristalle hinzu, wie etwa bei Gottfried Semper 1860 (Kruft 1991, S. 360).

9 Vitruv hatte weder ein Wort dafür, noch entwickelte er explizit einen entsprechenden Begriff, sondern setzte ihn stets implizit voraus, wenn er beispielsweise bei einem offentsichtlich spiegelsymmetrischen Tempel lediglich eine Seite im Detail beschrieb. Die Beschränkung auf eine Hälfte ist in einigen Architekturskizzen der

Proportion enthalten als Proportion der Gleichheit von Teilen auf zwei gegenüberliegenden Seiten. Alberti erläuterte diesen Begriff erstmals ausführlich mit Bezug auf die Antike und begründete ihn für die Folgezeit maßgeblich durch die Schönheit der bilateralen Körpergestalt von Menschen und Tieren.[10] In Frankreich wurde dieser Begriff der bilaterale Symmetrie, insbesondere durch den Einfluss der Vitruv-Übersetzung und Schriften von Claude Perrault im 17. Jahrhundert mit dem Ausdruck *symétrie* bezeichnet und von dem klassischen Symmetriebegriff, der nun *proportion* genannt wurde, unterschieden.[11] Diese neue Wortverwendung blieb in der Kunsttheorie zunächst bis Mitte des 18. Jahrhundert noch weitgehend auf Frankreich beschränkt, bevor sie sich dann allgemein durchsetzte,[12] so dass sie noch heute die Primärbedeutung von „Symmetrie“ im allgemeinen Sprachgebrauch bestimmt.

Der Begriff der bilaterale Symmetrie in der Architektur bereitete zwar die Entwicklung des mathematischen Symmetriebegriffs im 19. Jahrhunderts in Frankreich vor und wurde dann als Spiegelsymmetrie auch wichtig in der Architekturtheorie (siehe unten). Allerdings blieb die Spiegelsymmetrie eine singuläre Brücke vom mathematischen zum künstlerischen Symmetriebegriff, weil nur sie eine ästhetische Begründung in der menschlichen Körperform besitzte und sie alleine eine nennenswerte Rolle in der Kunst spielte – und hier auch nur in der Architektur und vorübergehend im barocken Gartenbau. Hinzu kommt, dass sie zwar ein wichtiger Ordnungsbegriff in der Kunstheorie blieb, aber als Schönheitskritierium bereits im 18. Jahrhundert unter heftige Kritik geriet, weil sie Sterilität und Monotonie ausdrückte (siehe Abschnitt 4).

Zusammenfassend können wir feststellen, dass der Symmetriebegriff in der Kunst drei miteinander verwandte Kompenenten umfasst, die historisch unterschiedliches Gewicht haben und die sich alle auf das Verhältnis der Teile zueinander und zum Ganzen eines Kunstwerks beziehen und die alle ihre ästhetische Begründung historisch im Bezug auf den menschlichen Körper haben. In der Proportionenlehre ist Symmetrie ein System von Maßzahlverhältnissen der Teile zueinander und zum Ganzen, woraus sich der später dominierende Begriff der bilateralen Symmetrie als Gleichheit oder Ähnlichkeit zweier Hälften entwickelt, während sie in der allgemeinen Kompositionslehre ein Gleichgewicht abstrakt bestimmter Pole bedeutet.

Rennaissance auch zeichnerisch verwirklicht. Mainzer (1986, 136-7) sieht in dieser “Zeichnungsökonomie” ein klares Indiz dafür, dass unser Begriff der Spiegelsymmetrie ausgebildet war. Dagegen sprechen allerdings die recht umständlich erscheinenden Definitionen der bilateralen Symmetrie (z.B. als Gleichheit oder Ähnlichkeit zweier Hälften) bis weit ins 19. Jahrhundert hinein (siehe unten).

10 *De re aedificatoria*, IX, 7 (Florenz 1485); siehe Kambartel 1972, S. 37ff.

11 Siehe Kambartel 1972, der in Perrault die erste Aufspaltung von “antikem” und “modernem” Symmetriebegriff sieht; zur Kritik siehe auch die Buchbesprechung von W. Hermann in *Architectura*, 6 (1976), 75-78.

12 Zedlers *Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste* (1732-1754) referiert unter „Symmetrie“ (Bd. XLI, 715-6) weitgehend die antike Bedeutung und erwähnt dann: „Die Franzosen gebrauchen es auch vor die Aehnlichkeit der Seiten, neben einem unaehnlichen Mittel, wovon unter dem Wort: *Eurythmia* im VIII Bande, p. 2208, geredet worden.“ (Der selbe Text steht bereits wörtlich in Wolffs *Vollständiges mathematisches Lexicon*, 1734, S. 1217.) Auch Hutton’s *Mathematical and Philosophical Dictionary* (1795) erläutert unter “symmetry” die antike Bedeutung, nachdem er allerdings zuvor im Sinne der Proportion der Gleichheit definiert “the relation of parity, both in respect of length, breadth, and height, of the parts necessary to compose a beautiful whole”. In Sulzers *Allgemeine Theorie der Schönen Künste* (1771-4) heißt es dann schon unter dem Stichwort „Symmetrie“: „Das Wort bedeutet zwar nach seinem Ursprung das gute Verhältnis der Teile eines Ganzen gegen einander; man braucht es aber gemeinhin in zeichnenden Künsten, um die Art der Anordnung auszudrücken, wodurch ein Werk in zwei gleiche oder ähnliche Hälften geteilt wird.“ In Meyers *Konversationslexikon* (4. Aufl. 1888-1889) ist Symmetrie “das Ebenmaß oder die Übereinstimmung bei der Anordnung der Teile eines Ganzen in Hinsicht auf Maß und Zahl. Die Symmetrie zeigt sich besonders darin, daß sich das Ganze in zwei hinsichtlich der Anordnung des Einzelnen übereinstimmende Hälften teilen läßt.” Man beachte, dass hier die bilaterale Symmetrie immer noch als Spezialfall der antiken Proportionenlehre gefasst ist und der Bezug auf die mathematische Spiegeloperation fehlt.

3. Der Symmetriebegriff in der Wissenschaft

In der Mathematik und den Naturwissenschaften hat der Ausdruck "Symmetrie" eine völlig andere Bedeutung als in der Kunst, so dass über die Wortgleichheit hinaus kaum inhaltliche Zusammenhänge erkennbar sind. Symmetrie ist hier ein Aspekt zur Charakterisierung und Klassifizierung von abstrakten Objekten oder Räumen nach bestimmten Struktureigenschaften, die Symmetrieeigenschaften genannt werden. An jedem geometrischen Objekt kann man bestimmte Transformationen vornehmen, z.B. Spiegelung an einer Ebene, Drehung um eine Achse mit bestimmtem Winkel oder Inversion über einen Punkt. Jede Transformation, bei der das resultierende Objekt mit dem Ausgangsobjekt kongruent ist, ist eine Symmetrieeigenschaft des Objekts. Faßt man die Symmetrieeigenschaften zu Gruppen zusammen, dann lassen sich die geometrischen Objekte nach ihrer Gruppenzugehörigkeit klassifizieren. Je mehr Symmetrieeigenschaften eine Gruppe enthält, desto höher ist die Symmetrie der zugeordneten Objekte. Ganz analog kann man auch in der Algebra Transformationen für Gleichungen oder Differentialgleichungen definieren, die dann deren algebraische Symmetrieeigenschaften bestimmen und sie nach Gruppen klassifizieren. Entscheidend ist, dass der allgemeine Grundgedanke aus der Kunstradition, wonach Symmetrie eine Verhältnisbestimmung der Teile zueinander und zum Ganzen ist, hier keine Rolle spielt, weil es bei der mathematischen Symmetrie gerade nicht um ein Verhältnis von Teilen, sondern um allgemeine Struktureigenschaften geht.

Der mathematische Symmetriebegriff hat keine antiken Wurzeln, wie vielfach unterstellt wird, sondern – das verrät schon der Klassifikationsansatz – er geht auf die Naturgeschichte zurück, auf die Anfänge der Kristallographie im späten 18. Jahrhundert (Scholz 1989). Eine morphologische Klassifikation der Kristalle war lange dadurch behindert, dass gewachsene Kristalle gleicher chemischer Zusammensetzung unterschiedliche Formen aufweisen. Erst die Entdeckung, dass die Bruchflächen von Kristallen gleicher Zusammensetzung konstante Winkel zeigen, ermöglichte einen systematischen Zugang.[13] Bei der Vermessung der Bruchwinkel verschiedener Kristalle fand der französische Mineraloge René-Just Haüy gegen Ende des 18. Jahrhunderts, dass sich die Winkel der Kristallflächen für jeden Kristall durch einfache rationale Verhältniszahlen darstellen lassen, das sog. Gesetz der rationalen Indizes. Dieses Gesetz zusammen mit seinen Überlegungen über den Aufbau von phänomenologischen Kristallformen aus sogenannten Grundformen, den Gesetzen der „Dekreszenz" und „Symmetrie", schränkten die Anzahl möglicher Kristallformen erheblich ein.[14] Der mathematische, durch die Tranformationen an Ebene, Achse und Punkt bestimmte Symmetriebegriff entwickelte sich daraus aber erst im Laufe des 19. Jahrhundert über unzählige Klassifikationsansätze für Kristalle, bei denen empirische Klasseneinteilungen der bekannten Kristallformen zunehmend ergänzt und schließlich ersetzt wurden durch geometrische Überlegungen, alle denkbaren Formen und Kristallgitterstrukturen in einem System zu erfassen. Hierzu gehören insbesondere die Einteilung nach 7 bzw. 6 Kristallsystemen von Christian Weiss und Friedrich Mohs (1815-1825);[15] die Systematik der 32 möglichen Punktgruppen

---

[13] Die Idee gleicher chemischer Zusammensetzung setzte im Prinzip den modernen chemischen Elementbegriff der 1780er voraus. Tatsächlich war dieser bereits vorher in der Mineralogie von Torbern Bergmann gleichsam als pragmatischer Elementbegriff für die Zwecke der Mineralogie vorformuliert (Siegfried & Dobbs 1968).

[14] Haüy formulierte sein „Symmetriegesetz" zuerst 1815, was in der deutschen Übersetzung von Hessel (1819) noch „Ebenmaaßgesetz" genannt wurde. „Symmetrie" bezieht sich hier noch auf die Kongruenz (*identité*) von Seitenflächen, Kanten und Ecken der Grundformen und ist, wie Scholz (1989, S. 27) bemerkt, vermutlich terminologisch und inhaltlich inspiriert durch Legrendre's Untersuchung der regelmäßigen Polyeder in *Elements de Géométrie* (1794); siehe dazu auch Burckhardt 1988, S. 14-15.

[15] An den klassischen sieben Kristallsystemen läßt sich sehr gut das Ordnungsprinzip nach Symmetriegrad illustrieren, weil die Klassen ausschließlich nach Symmetrieachsen bestimmt sind. Entscheidend für den Symmetriegrad sind die Anzahl und der Grad der Achsen: das triklinische System besitzt keine Symmetrieachse, das monoklinische System eine Zweifachachse, das orthorombische System drei Zweifachachsen, das trigonale

von Johann Hessel (1830); die 14 möglichen Raumgitter von Auguste Bravais (1850);[16] und schließlich die 230 kristallographischen Raumgruppen von E.S. Fedorov und Arthur Schoenflies (1880-1891). Bemerkenswerterweise sind diese mathematischen Klassifikationsansätze – und damit die geometrische Symmetrietheorie sowie Teile der Gruppentheorie – mit Ausnahme von Schoenflies von Mineralogen entwickelt worden.[17]

Weil die mathematische Gruppentheorie im 19. Jahrhundert die wichtigsten mathematischen Gebiete (Algebra, Geometrie und Zahlentheorie) auf neue Grundlagen stellt, lassen sich naturgemäß in jedem dieser Gebiete historische Vorläufer benennen. Trotzdem ist der Einfluss der Kristallographie in entscheidenden Phasen erkennbar, in denen der verallgemeinerte Begriff der mathematischen Symmetrie als Invarianz gegenüber Transformationen entwickelt wird. So wie der Symmetriegrad von Kristallstrukturen durch Gruppen von Spiegel-, Dreh- und Inversionstransformationen, die zu kongruenten Strukturen führen, bestimmt wurde, so wurden nun algebraische Gleichungen, Differenzialgleichungen und Geometrien durch Gruppen von Transformationen charakterisiert, die zur Invarianz führen. In dem für die Algebra ganz neuartigen Ansatz des 19-jährigen Pariser Studenten Evariste Galois (1811-32), dessen Bedeutung erst nach Jahrzehnten erkannt wurde, ist zumindest indirekt der Stil der zeitgenössischen Pariser Kristallographen erkennbar. Galois charakterisierte und klassifizierte nämlich algebraische Gleichungen über den „Symmetriegrad" ihrer Lösungsgleichungen, indem er die Anzahl der Vertauschungen (Permutationen) der Wurzeln bestimmte, die die Geltung der Lösungsgleichungen nicht verändern. Sophus Lies (1842-1899) spätere Klassifikation von Differenzialgleichungen nach Tranformationsgruppen sowie das „Erlanger Programm" von Felix Klein (1849-1925), eine Metatheorie der Geometrie auf der Basis Transformationseigenschaften zu entwickeln, folgen nicht nur dem gleichen allgemeinen Schema, sondern sie sind sogar nachweisbar beeinflusst durch Bravais' Symmetriesysteme der Kristallographie.[18]

In der Chemie und Physik des späten 19. Jahrhunderts gewann der Symmetriebegriff über die strukturelle Beschreibung von Kristallen und Molekülen hinaus auch eine ontologische und metaphysische Bedeutung, die er seitdem nicht mehr verlieren sollte. Bei Pasteur war dies noch ganz anschaulich, als er seine Entdeckung spiegelsymmetrischer Kristalle und Moleküle (Enaniomerenpaare) später dahingehend steigerte, dass die chemische Synthese im Unterschied zur Natur kein einzelnes Enantiomer ohne sein Pendant herstellen könne (Engels 1999). Pierre Curie verallgemeinerte dies dann zu seinem physikalischen Symmetrieprinzip, wonach der Grad der Symmetrie in allen kausalen Prozessen erhalten bleibt, Symmetrie also als Substanz mit Erhaltungsgesetzen gedacht wird (Katzir 2004).

Nach Übertragung von dem geometrischen auf den algebraischen Begriff der Symmetrie wurde aus diesem Prinzip die Suche nach der „Ursymmetrie", die im 20. Jahrhundert zum Leitgedanken fast der gesamten theoretischen Physik bis heute wurde, so dass sie hier nicht referiert werden kann.[19] Ausgangspunkt war die von Einstein später nachgelieferte Interpretation, dass seine spezielle Relativitätstheorie die klassissche Mechanik und Elektrodynamik in

---

System eine Dreifachachse, das tetragonale System eine Vierfachachse, das hexagonale System eine Sechsfachachse und das kubische System vier Dreifachachsen und drei Vierfachachsen.

16 Spätestens bei Bravais („Mémoire sur les polyèdres de forme symétrique", *Journal de mathématique*, 14 [1849], 141-180) ist die Definition der Symmetrie über Transformationen voll entwickelt und bekannt – Hessels Aufsatz von 1830 bleibt weitgehend unbeachtet. Demgegenüber definiert der Mathematiker Möbius noch 1852: „Eine Figur soll symmetrisch (im weiteren Sinne) heissen, wenn sie einer ihr gleichen und ähnlichen Figur auf mehr als eine Art gleich und ähnlich gesetzt werden kann. („Ueber das Gesetz der Symmetrie der Kristalle und die Anwendung dieses Gesetzes auf die Eintheilung der Kristalle in Systeme", *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, 43, S. 367).

17 Siehe Burke 1966, Scholz 1989.

18 Siehe Scholz 1989, S. 97-109. Die Brücke läuft über eine Arbeit des Pariser Mathematikers Camille Jordan von 1860, in der die Bravaissche Kristalltheorie rezipiert und mathematisch verallgemeinert und in der erstmals der Gruppenbegriff explizit eingeführt wurde. Etwa zur gleichen Zeit sorgte Jordan für die Verbreitung der bis dahin kaum bekannten Ideen von Galois (Yaglom 1988, S. 2).

19 Siehe hierzu und zum folgenden insbesondere Mainzer 1988.

dem Sinne vereinige, dass die Gleichungen der Mechanik nun die gleiche algebraische Symmetrie wie die Maxwellschen Gleichungen der Elektrodynamik aufwiesen, nämlich invariant zur Lorentztransformation zu sein. Der nächste Schritt, die entsprechende Vereinigung von Quantenmechanik und spezieller Relativitätstheorie in Gestalt der Dirac-Gleichung gilt heute unter Physikern als ausgezeichnetes Beispiel von mathematischer Schönheit (Abbildung 3). Während analoge Symmetrievereinigungen später folgten in Bezug auf die schwache und starke Wechselwirkung, ist der letzte Schritt, die Vereinigung mit der Gravitation durch die sog. „Supersymmetrie" oder „Weltformel" noch Gegenstand theoretischer Bemühung. In Umgekehrung der theoretischen Vereinigung wird die Vielfalt von Erscheinungen, Partikeln und Kräften sowohl theoretisch als auch kosmologisch als Resultat von schrittweisen Symmetriebrüchen gedeutet.

[Abbildung 3: Dirac-Gleichung]

Die Substanzialisierung der Symmetrie in der theoretischen Physik ist dort nicht ohne Einfluss auf wissenschaftstheoretische Fragen geblieben, weil sie die moderne Trennung von Erkenntnis- und Seinsfragen unterläuft. Denn wenn Symmetrie einerseits als ein einheitliches und einfaches Grundprinzip der Natur unterstellt wird und andererseits eine formale Eigenschaft eines mathematischen Theorienapparats ist, dann kann die formale Symmetrie einer Theorie zum rationalistischen Erkenntniskriterium erhoben werden. Diese Strategie hat neben einigen erfolgreichen Voraussagen von Elementarteilchen, die dann auch tatsächlich experimentell nachgewiesen werden konnten, auch zu Immunisierungstendenzen von Theorien geführt, an denen man trotz experimenteller Widerlegung wegen ihrer Einfachheit und Symmetrie festhielt.[20] In diesem Kontext ist der seit Dirac gängige Bezug auf den Wertbegriff Schönheit zu sehen, der als zusätzliches Geltungskriterium für einfache und symmetrische Theorien ins Feld geführt wird.[21] So wird Symmetrie stilisiert zum Prinzip des Seienden, des Wahren und des Schönen in einem aus der Scholastik bekannten Begründungsgefüge: Symmetrie ist wahr, weil sie das Prinzip des Seienden ist und weil sie schön ist.

In populären Darstellungen der theoretischen Physik des 20. Jahrhunderts wird deren algebraischer Symmetriebegriff gerne in eine kontinuierliche Tradition der Mathematik und Kunst gestellt und bis auf Platon zurückgeführt, wobei der kristallographische Ursprung der geometrischen Symmetrie übergangen werden muss. Dabei wird nicht begriffshistorisch, sondern über Analogien und Äquivokationen argumentiert: Da Symmetrie ein Maß für Einfachheit und Schönheit sei und da Platon die regelmäßigen Polyeder, die im modernen Verständnis einen hohen Symmetriegrad haben, als einfach und schön ausgezeichnet habe, habe er bereits über den modernen Symmetriebegriff verfügt. Diese Argumentation ist jedoch weder begrifflich noch historisch haltbar.[22]

Tatsächlich hatte Platon in seinem Dialog *Timaios* (53c-56c) den Kosmos aus den fünf regelmäßigen Polyedern aufbauen lassen (Abbildung 4), die vermutlich den Pythagoräern schon bekannt waren. Euklid lieferte dann im 13. Buch seiner *Elemente*, was vermutlich auf Platons Zeitgenossen Theaitetos zurückgeht, nicht nur die Konstruktionsanleitungen der sog. Platonischen Körper, sondern auch den Beweis, dass es nur fünf Figuren dieser Art geben

---

[20] Ein bekanntes Beispiel ist die Yang-Mills-Theorie, die Mainzer (1988, S. 477f) aus wissenschaftstheoretischer Perspektive diskutiert.

[21] Den gleichzeitigen sozialen Kontext, die Suche nach einer populären Begründung der teuren Elementarteilchenphysik als Alternative zu der an Akzeptanz schwindenden militärtechnischen Rechtfertigung in den 1960ern, erläutert Stevens 2003.

[22] Die zweite klassische Populärargumentation lieferte bereits Weyl (1952, S. 6). Zuerst wird der antike Symmetriebegriff der Kunst in einen allgemeinen Begriff (Proportionslehre) und einen besonderen Begriff (bipolare Symmetrie) aufgeteilt. Dann wird die bipolare Symmetrie mathematisch reformuliert und als Spezialfall des allgemeinen mathematischen Symmetriebegriffs ausgewiesen. Schließlich wird der allgemeine mathematische Symmetriebegriff als „Präzisierung" des „unklaren" allgemeinen Symmetriebegriffs der Kunst dargestellt.

kann.[23] Indem Platon die fünf regelmäßigen Polyeder als die schönsten Körper auszeichnete, bezog er sich aber gerade nicht auf den künstlerischen Schönheits- und Symmetriebegriff, die er beide durchaus kannte,[24] sondern formulierte dagegen einen zweiten Schönheitsbegriff, der mit Einfachheit identisch ist. Während Platon damit eher die Einfachheit der Konstruktion dieser Formen meinte, wie seine relativ ausführlichen Konstruktionsanleitungen nahelegen, wurde in der mathematischen Tradition seit Euklid daraus der Begriff der Regelmäßigkeit, im Sinne gleicher Kanten und Winkel, gegen den sich der geometrische Symmetriebegriff später gerade abgrenzen musste. Die populärwissenschaftliche These basiert damit nicht nur auf der Verwechslung der beiden Symmetrie- und Schönheitsbegriffe, sondern sie setzt auch geometrische Regelmäßigkeit mit dem hochkomplexen Begriff der algebraischen Einfachheit gleich. Dieser ist jedoch nur in Analogie zum Begriff der Einfachheit in der geometrischen Symmetrie verständlich in Sinne einer Invarianz gegenüber Tranformationen einer höheren Gruppe.

[Abbildung 4: Platonische Polyeder]

Zusammenfassend können wir feststellen, dass der mathematische Symmetriebegriff grundverschieden von dem künstlerischen Symmetriebegriff ist und seinen Ursprung auch nicht in der antiken Kunsttheorie, sondern in der Kristallographie des 19. Jahrhunderts besitzt. Als einziges Brückenglied kann die Spiegelsymmetrie angeführt werden, die jedoch anders definiert ist als der entsprechende künstlerische Begriff der bipolare Symmetrie. Darüber hinaus sind auch die mit den beiden Symmetriebegriffen assoziierten Schönheitsbegriffe grundverschieden. Während der mathematische Symmetriebegriff sich auf Schönheit im Sinne der Einfachheit bezieht, ist im künstlerischen Symmetriebegriff die Schönheit durch Maßzahlverhältnisse des menschlichen Körpers und das Gleichgewicht gegensätzlicher Kräfte bestimmt.

4. Mathematische Symmetrie in der Kunst[25]

Mathematische Symmetrieelemente spielen in den bildenden Künsten eigentlich nur in der Architektur und da besonders in der Ornamentik eine Rolle, und auch hier findet man lediglich Spiegelebenen, Translationssymmetrie und manchmal Drehachsen (Arnheim 1988, S. 8). Die Spiegelsymmetrie nimmt dabei eine Besonderheit ein, weil sie seit Alberti nicht mathematisch, sondern ästhetisch durch den Bezug auf den menschlichen Körper begründet war. Allgemein werden Symmetrieelemente in der Architektur gezielt oder epochal bedingt als Stilmittel zum Ausdruck von Ordnung, Ruhe und Stabilität eingesetzt und meistens kontrapostisch zur bewegten Umgebung gestellt. Während das hochsymmetrische Ornament in der Regel nur als Ruhepol im Ganzen oder als Dekoration dient, wird man im noch so symmetrisch erscheinenden Bauwerk in den seltensten Fällen einen Symmetriebruch vermissen. In der Malerei dürfte es sogar schwer sein, Beispiele zu benennen, bei denen mathematische

---

[23] Darüber hinaus studierte Euclid (Theaitetos) auch die Proportionen an den regelmäßigen Polyeder, was offensichtlich durch den künstlerischen Symmetriebegriff motiviert war. Vom „Geheimnis der Proportionen", statt von der mathematischen Symmetrie, war auch noch Johannes Kepler fasziniert, als er den Kosmos durch Ineinanderschachtelung der regelmäßigen Polyeder entwarf (*Mysterium cosmographicum*, 1596). Für Kepler (*Harmonici Mundi*, II, 1619), wie für Euklid waren die regelmäßigen Polyeder allerdings primär deswegen interessant, weil sie regelmäßig sind, d.h. weil sie gleiche Kanten und Winkel aufweisen.

[24] Siehe den Dialog *Philebos*. In *Sophistes* (236 b) warf Platon sogar den Bildhauern und Architekten Trugbildnerei vor, die von den idealen Proportionen abwichen, weil diese durch perspektivische Verkürzungen gar nicht wahrgenommen werden konnten und daher für die Wahrnehmung entsprechend korrigiert werden mussten. Vitruv (*De architectura*, VI, 2) erklärte später wie und warum die Korrekturen vorgenommen werden sollen.

[25] Dieser Abschnitt basiert auf einem Abschnitt in Schummer 1995.

Symmetrie zum Thema wird.[26] Wäre mathematische Symmetrie eine hinreichende Bedingung für Schönheit, und würde der Grad der Schönheit eines Kunstwerks an der Zahl seiner Symmetrieelemente meßbar sein, dann würden alle auf Schönheit ihrer Werke bedachten Künstler Kugeln herstellen,[27] was freilich ein entsprechender Automat perfekter zustand bringt.[28]

Der überwiegende Mangel an mathematischen Symmetrieelementen in der bildenden Kunst mag als empirischer Beleg gegen die These gelten, dass mathematische Symmetrie ein Kriterium für Schönheit oder gar ein ästhetisches Ideal sei. Die Kunsttheorie geht noch härter mit der mathematischen Symmetrie und Regelmäßigkeit zu Gericht. Im Rahmen der Kantschen Ästhetik dienen regelmäßige geometrische Körper als begründete Beispiele des Nicht-Ästhetischen: „Alles Steif-Regelmäßige (was der mathematischen Regelmäßigkeit nahe kommt) hat das Geschmackswidrige an sich: daß es keine lange Unterhaltung mit der Betrachtung desselben gewährt, sondern [...] lange Weile macht.“[29] Ganz in diesem Sinne schreibt auch Gombrich (1988, S. 104): „sobald das Ordnungsprinzip erfaßt wird, können wir das Gebilde ja auch jederzeit auswendig rekonstruieren. [... Wir sehen] uns leicht daran satt, es bietet uns ja bald keine Überraschungen mehr.“

Mathematische Symmetrie – darin scheinen sich zumindest die meisten Kunsttheoretiker einig zu sein – spielt in der Kunst keineswegs die Rolle eines anzunähernden Ideals. Sie dient statt dessen entweder als Spannungspol, dessen Gegenpol Unordnung, Bewegung oder Asymmetrie darstellt, oder als Ordnungsmatrix, an der sich ein Kunstwerk durch seine spezifischen Ordnungs- bzw. Symmetriebrüche in seiner Einzigartigkeit begreifen läßt. Dabei ist zu bedenken, dass in der Kunsttheorie der mathematische Symmetriebegriff wesentlich weiter gefaßt ist als in der Mathematik.[30] Spiegelsymmetrie bzw. bipolare Symmetrie bedeutet dort nicht exakte Formkongruenz bei Spiegeloperationen, sondern nur eine Entsprechung der Elemente auf beiden Seiten, oder noch weiter gefaßt: eine Ausgewogenheit der Seiten, wobei kompositorische Form- und Farbelemente mit Bedeutungsgehalten auf eine nicht weiter formalisierbare Weise gegeneinander verrechnet werden. Damit nähert man sich jedoch dem Harmoniebegriff, der dem Symmetriebegriffs der Kunst verwandt ist, im Sinne einer Stimmigkeit oder Ausgewogenheit der Teile in einem Ganzen.

Als Gegenpol zu Asymmetrie lässt sich die mathematische Symmetrie durchaus in den antiken Symmetriebegriff der Kunst integrieren in Sinne eines Gleichgewichts von Gegensätzen. So schreibt z.B. der Kunsthistoriker Frey (1949, S. 277-8): „In der Spannung zwischen Symmetrie und Asymmetrie, zwischen In-sich Beruhen und Gerichtet-sein, zwischen Ausge-

---

[26] Die bekannte Ausnahme bilden natürlich die Werke von M.C. Escher, auf den sich Naturwissenschaftler gerne beziehen. Aber bei Escher steht die mathematische Symmetrie nicht alleine, sondern in einer Verschränkung mit ikonographischen Elementen, die übrigens oft alchemistische Wurzeln erkennen lassen.

[27] Über entsprechende Phantasien in der Architektur insbesondere des 18. Jahrhunderts, berichtet Vogt (1988). Die Kugelform, die wir auch heute noch in Sternwarten und Planetarien finden, ist hier allerdings im Rahmen der Kosmossymbolik zu deuten; dieser naturphilosophische Bezug findet im 18. Jahrhundert einen Höhepunkt in den architektonischen Entwürfen von Boullées Newton-Denkmal.

[28] Einige Werke der *Minimal Art*, z.B. von Donald Judd, scheinen diese These zu unterlaufen, weil hier die Annäherung an mathematische Symmetriemaßstäbe bis zur handwerklichen Perfektion getrieben wird. Aber *minimal art* verlangt eben eine gesteigerte Aufmerksamkeit für minimale Differenzen; und diese wird hier gerade auf die unüberbrückbare Differenz zwischen idealer mathematischer Symmetrie oder der automatisch perfektionierten Reproduzierbarkeit einerseits und der durch Symmetriebrüche jeder handwerklicher Ausführung erreichten Einmaligkeit andererseits gelenkt. Darüber hinaus scheint *Minimal Art* als Teil der *Non-Relational Art* die mathematische Symmetrie nicht als ästhetisches Kriterium, sondern nur instrumentell zu verwenden, um gerade die Zwänge der klassischen Proportions- und Kompositionslehre, d.h. den klassischen Symmetriebegriff der Kunst, zu überwinden (Kambartel 1972, S. 143f.).

[29] Kant (1799, S. 72); der Geschmack ist für Kant das Vermögen zur Beurteilung des Schönen (ebd., S. 3); geschmackswidrig ist also etwas, was sich dem Vermögen widersetzt und damit einer ästhetischen Beurteilung entzieht.

[30] Instruktiv über Differenzen des Symmetriebegriffs in verschiedenen Disziplinen und der daraus resultierenden Gefahr von Missverständnissen ist die Dokumentation der interdisziplinären Symposiumsdiskussionen in Wille 1988.

wogenheit und Antrieb, zwischen Beharrung und Bewegung, zwischen Sein und Werden ist das entscheidende Agens [der künstlerischen Gestaltung] gegeben.“ Darauf nimmt auch der Kunstpsychologe Arnheim (1988, S. 8, 15) Bezug, wenn er meint, „daß Symmetrie Ruhe und Bindung bedeutet, Asymmetrie hingegen Bewegung und Lösung. Ordnung und Gesetz in jener, Willkür und Zufall in dieser; Erstarrung und Zwang in jener, Lebendigkeit, Spiel und Freiheit in dieser. [...] Was Symmetrie von Asymmetrie unterscheidet, ist also offenbar das bloße Verhältnis zwischen Gleichgewicht und gerichteten Kräften. Im einen Extremfall würde dies Verhältnis die Starre des gänzlichen Stillstandes mit sich führen, im anderen Extrem die ebenso furchterregende Formlosigkeit des Chaos. Irgendwo aber auf der Stufenleiter zwischen diesem beiden Extremen findet jeder Stil, jeder Einzelne und jedes Werk seinen eigenen, besonderen Platz.“ Ähnlich sieht auch Gombrich (1988, S. 114, 113) die Kunst im „Widerspiel zwischen Symmetrie und Asymmetrie“ als „Kampf gegen zwei gleich mächtige Gegner, das ungeformte Chaos, dem wir Entsprechungen auferlegen, und die allzu geformte Monotonie, die wir durch neue Akzente beleben“. Die These der Symmetrie als Ordnungsmatrix zur Heraushebung der Einzigartigkeit durch Ordnungsbruch macht z.B. de la Motte-Haber stark:[31] „Es folgte die Kunstproduktion einer grundsätzlichen geistigen Haltung, die die Erklärbarkeit aller Dinge voraussetzte und das Unvorhergesehene, Nicht-Berechenbare nur auf dem Hintergrund von Ordnungen als Regelverletzungen duldete.“

5. Die Vorliebe von Wissenschaftlern für mathematische Symmetrie

Wir haben bisher gesehen, dass die mathematische Symmetrie und die künstlerische Symmetrie grundverschiedenen Begriffe sind und dass die darauf jeweils bezogenen Schönheitsbegriffe keine Gemeinsamkeiten haben. Wenn also Naturwissenschaftler die Schönheit von mathematisch-symmetrischen Gebilden preisen und mathematische Symmetrie als Kriterium oder gar als Ideal von Schönheit erachten, dann tun sie dies nicht nur ohne Bezug, sondern sogar gegen die Kunst und Kunsttheorie, die beide deutlich machen, dass mathematische Symmetrie kein Kriterium, geschweige denn Ideal von Schönheit ist. Damit stellt sich die Frage, welche Motive Naturwissenschaftler zu ihrem speziellen Schönheitsbegriff leiten bzw. woher ihre Vorliebe für mathematische Symmetrie stammt.

Legt man die zitierten kunsttheoretischen Positionen von Frey, Arnheim, Gombrich, de la Motte-Haber u.a. zugrunde, wonach mathematische Symmetrie in der Kunst stets in einem Gleichgewicht zu Asymmetrie steht, dann müßte man Naturwissenschaftler am äußersten Ende einer kunstpsychologischen Skala lokalisieren. Ihr ästhetisches Empfinden wäre dann durch ein extremes Bedürfnis nach Ordnung und Sicherheit bestimmt. De la Motte-Haber (1988, S. 57) meint sogar: „Symmetrie gibt Sicherheit und sie nimmt Ihnen das Denken ab. Man kann, was die künstlerische Entwicklung anbelangt, sagen: Je totalitärer ein System, um so symmetrischer die Kunst, weil sie um so faßlicher ist.“ Diese Einschätzung läßt sich allerdings durch zwei Beobachtungen relativieren.

Erstens muß die Vorliebe der Naturwissenschaftler für mathematische Symmetrie im Kontext ihrer Tätigkeit gesehen werden. Die Wahrnehmung, Entdeckung oder Herstellung eines symmetrischen Objekts ist ein seltenes Ausnahmeereignis im wissenschaftlichen Forschungsalltag. Wissenschaftler sind im Prozess ihrer Forschung überwiegend mit komplexer Unordnung konfrontiert, mit Verunreinigung von Proben, störenden Fremdeinflüssen im Experiment, Streuung von Messwerten, unübersichtlichen Datenfluten, und unzusammenhängenden Gleichungen, die es alle zu ordnen und zu interpretieren gilt. In diesem Kontext ist Geordnetes und Regelmäßiges nicht nur die Ausnahme, sondern gerade auch das Gesuchte. Zweitens zeigen zahlreiche wahrnehmungspsychologische Experimente, dass alle Menschen kulturübergreifend eine mehr oder weniger starke Präferenz für mathematisch-symmetrische

[31] De la Motte-Haber (1988, S. 29); ähnlich auch schon Adorno (1970, S. 237): „Asymmetrie ist, ihren kunstsprachlichen Valeurs nach, nur in Relation auf Symmetrie zu begreifen.“

Formen haben (Schuster 1990, p. 124). Ob diese Präferenz wahrnehmungsphysiologisch bedingt ist oder nicht, auch in der Alltagswahrnehmung sind zumindest traditionell symmetrische Formen eher die Ausnahme als die Regel. Da mathematische Symmetrie auch ein Maß für Einfachheit ist, ist weiterhin zu vermuten, dass mathematisch-symmetrische Gebilde visuell sehr viel leichter spontan zu erfassen und zu behalten sind als asymmetrische Gebilde.

Die Beobachtungen führen zu einer anderen Erklärung für die Vorliebe von Naturwissenschaftlern für mathematische Symmetrie. Sowohl im naturwissenschaftlichen Forschungsalltag als auch bei der visuellen Wahrnehmung geht es um Erkenntnis. Symmetrische Erkenntnisobjekte befriedigen offensichtlich das wissenschaftliche und das spontan visuelle Erkenntnisstreben stärker oder leichter als unymmetrische Erkenntnisobjekte. Die Vorliebe resultiert demnach aus einer Erkenntisbefriedigung, die sich einstellt, wenn aus dem Ungeordneten auf einmal Ordnung hervorscheint, wenn Komplexes auf einmal einfach wird.

Diese Erklärung ist nicht neu, sondern sie geht zurück auf die Kantsche These der Verwechslung von Erkenntnisbefriedigung und ästhetischer Befriedigung (Kant, 1799, S. 277-8):

> Man ist gewohnt, die erwähnten Eigenschaften sowohl der geometrischen Gestalten als auch der Zahlen [...] Schönheit zu nennen, [...] Allein es ist keine ästhetische Beurteilung, [...]; sondern eine intellektuelle nach Begriffen.

Wenn naturwissenschaftliches Streben darauf ausgerichtet ist, möglichst einfache mathematische Beschreibungsformen zu finden, dann findet dieses Streben in einfachen geometrischen oder algebraischen Strukturen eine Befriedigung. Aber diese Befriedigung ist nicht ästhetischer, sondern (in Kants Worten) intellektueller Natur, weil sie Phänomene durch strukturierende Einordnung auf Begriffe bringt.

> Nun werden geometrisch-regelmäßige Gestalten, eine Zirkelfigur, ein Quadrat, ein Würfel usw. von Kritikern des Geschmacks gemeiniglich als die einfachsten und unzweifelhaftesten Beispiele der Schönheit angeführt; und dennoch werden sie eben darum regelmäßig genannt, weil man sie nicht anders vorstellen kann als so, daß sie für bloße Darstellungen eines bestimmten Begriffs, der jener Gestalt die Regel vorschreibt (nach der sie allein möglich sind), angesehen werden. [...] Die Regelmäßigkeit, die zum Begriffe von einem Gegenstande führt, ist zwar die unentbehrliche Bedingung (conditio sine qua non), den Gegenstand in eine einzige Vorstellung zu fassen und das Mannigfaltige in der Form desselben zu bestimmen. Diese Bestimmung ist ein Zweck in Ansehung der Erkenntnis; und in Beziehung auf diese ist sie auch jederzeit mit Wohlgefallen [...] verbunden. [Kant, 1799, S. 70-1]

Das Kantsche Programm der Vernunftkritik war nicht zuletzt auch ein Versuch, die antike und mittelalterliche Verschränkung von Erkenntnis, Ästhetik und Ethik aufzulösen, wonach das Wahre, das Schöne und das Gute entweder identisch sind oder sich wechselseitig begründen. Seitdem gilt: was schön ist, ist nicht automatisch wahr; und was wahr ist, ist nicht automatisch schön. Der naturwissenschaftliche Bezug auf Schönheit wäre demnach ein Rückgriff auf die vormoderne Verschränkung von Erkenntnis und Ästhetik.

6. Schlussfolgerungen: Die Rolle der mathematischen Symmetrie als Schönheits- und Erkenntniskriterium

Ich habe in diesem Aufsatz gezeigt, dass mathematische Symmetrie und künstlerische Symmetrie grundverschiedene Begriffe mit ganz unterschiedlicher historischer Herkunft sind und dass die jeweils darauf bezogenen Schönheitbegriffe miteinander unvereinbar sind. Schließlich habe ich dafür argumentiert, dass mathematische Symmetrie nicht ästhetische, sondern Erkenntnisbefriedigung verschafft. Wollte man dennoch an der Symmetrie als Schönheitskriterium oder -ideal festhalten, dann ist dies nur durch Ersetzung oder Verdopplung des künstlerischen Schönheitsbegriff möglich. Beides hat problematische Konsequenzen, die ich abschließend diskutieren möchte.

Eine Ersetzung des künstlerischen Schönheitsbegriff ist entweder mit oder ohne Bezug auf die Ästhetiktradition denkbar. Mit Bezug müßte man behaupten, dass der ästhetische Sinn nicht bloß von Naturwissenschaflern, sondern von allen Menschen durch ein extremes Ordnungs- und Sicherheitsbedürfnis geprägt ist, das durch Symmetrien befriedigt wird. Diese These würde vermutlich niemand vertreten, zumal sie durch die Kunstgeschichte widerlegt wird. Ohne Bezug auf die Ästhetiktradition müßte man auf die erkenntnispsychologische These zurückgreifen, wonach Symmetrie das Erkenntnisstreben befriedigt, und Schönheit dann durch epistemische Befriedigung erklären. Mit dem Anspruch der Ersetzung hätte man damit aber nicht nur die gesamte Ästhetiktradition gegen sich, dies liefe auch auf die These hinaus, dass jede ästhetische Wahrnehmung auf Erkenntnis ausgerichtet ist. Zwar ist die These der Erkenntnisorientierung der Kunst in der Ästhetiktradition immer wieder vorgebracht und seit Kant auch heftig kritisiert worden, aber die dabei gemeinte Erkenntnis war niemals auf Einfachheit raus, wie es die Symmetrie als Schönheitsideal verlangen würde. Die Leugnung nicht-epistemischer ästhetischer Wahrnehmung wird durch das schlichte Faktum widerlegt, dass die meisten Menschen z.B. Landschaften ohne irgendwelche Erkenntnisabsichten als schön empfinden. Martin Seel (1991) geht sogar soweit, dass das Kennzeichen der ästhetischen (Natur-)Wahrnehmung gerade die Abwesenheit der Erkenntnisorientierung ist.

Wenn damit die Ersetzung und Abschaffung des künstlerischen Schönheitsbegriff zurückgewiesen sind, so bleibt noch übrig, einen davon unabhängigen, esoterischen Schönheitsbegriff für den Bereich der Wissenschaft zu postulieren. Die Verdopplung des Schönheitsbegriffs erheischt jedoch über die Wortgleichheit irreführende Assoziationen, die durch einen angemesseneren Ausdruck besser zu vermeiden sind. Da mathematische Symmetrie ein Maß für strukturelle Einfachheit ist und es in der Wissenschaft um Erkenntnis geht, wähle ich für den infrage stehenden Begriff den geeigneteren Ausdruck „epistemische Einfachheit“. Unsere Frage lautet damit, ob es sinnvoll ist, epistemische Einfachheit als Gütekriterium oder Ideal in der Wissenschaft zu behaupten. Damit sind wir bei einer reinen wissenschaftstheoretischen Frage angelangt, die sich dahin präzisieren läßt, ob es sinnvoll ist, epistemische Einfachheit entweder als Gütekriterium oder Ideal für wisssenschaftliche Erkenntnisse aufzufassen.

Im Unterschied zum vormodernen, rein kontemplativen Wissenschaftsmodell, behauptet heute niemand mehr, dass epistemische Einfachheit das Ideal oder einzige Gütekriterium der empirischen Wissenschaften sei. Auch als gleichgewichtiges Gütekriterien neben empirischer Adäquatheit ist epistemische Einfachheit in Verruf seit Francis Bacon’s Warnung im 17. Jahrhundert, dass sie blind macht für die Tatsachen und die Erkenntnis verzerrt (*Novum Organum*, I, 45). Der einzige bisher unumstrittene Platz der epistemischen Einfachheit in den empirischen Naturwissenschaften läßt sich mit Bezug auf William Ockham aus dem 14. Jahrhundert so formulieren:[32] Wenn keine anderen wissenschaftlichen Erkenntnisgründe dagegen sprechen, dann wähle die einfachere von zwei Erkenntnissen.[33]

Wenn Schönheit im Sinne der mathematischen Symmetrie damit ein wissenschaftstheoretisches Restkriterium ist, so ist sie nichtsdestotrotz eine wichtige Motivationsquelle und ein heuristisches Mittel der wissenschaftlichen Forschung.[34] Da sowohl Kunst als auch Wissenschaft, wie jede kreative Tätigkeit, auf Motivationsquellen und Heuristiken angewiesen sind, läßt sich zumindest auf dieser allgemeinen Ebene eine Brücke zwischen Kunst und Wissenschaft finden.

---

[32] Siehe dazu auch Hoffmann et al. 1997.

[33] Innerhalb dieses Rahmens bewegen sich auch die neuesten und ambitioniertesten ästhetischen Ansätze aus der Wissenschaftstheorie. In McAllisters „Rationalismus“ werden ästhetische Kriterien sogar danach bewertet, ob sie Theorien höherer empirischer Adäquatheit favorisieren (McAllister 1996, 206-7); ähnlich Kuipers 2002.

[34] Siehe z.B. Root-Bernstein 2003 für zahlreiche historische Belege.

Literatur

Adorno, Theodor W. (1970): *Ästhetische Theorie*, Frankfurt: Suhrkamp.

Anton, John P. (1964): „Plotinus' refutation of Beauty as Symmetry", *Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 23, 233-237.

Arnheim, Rudolf (1966): „A Review of Proportion", in G. Kepes (Hg.): *Module, Proportion, Symmetry and Rhythm*, New York: George Brazilier, S. 218-30.

Arnheim, Rudolf (1988): „Stillstand in der Tätigkeit", in: Wille 1988, S. 1-16.

Burckhardt, Johann Jakob: *Die Symmetrie der Kristalle: Von René-Just Haüy zur kristallographischen Schule in Zürich* , Basel: Birkhäuser, 1988.

Burke, John H. (1966): *Origin of the Science of Crystals*, Berkeley: University of California Press.

de la Motte-Haber, Helga (1988): „‚Sie bildet regelnd jegliche Gestalt und selbst im Großen ist es nicht Gewalt' – Regelmaß und Einmaligkeit als ästhetische Prinzipien", in: Wille 1988, S. 17-29.

de Meijere, Armin (1982): „Sport, Spiel, Spannung – die Chemie kleiner Ringe", *Chemie in unserer Zeit*, 16, 13-22.

Dirac, Paul (1963): „The evolution of the Physicist's Picture of Nature", *Scientific American* 208 (May), 45-53.

Engel, Michael (1999): „Naturphilosophische Überzeugungen als forschungsleitendes Motiv – Die asymmetrische Synthese von Pasteur bis Bredig", in: N. Psarros & K. Gavroglu (Hrsg.), *Ars mutandi: Issues in Philosophy and History of Chemistry*, Leipzig: Leipziger Universitätsverlag, S. 29-49.

Feynman, Richard (1965): *The Character of Physical Law*, Cambridge, MIT Press (Kap. 7).

Fredel, Jürgen (1998): *Maßästhetik. Studien zu Proportionsfragen und zum Goldenen Schnitt*, Hamburg: Lit-Verlag.

Frey, Dagobert (1949): „Zum Problem der Symmetrie in der bildenden Kunst", *Studium Generale*, 2, 268-278.

Frings, Markus (1998): *Mensch und Maß. Anthropomorphe Elemente in der Architekturtheorie des Quattrocento*, Weimar: VDG.

Frings, Markus (2002): „The Golden Section in Architectural Theory", *Nexus Network Journal*, 4-1, [http://www.nexusjournal.com/Frings.html].

Gell-Mann, Murray (1964): „Particles and Principles", *Physics Today*, 7.11, 22-29.

Gombrich, Ernst (1988): „Symmetrie, Wahrnehmung und künstlerische Gestaltung", in: Wille 1988, S. 94-119.

Grahn, Walter (1981): „Platonische Kohlenwasserstoffe", *Chemie in unserer Zeit*, 15, 52-61.

Haeckel, Ernst (1899-1904): *Kunstformen der Natur*, Leipzig-Wien: Bibliographisches Institut.

Hargittai, István & Hargittai, Magdolna. (1986): *Symmetry through the Eyes of a Chemist*, Weinheim (VCH).

Heisenberg, Werner (1971): „Die Bedeutung des Schönen in der exakten Naturwissenschaft", in: *Ensemble 2*, Oldenbourg, München, S. 228-243.

Hoffmann, Roald (1988-89): „Molecular Beauty", *American Scientist*, 76, 389-391/604-605; 77, 177-178/330-332.

Hoffmann, Roald; Minkin, Vladimir I.; Carpenter, Barry K. (1997): „Ockham's Razor and Chemistry", *Hyle*, 3, 3-28

Kambartel, Walter: *Symmetrie und Schönheit: Über mögliche Voraussetzungen des neueren Kunstbewußtseins in der Architekturtheorie Claude Perraults*, München: Fink, 1972.

Kant, Immanuel (1799): *Kritik der Urteilskraft*, Berlin, 3. Aufl.

Kask, Tonis: *Symmetrie und Regelmäßigkeit – französische Architektur im Grand Siècle*, Basel & Stuttgart: Birkhäuser, 1971.

Katzir, Shaul (2004): „The emergence of the principle of symmetry in physics", *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 35, 35-65.

Kruft, Hanno-Walter (1991): *Geschichte der Architekturtheorie: Von der Antike bis zur Gegenwart*, München: Beck, 3. Aufl..

Kuipers, Theo A.F. (2002): „Beauty, a road to the truth", *Synthese*, 131, 291-328

Mainzer, Klaus (1988): *Symmetrien der Natur. Ein Handbuch zur Natur- und Wissenschaftsphilosophie*, Berlin-New York: de Gruyter.

McAllister, James W. (1996): *Beauty and Revolution in Science.* Ithaca & London: Cornell University Press.

Root-Bernstein, Robert (2003): „Sensual Chemistry: Aesthetics as a Motivation for Research", *Hyle*, 9, 33-50.

Scholz, Erhard (1989): *Symmetrie, Gruppe, Dualität: Zur Beziehung zwischen theoretischer Mathematik und Anwendung in Kristallographie und Baustatik des 19. Jahrhunderts*, Basel u.a.: Birkhäuser.

Schummer, Joachim (1995): „Ist die Chemie eine schöne Kunst? Ein Beitrag zum Verhältnis von Kunst und Wissenschaft", *Zeitschrift für Ästhetik und Allgemeine Kunstwissenschaft*, 40, 145-178.

Schummer, Joachim (2003): „Aesthetics of Chemical Products: Materials, Molecules, and Molecular Models", *Hyle*, 9, 77-108.

Schuster, Martin (1990): *Psychologie der bildenden Kunst*, Heidelberg: Asanger.

Seel, Martin (1991): *Ästhetik der Natur*, Frankfurt: Suhrkamp.

Siegfried, Robert & Betty Jo Dobbs (1968): „Composition: a Neglected Aspect of the Chemical Revolution", *Annals of Science*, 24 , 275-93.

Stevens, Hallam (2003): „Fundamental physics and its justifications, 1945-1993", *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 34, 151-197.

Vögtle, Fritz; Ludovica Rossa & Wolfgang Bunzel (1982): „Schöne Moleküle in der organischen Chemie", *Kontakte*, H. 2, 37-48.

Vögtle, Fritz (1989): *Reizvolle Moleküle der Organischen Chemie*, Stuttgart: Teubner.

Vogt, Adolf Max (1988): „Rotunde und Panorama – Steigerung der Symmetrie-Ansprüche seit Palladio", in: Wille 1988, S. 169-181.

Weinberg Steven (1979): „Conceptual Foundations of the Unified Theory of Weak and Electromagnetic Interaction" (Nobel-Vortrag).

Weyl, Hermann (1952): *Symmetry*, Princeton: Princeton University Press.

Wigner, Eugene (1963): „Events, laws of nature, and invariance principles" (Nobel-Vortrag).

Wille, Rudolf, Hrsg. (1988): *Symmetrie in Geistes- und Naturwissenschaften*, Berlin-Heidelberg-New York: Springer.

Yaglom, I. M. (1988) *Felix Klein and Sophus Lie: Evolution of the Idea of Symmetry in the Nineteenth Century*, Boston: Birkhäuser.

Zee, Anthony (1990): *Magische Symmetrie. Die Ästhetik in der modernen Physik*, Basel-Boston-Berlin: Birkhäuser (i.O: *Fearful Symmetry: the Search for Beauty in Modern Physics*, Macmillan, New York, 1986).

Zöller, Frank (1990): „'Policretior manu' – Zum Polykletbild der frühen Neuzeit", *Polyklet. Ausstellungs-Katalog*, Liebieg Haus, Frankfurt, S. 450-472.

Abbildungen

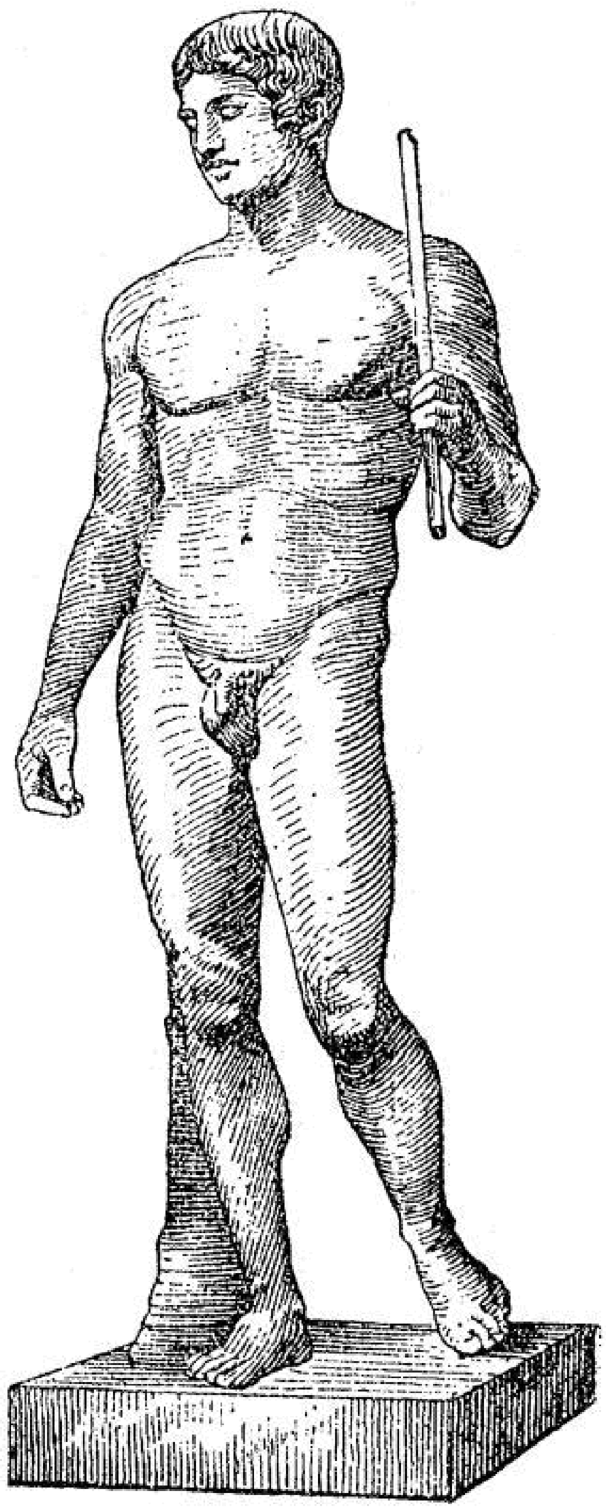

Abbildung 1: Doryphoros, Holzschnitt nach einer antiken Kopie der Skulptur von Polyklet aus dem 5. Jahrhundert v. Chr. Die Skulptur verkörperte die antike Symmetrielehre im Doppelsinn der idealen Proportionen und des Gleichgewichts von Gegensätzen.

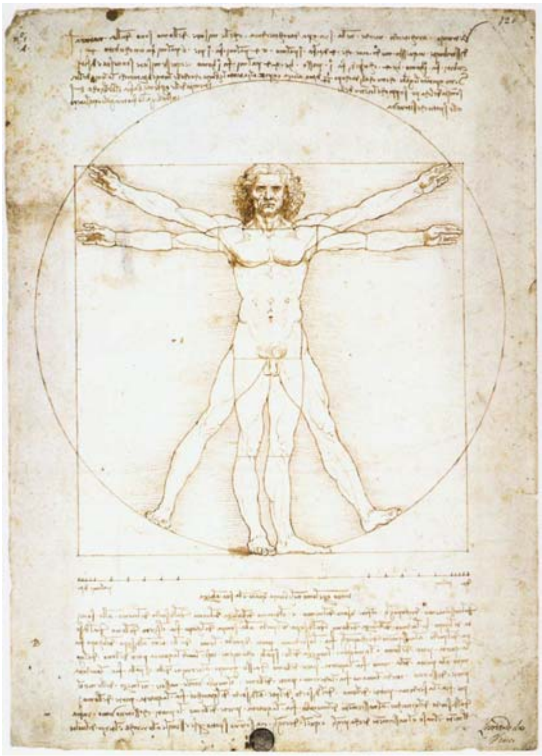

Abbildung 2: Leonardo da Vincis Proportionszeichnung (um 1500) modifiziert nach den Maßverhältniszahlen von Vitruv. Die Zeichnung illustrierte die perfekten Proportionen des menschlichen Körpers und lieferte zugleich eine naturästhetische Begründung der geometrischen Formen Kreis und Quadrat. Man beachte auch die Abweichungen von der perfekten Spiegelsymmetrie, etwa an der Stellung der Füße.

$$\left(\alpha_0 mc^2 + \sum_{j=1}^{3}\alpha_j p_j c\right)\psi(x,t) = i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t}(x,t)$$

Abbildung 4: Die Dirac-Gleichung von 1928. Sie gilt unter Physikern als ausgezeichnetes Beispiel für Symmetrie und Schönheit, weil sie Quantenmechanik und spezielle Relativitätstheorie vereint.

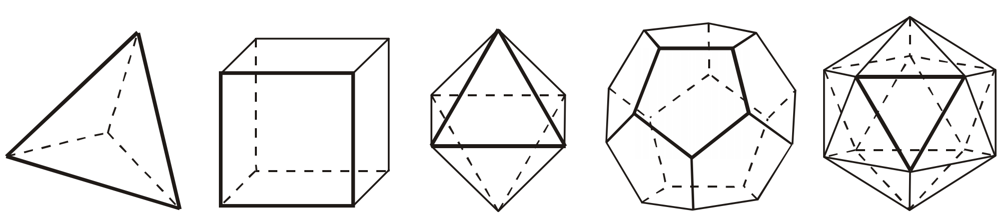

Abbildung 3: Die fünf regelmäßigen Polyeder (platonische Körper): Tedraeder, Würfel, Oktaeder, Dodekaeder und Ikosaeder. Sie waren seit der Antike bekannt und wurden wegen ihrer Regelmäßigkeit (gleiche Kanten und Winkel) und Einfachheit geschätzt.