

Wolfgang Krohn

Schönheit trifft Wahrheit?

Zur Ästhetik der Wissenschaft

1. Ästhetik als Gestaltung

Der zentrale Punkt, von dem aus ich die ästhetische Perspektive auf die Wissenschaft zeichnen möchte, ist der Begriff der Gestaltung, den ich allerdings erst später mit einem bescheidenen Definitionsversuch einfangen werde. *Ästhetik ist die Kultivierung von Gestaltung, die Reflexion darauf und der Genuss ihrer Wahrnehmung.* Der Begriff umfasst auch missglückte Gestaltung, so wie in der Ethik auch die verwerflichen Handlungen erfasst werden. Mit Blick auf die Wissenschaft lässt sich sagen: Wissenschaftliche Tätigkeit ist insofern ästhetisch, als sie gestaltet. Gestaltungsprozesse begegnen uns überall: Wissenschaftler gestalten Experimente, Methoden, epistemische Objekte, Modelle und Theorien. Sie berichten darüber in Texten, die neben der Sprache auch formale Ausdrücke, Grafiken, Bilder und Filme nutzen. In Forschungsanträgen gestalten sie sogar Visionen zukünftiger Erkenntnisse. Verallgemeinert: *Alle Wissenschaft ist Gestaltung von Erkenntnissen, damit diese mit dem Anspruch vertreten werden können, gültig zu sein.* Oder noch prägnanter: *Wissenschaft ist Gestaltung von Wahrheit.*

Dieser Ausgangspunkt kann enttäuschend sein für diejenigen, denen das Thema zuallererst die geheimen Beziehungen zwischen Wissenschaft und Kunst andeutet – sei es, dass es dabei um die künstlerischen Aspekte des Schaffensprozesses, zum Beispiel die ›Kunst des Experimentierens‹, um die ›Eleganz von Theorien‹ oder auch um die kunstvolle Verdichtung einer historischen Beschreibung geht. Einen kleinen Moment müssen diese Leser mit der Enttäuschung leben. Die Differenzierungsprozesse in der Moderne haben bisher unumkehrbar dazu geführt, dass die Aufgaben, Ausdrucksformen und Qualitätskriterien guter Kunst und guter Wissenschaft weit auseinandergedriftet sind. Zwar gibt es immer wieder Berührungspunkte, aber sie kommen und gehen zufällig und sind von individuellen Neigungen geprägt. Der wissenschaftliche Wert eines dokumentarischen Bildes kann

dessen künstlerische Qualität nicht beeinflussen, ebenso wenig wie ein Werk der Kunst durch den Wahrheitsgehalt seiner Darstellung an Wert gewinnen kann. Thomas Kuhn hat dafür die Formel gefunden: Beide können einander heuristische und interpretatorische Dienste leisten, aber schwerlich ist absehbar, dass sie ineinanderfließen oder gar einander begründen, also etwas schön wäre, *weil* es wahr ist. Schade eigentlich, aber es scheint, als träfe auf die große Formel von der Koinzidenz von Schönheit und Wahrheit zu, was die Band ›Münchener Freiheit‹ für ein Mädchen sang, das wohl nicht ›Veritas‹ hieß: »Du bist zu schön, um wahr zu sein, du verführst mich zu wilden Träumereien«. Zwar dürfen die ästhetischen Träume etwa zur Allgegenwart des Goldenen Schnitts, zur fraktalen Selbstähnlichkeit der Wirklichkeit, zur Gruppensymmetrie der Partikel weiter geträumt werden; aber die Formel aus George Keats' »Ode on a Grecian Urn« bleibt verwegene Dichtung:

»Beauty is truth, truth beauty, – that is all
Ye know on earth, and all ye need to know.«

Martin Gardner, dem legendären Autor mathematischer Spielereien im *Scientific American*, war die Schönheit mathematischer Theoreme und Beweise keineswegs fremd. Dennoch plädiert er für kleine Korrekturen an Keats' einflussreichem Vers: Nicht alles Schöne ist wahr, nicht alles Wahre schön, und wir sollten und können durchaus einiges mehr wissen. Versuchte man, Keats' Axiom entsprechend umzuformen, gewönne es an Richtigkeit, aber schon würde gelten: »Es wäre zu wahr, um schön zu sein.«¹

Wenn Kunst und Wissenschaft nicht die Koinzidenz von Schönheit und Wahrheit eint, was könnte sie dann verbinden? Der Begriff der Gestaltung ist ein – bisher noch vages – Angebot für einen Schlüsselbegriff ästhetischer Absichten in Wissenschaft, Kunst und vielen weiteren Betätigungsfeldern. Gestaltungsprozesse, mit denen Vorgängen und Produkten eine vorzeigbare Form gege-



ben werden soll, finden sich auch in allen Bereichen des technischen Designs, in der Strukturierung von Organisationsabläufen, in dem Aufbau von Gesetzestexten, in der Unterrichtsdidaktik, in der Körpertechnik des Sports und ohnehin in den ›Kulturtechniken‹ der Bekleidung und Ernährung. Es gibt in diesen Bereichen nicht nur deswegen Gestaltung, weil man ja gar nicht anders als durch Formgebung vorgehen kann. Insoweit würden es anspruchslosere Bezeichnungen wie ›Herstellen‹ oder ›Machen‹ auch tun. Vielmehr gibt es explizite *Reflexionen* darauf, was Gestaltung ist und worin deren Qualitätsnormen bestehen. Allerdings unterliegen die Normen der ›guten Gestalt‹ dabei historischem Wandel, bereichsspezifischen Ausprägungen und sozialstrukturellen Vorlieben. Mit dem Begriff des Stils versucht man, nachträglich Ordnung in diese Vielfalt zu bringen. Viel ›schöner‹ wäre es, wenn man hinter dieser Vielfalt Grundmuster der ›guten Gestalt‹ gefunden hätte. In der Wahrnehmungspsychologie war die Suche nicht ganz vergeblich. Man ist auf einige Prägnanzgesetze gestoßen, aber ihre Allgemeingültigkeit ist umstritten und ihre Verbindlichkeit für das Design gering. Im Sinne weiterer Überraschungen einer durch Gestaltungsabsichten freigesetzten Fantasie ist es so vielleicht doch ›schöner‹.

Besondere Schwierigkeiten bei der Absicht, die Normen der Gestaltung zu finden, bereitet ausgerechnet das künstlerische Schaffen. Denn in keinem anderen Bereich wurde und wird unser Empfinden für das gut Gestaltete so provoziert und strapaziert wie in den Künsten des 20. Jahrhunderts mit ihrer Kultivierung der Ästhetik des Hässlichen und Zerstückelten, des Missklangs und der Körperqual, der sinnlosen Bedeutung und vergehenden Existenz. Diese besondere Rolle der Kunst, gezielt das Gestalten infrage zu stellen, um die Differenz zum Gewohnten, Eingespielten, Harmonischen zu artikulieren, ist entscheidend für die Dynamik der ästhetischen Kultur unserer Gesellschaft. Sie stellt die Vorstellung, dass Wissenschaft und Kunst sich in den klassischen Idealen der Schönheit – wie Eleganz, Harmonie, Symmetrie, Anmut und Erhabenheit – treffen, auf eine harte Probe. Diese Fallstricke vermeidet man, wenn man die Absichten ästhetischer Wirklichkeitsgestaltung nicht unter gemeinsame Ziele und Normen stellt.

2. Wissenschaft als Gestaltung von Erkenntnis

Also zurück zum wissenschaftlichen Gestaltungsprozess – der Gestaltung von Wissen. Legt man den heute über-

wiegend üblichen Rhythmus eines Forschungsvorhabens zugrunde, dann lassen sich für diesen Gestaltungsprozess mindestens drei Schwerpunkte benennen:

- die Artikulation einer Vision (Erwartung, Hypothese), wie sie typischerweise in einem Forschungsantrag zum Ausdruck kommt;
- die Forschungspraxis, in der es auf operative Gestaltung ankommt, die sich etwa in Experimentalanordnungen manifestiert;
- die schriftstellerische Tätigkeit, die den Befund in einen Text gießt, der ein bestimmtes Zielpublikum überzeugen soll.

In der heute üblichen empirischen Projektarbeit werden die Schwerpunkte als Phasen eines Projektes durchlaufen. Die Relevanz der ersten Phase hat dabei ständig zugenommen. Die Kunstfertigkeit besteht darin, den Gutachtern eines Antrags die Koordination von Erwartungen (Anschließbarkeit) und Überraschungen (Erstmaligkeit) vorzuführen. Die Projektvision ist im idealen Fall weder langweilig noch verwegen, sondern wegweisend und unerwartet. Anträge sind eine Art Vorgeschmack auf den intellektuellen Genuss, den Wissen bereiten soll. Zwar gehört es zum guten Ton unter Wissenschaftlern, sich über den Aufwand zu erregen, der hier heute betrieben wird. Sitzen dieselben Wissenschaftler in den Reihen der Gutachter, fällen sie dagegen harte Urteile über lieblos arrangierte Anträge. Zweifellos gilt, dass gut gemachte Anträge Punkte bringen. Die zweite Phase betrifft die Faszination des Forschungsprozesses. In den Arrangements von Begriffen, Apparaten, Dingen und Methoden wird etwas erzeugt, das der Forscher als Sachevidenz erlebt. Führt all sein Aufwand dazu, dass die Wirklichkeit ihm etwas zu sagen hat? Es sind neben den autobiografischen Berichten vor allem die Laborstudien der Soziologen, die über das Verhältnis von Gestaltungsarbeit und Wahrheitserlebnis berichten. Die dritte Phase besteht in der Umwandlung einer solchen Evidenz in einen Text. Er ist eine Darstellung für Außenstehende; und streng genommen sind alle außen stehend, die am Forschungsprozess nicht teilgenommen haben. Eine Darstellung ist in eine Dokumentation, Begründung und Kontextualisierung. Gar mancher Forscher hat die Last beklagt, das Gefundene – man kann auch sagen: das Erlebte – in eine literarische Form zu gießen. Jedoch nur hierdurch kann Wissenschaft ein soziales Unternehmen sein, in dem Geltungsansprüche erhoben und verhandelt werden.

Auf die spezifisch ästhetische Valenz eines wissenschaftlichen Textes reflektiert man dann, wenn man auf dessen Dualität als *Funktion* und *Struktur* achtet. Eine Veröffentlichung lesen wir in ihrer Funktion als sachliche Beschreibung von etwas. Wir beachten dann ihre Referenz auf ... Wir lesen sie dagegen als ein literarisches Bemühen, wenn uns ihre Komposition besonders gelungen oder misslungen erscheint. Unser Blick wird dann von der Referenz auf die Struktur gelenkt. Normalerweise sind wir der Struktur gegenüber unaufmerksam – gerade so wie bei Alltagstechnologien. Eine Brille funktioniert umso besser, je weniger wir sie sehen. Ein Kleidungsstück sitzt umso besser, je weniger es zieht; erst recht ein Schuh. Aber wenn wir diese Dinge neu kaufen, richtet sich der Blick zuerst auf die Strukturmerkmale. Wir achten auf das Aussehen und den Sitz. Auch bei der schnellen Zeitungslektüre blicken wir gleichsam durch den Text hindurch auf die Nachricht und interessieren uns für die Machart nur, wenn uns Übertreibungen, Unterstellungen, Verallgemeinerungen, Assoziationen und Metaphern auffallen. Selbst im sogenannten Kunstgenuss – wenn man einen Roman verschlingt oder eine Hintergrundmusik hört – gilt die Aufmerksamkeit häufiger dem Inhalt als der Stilistik. Je weniger ein Nutzer über die Struktur stolpert, desto eleganter geleitet ihn diese zum Referenten. In der Wissenschaft ist genau in diesem Zusammenhang das Ideal des »sachlichen« Stils entstanden, das sich auch in dem Emblem der Royal Society ausdrückt: »Nullius in verba«. Nichts hängt an den Worten, alles an den mit ihnen dargestellten Sachen. Der Theologe Thomas Sprat hat in seiner Geschichte der Royal Society das Bekenntnis zur Wissenschaftssprache als eine wechselseitige Verpflichtung der Mitglieder beschrieben: »They have exacted from all their Members, a close, naked, natural way of Speaking.«² Aus dieser Zeit rührt die Gegenüberstellung zwischen einem »rhetorischen« Stil, dem es um Glanz und Überredung geht, und einem »wissenschaftlichen« Stil, der als transparentes Medium dem Blick die »nackte« Wahrheit öffnet. Wenn dem so wäre, hätten wissenschaftliche Texte mit ästhetischer Gestaltung nichts gemein – oder sollten es so wenig wie möglich haben. Richtig ist aber nur dies: Mit dem Darstellungsideal der wissenschaftlichen Sachlichkeit hat die Wissenschaft ihre eigene ästhetische Rhetorik zu finden gesucht, deren Merkmale – wiederum mit Blick auf die Royal Society – der Literaturwissenschaftler Charles Bazerman so beschrieben hat:



»Eine Experimentalveröffentlichung erzählt eine bestimmte Art von Geschichte über ein erzeugtes Ereignis, das lohnt erzählt zu werden. Die Geschichte erzeugt Bilder von dem experimentellen Geschehen in der unmittelbar beteiligten Laborwelt, und von der größeren Welt, für die das experimentelle Ereignis exemplarisch ist. Die Geschichte muss ihren Weg finden durch das existierende Wissen hindurch und angesichts der kritischen Attitude ihrer Leser, um etwas Neues und Überzeugendes zu sagen [...] Solche Geschichten werden begierig gesucht von jedem Forscher, der ständig auf dem Laufenden bleiben muss.«³

Es wäre lohnend, den einzelnen Elementen nachzugehen, die Bazerman herausstellt. Aber ich will mich auf den Kernpunkt konzentrieren, durch den die literarische Gattung »wissenschaftlicher Text« hervorgerufen wird. Dieser besteht in der unauflöselichen Spannung zwischen den zwei Aspekten der Gestaltung, die Bazerman in der Formel von der »Geschichte über ein erzeugtes Ereignis« zusammenfasst. Das Geschichten-Erzählen ist ein durch und durch kommunikativer Akt. Das Ereignis-Erzeugen ist dagegen ein primär sach-interaktiver Akt – eben Forschungsarbeit. Beide tragen zur Gestaltung von Wissen bei und konstituieren hierdurch disziplinäre Forschungsfelder. Das Ereignis-Erzeugen spezifiziert die Tätigkeit des Forschers, das Geschichten-Erzählen bettet sie in den Kontext eines Fachgebietes ein. Beide gehören zusammen und sind doch unabhängig voneinander. Denn man kann über ein Ereignis, das heißt ein Forschungsergebnis, viele verschiedene Geschichten erzählen und Geschichten auf unterschiedliche Ereignisse hin interpretieren. Zwar gibt es ohne »nackte Tatsachen« keine Wahrheiten. Aber »nackte Tatsachen« sind keine Geschichten, in denen Absichten, Begründungen und Anknüpfungen erklärt werden. Also auch: ohne Geschichten keine Wahrheiten. Sprat betonte die Funktion des Textes als transparentes Medium, das man nicht bemerken soll, Bazerman die Struktur des Textes als wissenschaftliche Stilform.

Eine kleine Anekdote um eine berühmt gewordene Zahl, die eine Wahrheit notiert, kann den Zusammenhang von Ereignis-Erzeugen und Geschichte-Erzählen illustrieren. In Douglas Adams' *Per Anhalter durch die Galaxis* wird an den Weltcomputer »Deep Thought« die Aufgabe herangetragen, zu ergründen, was es mit dem Universum und dem Leben auf sich habe. Nach extrem langer Rechenzeit gibt er vor einer andächtigen Versammlung seine Antwort: »The answer is 42«. Das ist die



nackte Wahrheit. Warum ist sie ein Witz? Weil uns die Informationen über den Gestaltungsprozess fehlen. Ich gebe ein Gegenbeispiel. Gustav Boltzmann sprach über die »dramatische Wucht« der Maxwell'schen dynamischen Gastheorie:

»Zuerst entwickeln sich majestätisch die Variationen der Geschwindigkeiten, dann setzen von der einen Seite die Zustands-Gleichungen, von der anderen die Gleichungen der Centralbewegung ein, immer höher wogt das Chaos der Formeln; plötzlich ertönen die vier Worte: »Put $n = 5$.« Der böse Dämon V verschwindet, wie in der Musik eine wilde, bisher alles unterwühlende Figur der Bässe plötzlich verstummt; wie mit einem Zauberschlage ordnet sich, was früher unbezwingbar schien. Da ist keine Zeit zu sagen, warum diese oder jene Substitution gemacht wird; wer das nicht fühlt, lege das Buch weg [...] Gefügig speien nun die Formeln Resultat auf Resultat aus, bis überraschend als Schlusseffect noch das Wärme-Gleichgewicht eines schweren Gases gewonnen wird und der Vorhang sinkt.«⁴

Ja, könnte man so über das mathematische Modell von »Deep Thought« reden, wäre die »42« am Ende nicht die Entspannung, die ein Witz bietet, sondern die Entspannung, die der überraschenden Lösung eines großen Problems folgt. Übrigens gibt es im Internet eine Fangemeinde zur »42«, die längst die mathematische Schönheit und philosophische Weisheit dieser Welterkenntnis entdeckt hat. Adams hat immer wieder versichert, dass purer Zufall ihm die 42 an die Hand gab. Längst glaubt ihm keiner mehr, denn in ihrer zahlentheoretischen und physikalischen Einbettung hat sie an Begründungen mit eigener Überzeugungskraft gewonnen. Durch ein entgegengesetztes Crossover hat Boltzmann aus der Gastheorie eine Symphonie kognitiver Klänge geformt.

3. Die schönsten Experimente und Theorien

Es verbleibt die Aufgabe, sich dem Begriff der ästhetischen Gestaltung des Wissens zu nähern. Fragt man hier nach in den Bereichen der Künste (wie Musik, Architektur, Literatur), wird man bald auf Beispiele verwiesen, die in den verschiedenen Epochen und Stilen Orientierungsmarken sind und zugleich durch die Zeiten hindurch Bestand haben. Man anerkennt deren Großartigkeit, auch wenn deren gemeinsamer Nenner schwer zu benennen oder vielleicht nicht existent ist. In der Wissenschaft hat man ähnliche Anstrengungen unternommen. Robert Crease führte in der Zeitschrift *Physics World* eine Mei-

nungsumfrage unter Lesern durch mit dem Ziel, die zehn schönsten Experimente der Physik auszuzeichnen. Gewonnen hat Thomas Youngs Doppelspaltexperiment von 1802 zum Nachweis der Wellennatur des Lichts, gefolgt von Galileis um 1600 durchgeführten Fallversuchen zum Nachweis der Unabhängigkeit der Fallgeschwindigkeit vom Fallgewicht. Nummer drei ist der Öltropfen-Versuch von Robert Millikan zur Bestimmung der Elementarladung von 1910. Interessant ist an dieser Liste, dass Millikans Darstellung mit erheblichen Datenmanipulationen verbunden war, die der Wissenschaftshistoriker Gerald Holton⁵ aufdeckte, und dass Galilei die Experimente entweder gar nicht durchgeführt hat (weil sie als Gedankenexperimente überzeugend genug waren) oder die Daten geschönt hat.⁶ Wie gut, dass wenigstens die Nummer eins solide dasteht. Für die Grundaussage dieses Beitrags, dass wir die Ästhetik der Wissenschaft in der Gestaltung von Wissen beobachten, ist es geradezu ein Beleg, dass auf dem olympischen Treppchen zwei Exemplare stehen, deren Darstellung so überzeugend gewirkt hat, dass eine sachliche Nachprüfung zunächst entbehrlich schien. Ein verwandtes Buch über *The Ten Most Beautiful Experiments*⁷ bezieht auch Galvanis Experimente zum Nachweis der tierischen Elektrizität und Pawlows Versuche zum bedingten Reflex ein. Entsprechende Rankings für Theorien sind mir nicht bekannt. Jedoch wäre ein ganz hoher Platz der Allgemeinen Relativitätstheorie sicher, wenn man den Urteilen von Landau, Lifschitz, Pauli und Dirac trauen mag, die der ebenfalls bedeutende Astrophysiker Chandrasekhar für sein Buch über »Wahrheit und Schönheit« zusammengetragen hat.⁸ Chandrasekhar benutzt zur Definition der ästhetischen Qualität einer Theorie die Kombination zweier unabhängiger Kriterien. Das eine bezieht er von Francis Bacon und lautet im Original: »There is no excellent beauty that hath not some strangeness in the proportion.«⁹ Wahre Schönheit überrascht durch Unerwartetes und Fremdartiges, wenngleich in einem Rahmen, dessen Proportionen stimmen. Das zweite Kriterium umreißt genauer diese Proportionalität: Schönheit beruht auf dem Zusammenstimmen der Teile sowohl untereinander wie auch mit dem Ganzen. Chandrasekhar beruft sich dabei auf Heisenberg, der seinerseits von Platon angeregt war.

4. Harmonie und Neugier – oder von Platon und Bacon
Wir müssen uns zum Abschluss von der Bewunderung herausragender Experimente und Theorien wieder lösen



und zurückbegeben auf die Ebene der alltäglichen Gestaltungsarbeit, wie sie in jeder empirischen Forschung und Veröffentlichung auftritt. Allerdings bin ich überzeugt, dass man an dieser Stelle ohne Analysen zu einzelnen Forschungsfeldern, Disziplinenkulturen und Darstellungsmedien nicht wirklich weiterkommt. Ebenso wenig wie es in der Kunst gelingen könnte, zur musikalischen, bildlichen und literarischen Gestaltung über alle Epochen, Genres, Stile und persönliche Ausdruckskraft hinweg zu allgemeinen und verbindlichen Aussagen zu gelangen, kann dies für die Wissenschaften erfolgreich sein. Auch die beiden von Chandrasekhar herausgestellten Kriterien der intellektuellen Überraschung und des harmonischen Zusammenwirkens der Komponenten wären als abschließender Befund weder spezifisch noch allgemeingültig genug. Aber sie sind anregend, und das mag hier genügen. Chandrasekhar war nicht der einzige Theoretiker, der in der Verknüpfung von einerseits Unruhe und Dissonanz mit andererseits harmonischer Ordnung die grundlegende Funktionsweise der ästhetischen Empfindung erblickte. Neuzeitliche Wissenschaft – so ist häufig betont worden – ist von der Neugier getriebene Forschung, geprägt von dem »Willen zu Wissen« (Nietzsche). Francis Bacon ist der Philosoph der frühen Neuzeit, der diese rückhaltlose Neugier, die vor keinem Detail und keinem Prinzip, keiner Befürchtung und keiner Hoffnung zurückschreckt, in die Bahnen einer legitimen Methode der Forschung gebracht hat. Es ist eine Methode, die nicht beruhigt, sondern anregt und vorantreibt. Dagegen ist die philosophische Tradition, die wir mit dem Namen Platon verbinden, geprägt von der Idee der erhabenen Harmonie des Kosmos, die sich in der Ordnung des Wissens spiegeln soll. Bacon sah in dieser Tradition vor allem die verführerische Neigung, unseren Wunsch nach harmonischer Ordnung in die Dingwelt hineinzu lösen. Er formulierte die Warnung: »Der menschliche Geist setzt vermöge seiner Natur leichthin in den Dingen eine größere Ordnung und Gleichförmigkeit voraus, als er darin findet; [...] so fügt der Verstand Übereinstimmendes hinzu, was es in Wirklichkeit nicht gibt.«¹⁰

Ich habe davon gesprochen, dass eine zentrale Funktion moderner Kunst ist, ständig das Gewohnte infrage zu stellen. Das Gewohnte der Wissenschaft – das sind die wohleingerichteten Wohnungen des Wissens. Der platonische Antrieb der wissenschaftlichen Gestaltungsarbeit ist es, unserem Wissen diese Räume der Ordnung zu

schaffen. Der baconische Antrieb treibt die Forscher wieder hinaus dorthin, wo vieles schiefgehen kann. Man erinnere sich an Bacons berühmte Metapher von der Reise der Wissenschaft aufs offene Meer. So gehören in der Ästhetik der Wissenschaft die Harmonie eines Wissens, in dem wir zu Hause sind, und die Suche nach der irritierenden Erregung, die die Forschung fortreibt, zusammen. Am Ende sind moderne Kunst und wissenschaftliche Forschung einander doch verwandt?

- 1 M. Garner: »Is Beauty Truth and Truth Beauty? How Keats's famous line applies to math and science«, in: *Scientific American Magazin*, 2007, www.scientificamerican.com/article
- 2 T. Sprat: *The History of the Royal Society of London. For the Improving of Natural Knowledge* [1667]. London ³1722, S. 113
- 3 Ch. Bazerman: *Shaping Written Knowledge. The Genre and Activity of Written Knowledge in Science*. Wisconsin 1988, S. 59
- 4 L. Boltzmann: *Populäre Schriften*. Braunschweig 1979, S. 59
- 5 G. Holton: *Thematische Analyse der Wissenschaft*. Frankfurt am Main 1981, S. 50ff.
- 6 Vgl. H. Zankl: *Fälscher, Schwindler, Scharlatane. Betrug in Forschung und Wissenschaft*. Weinheim 2003. Zu Galilei S. 7ff.; zu Millikan S. 21ff.
- 7 G. Johnson: *The Ten Most Beautiful Experiments*. New York 2008
- 8 S. Chandrasekhar: *Truth and Beauty. Aesthetics and Motivations in Science*. Chicago 1990
- 9 F. Bacon: *Essays, Of Beauty, Works*, hg. von Spedding u.a., Bd. VI. London 1861, S. 478ff.
- 10 F. Bacon: *Neues Organon* (lat.-dt.), hg. von W. Krohn, 2 Bde. Hamburg 1990, Bd. 1, Aph. 45