

DIE ÄSTHETISCHEN DIMENSIONEN DER WISSENSCHAFT

Von Wolfgang Krohn

Dieser Beitrag ist ein Versuch, die ästhetischen Dimensionen der Wissenschaft in den Komponenten des Forschungsprozesses (Instrumente, Methoden, Theorien), in der Struktur von Forschungsergebnissen, in der Gestaltung von Texten und den Stilformen von Forschungsfeldern sichtbar zu machen. Ein solcher Versuch kann nur mit einer Entschuldigung angesichts der Uneinlösbarkeit des Anspruchs beginnen. Da jedoch die weiteren Beiträge dieses Bandes recht unterschiedliche Themen behandeln, durch die kein roter Faden hindurchleitet, erscheint es geboten, eine Gesamtsicht dieses Themenbandes wenigstens zu probieren. Es versteht sich, dass damit weder eine verbindliche Sicht der beteiligten Autoren unterstellt wird, noch alle Aspekte, die diese behandeln, einbezogen sind.

I. Ausgangspunkte: Ästhetik des Wahrnehmens, Begreifens und Gestaltens von Wissen

Ästhetik ist die Kultivierung des Wahrnehmens und Gestaltens – und sie ist deren reflexive Thematisierung. Wissenschaft kultiviert Wahrnehmung und Gestaltung in der ihr besonderen Weise. Mit ihrem instrumentellen Inventar schult, verfeinert, übersteigert und transformiert sie die Sinnesleistungen weit über die alltäglichen Gebrauchsmuster hinaus. Sie gibt ihrem Umgang mit Gegenständen einen experimentellen Formenreichtum, der Eingreifen und Begreifen spannungsvoll vermittelt. Sie besitzt durch ihre Theoriesprachlichkeit eine Stilistik des Wissens, die dessen Beschreibung, Begriffsbildung, Erklärung und Repräsentation umfasst. Sie besitzt – in einigen Wissenschaften – mit der Mathematik eine einzigartige Formelsprache zur verdichteten Erfassung des Vielfältigen.

Ich möchte die ästhetischen Dimensionen der Wissenschaft genau dort anlegen, wo die wissenschaftliche Selbstbeschreibung sich der Ästhetik gegenüber eher spröde gibt – in der Gestaltung von Wahrheit, also in der Gestaltung von Wissen, das mit dem Anspruch gültig zu sein auftritt. Ich gebrauche die Ausdrücke Wissen und Wahrheit unemphatisch. Sie sprechen nicht mehr an, als die in Forschungsprozessen gefundenen Ergebnisse, die einem fachlichen Publikum gegenüber veröffentlicht werden, weil sie nach Einschätzung der Autoren verdienen, diskutiert zu werden. Weder Wissenschaftler noch Publikum würden einräumen, dass ein solcher Anspruch allein durch die Ästhetik des Vorgehens erwirkt werden kann. Jedoch soll dies die zentrale Hypothese sein, der ich hier nachgehe und für die ich – in Anwendung des Behaupteten – einen Gestaltungsrahmen aufbauen möchte. Das Ziel der Argumentation besteht in dem Aufweis, dass der Geltungsanspruch,

den ein Wissensproduzent gegenüber einem Rezipienten erhebt, einem Gestaltungsprozess entspringt, in dem instrumentalisierte Wahrnehmung, experimentelle Generierung von epistemischen Gegenständen und die Formung begrifflicher Interpretationen so verknüpft werden, dass sie eine Evidenz erzeugen, die es lohnt, behauptet, dargestellt und rezipiert zu werden.

Offensichtlich besitzt ein solcher Ansatz konstruktivistische Züge. Die Beobachtung ästhetischer Wahrnehmungs- und Gestaltungsprozesse soll jedoch keinesfalls ein weiterer Beitrag zur soziologischen Reduktion von Wahrheitsansprüchen auf externe Impacts, Interessen und Einstellungsmuster sein, sondern – im Gegenteil – die interne Konstruktivität der Wissenschaft als epistemische Kultur sichtbar machen. Wieweit es fruchtbar ist, damit die Kontroverse zwischen Realismus und Relativismus fortzusetzen, kann hier offen bleiben. Ich habe den Begriff der Gestaltung des Wissens (*shaping of knowledge*) gewählt, um der Verklemmung dieser Kontroverse aus der falsch aufgebauten Alternative zu entkommen. Ähnlich wie ein Kunstwerk uns anspricht, *weil* es gestaltet ist, erleben wir wissenschaftliche Evidenz, *weil* – nicht obwohl – sie gestaltet ist. Dass wir dieses Erleben nicht unserer Einbildungskraft, sondern der Realität zurechnen (mindestens in der Version der beobachtenden ersten Person), kann schwerlich anders gefasst werden, wenn überhaupt von Wissen die Rede sein soll. Was wir dann unter Realität verstehen, ist bereits in den Gestaltungsprozess des wissenschaftlichen Wissens einbezogen, zu dem auch dessen Reflexion gehört. Ich möchte nicht behaupten, dass eine Fokussierung auf die Ästhetik der Wissenschaften einen Ausweg aus diesem Grundlagenstreit bietet und möchte mich hier nicht darauf einlassen – aber vielleicht wird dieser dadurch bereichert.

Eine zweite Vorbemerkung: Der Beitrag äußert sich nicht zu den Beziehungen zwischen Wissenschaft und Kunst. Dafür gibt es den äußerlichen Grund, eine thematische Überlastung zu vermeiden. Stärker noch wiegt die Vorsicht, aus allgemeinen Ähnlichkeiten wie der Kreativität der Forscher und der Künstler oder der Verwendung von Bildmaterial hier wie da oder aus punktuellen *joint ventures* wie Aufführungen von Quantenmusik oder Ausstellungen, die *science & fiction* annähern, vorschnelle Schlüsse auf Gemeinsamkeiten zu ziehen. Es werden dann gern der Wissenschaft künstlerische Züge zugesprochen und der Kunst solche der Wirklichkeitserkenntnis, ohne dass dabei die innere Ästhetik der Forschungspraxis und Wissenspräsentation begrifflich erfasst wird (um die der Kunst sorgen sich hingegen Fachleute genug). Eine Absage wird damit den vielfältigen und spannenden Verknüpfungen, die es zum Glück wieder gibt, nicht erteilt. Sie sind nur nicht der primäre Gegenstand dieses Essays (siehe hierzu der Beitrag von Joachim Schummer in diesem Band).

II. Die instrumentellen, experimentellen und begrifflichen Gestaltungselemente

1. Instrumentalisierte Wahrnehmungsästhetik

Forschung verlässt sich nur selten auf die direkte sinnliche Wahrnehmung, sondern setzt Instrumente ein. Die Schulung der wissenschaftlichen Wahrnehmung besteht daher zu einem großen Teil darin, Instrumente zu handhaben und deren Daten interpretieren zu lernen. Die den Forschern zugewandten Oberflächen der Instrumente bieten Bilder, Geräusche, Gerüche, Zeiger auf Skalen, Graphen und ko-dierte Daten. Sie zeigen häufig auf etwas, das der unbewehrte Blick schwerlich oder gar nicht erfassen kann. Vor allem dem Sehsinn, aber auch den anderen Sinnen werden diese instrumentellen Mediatisierungen zugemutet und man muss körperlich lernen, damit umzugehen.

Für diese Steigerungen und Verfeinerungen der Wahrnehmung stehen seit der Entstehung der neuzeitlichen Wissenschaft paradigmatisch das Fernrohr und das Mikroskop. Die Faszinationen des Blicks in die Weiten des Planetensystems und später des Weltraums sowie der Entdeckungen in den Mikrowelten der sublimen Texturen und Organismen durchzogen das 17. Jahrhundert. Das Erstaunlichste war nicht die Vergrößerung als solche, sondern das Schauen von Wirklichkeiten, zu denen kein anderer Zugang besteht, als der durch die Repräsentationen der Instrumente. Robert Hooke hat in seiner *Micrographia* von 1665 diesem neuen Zutrauen in die instrumentelle Erweiterung Ausdruck gegeben. Durch die »Hinzufügung von künstlichen Organen zu den natürlichen« ist »nichts so weit, dass es nicht unserer Sicht präsentiert werden könnte [...] noch so klein, dass es unserer Untersuchung entginge« (Hooke, 1665, Preface o. S., Absatz 11).

Für Hooke war diese Instrumentalisierung des Sehens die »Öffnung des Himmels« für eine sinnliche Erfahrung, der gegenüber alle antiken Astronomen Fremde waren (were utterly strangers). Und sie eröffnete der Wahrnehmung den Zugang zur Erde unter unseren Füßen, in deren jedem kleinen Teil »wir jetzt eine beinahe so große Varietät von Kreaturen betrachten, wie wir sie vorher in der ganzen Welt feststellen konnten« (ebd.). Die grenzenlose Steigerung der natürlichen Wahrnehmung durch die künstliche wird keineswegs als Entfremdung zwischen der körperlich-sinnlichen und der wissenschaftlichen Wahrnehmung interpretiert. Die künstlichen Organe öffnen Pforten der Wahrnehmung, hinter denen die kleinsten Dinge die größten Überraschungen offenbaren. Hooke beginnt die *Micrographia* mit einem allegorischen Verwirrspiel: Die feinsten geometrischen Punkte und Linien – er nimmt die Spitze der Nähnadel und die Schneide des Rasiermessers – erweisen sich unter dem Mikroskop als grobe, unregelmäßige Landschaften. Die »Schönheit« (beauty, Hooke 1665, 2) der feinsten von der Kunst gefertigten Dinge schwindet unter dem Mikroskop dahin. Demgegenüber weisen die »Werke der Natur« auch in beliebigen Vergrößerungen »die größte Exzellenz« der geometrischen Formen auf und sprechen das Lob ihres Schöpfers. (Genauer

sprechen dieses Lob die Stiche des Werkes, doch dies ist ein Vorgriff auf die repräsentationalen Aspekte der Gestaltung von Wissen.) Die Übernahme dieser Grundgedanken in die Philosophie von Leibniz und die daran geknüpften weit reichenden Interpretationen der monadischen Vollkommenheit des »Infinitesimalen« sind bekannt (Wendler 2002).

Ich nehme ein zweites Beispiel hinzu. Bereits im vorwissenschaftlichen Raum praktischer Technik eröffnete der Kompass dem Auge den Zugang zu einem Phänomenbereich, für den wir nicht einmal einen Sinn ausgeprägt haben. Der Londoner Seemann, Instrumentenbauer und Amateurforscher Robert Norman »sah« mit der Magnetnadel die Wirkungsweisen des irdischen Magnetfeldes (durch die vertikale Neigung der Nadel) und der Eisenmagneten (durch ihre horizontale Ausrichtung). Norman spürte das dem Pythagoras nachempfundene »unglaubliche Entzücken« seiner Entdeckungen (nach Zilsel 1976, 116). Natürlich beruht ein solcher »kognitiver Hedonismus« (Martindale 1984) nicht darauf, den Kompass anzustarren, sondern ein neues Gebäude des Wissens zu betreten, das sich nur im instrumentellen Wirklichkeitsbezug aufbauen lässt. William Gilbert, Leibarzt der Königin Elizabeth, verwendete Normans Erkenntnisse in seinem 1600 erschienenen »De Magnete«, das Zilsel als »das erste von einem akademisch geschulten Gelehrten gedruckte Buch über einen Gegenstand der Naturwissenschaft, das fast vollständig auf Beobachtung und Experiment gegründet ist«, bezeichnete (Zilsel 1976, 98).

Im Verlauf der weiteren Entwicklung machten sich die Wissenschaften immer stärker von dieser instrumentellen Vermittlung sinnlicher Wahrnehmung abhängig. Sie »tasteten« sich in die Gebiete jenseits der unmittelbaren Erfassbarkeit durch unsere Sinne vor. Teils ging es um neue Phänomenbereiche, teils um die Steigerung des Auflösungsvermögens der Wahrnehmung. So entstand ein instrumentelles »Sensorium«, das sich über immer weitere Strecken auf seine eigenen Anzeigesysteme und deren Transformation in Bildwelten bezog. Die Bodenhaftung wurde nicht etwa durch die verbleibenden Funktionen der natürlichen Sinne gewahrt, sondern durch die Experimentalwirklichkeiten, die einer ähnlichen Tendenz unterlagen, lebensweltliche Primärerfahrungen allenfalls als Ausgangspunkte apparativ »verbesserter« Erfahrungen anzuerkennen.

Diese Instrumentalisierung der Wissenschaft nun umstandslos eine ästhetische Kultivierung der Wahrnehmung zu nennen, muss – auch gegen die begeisterten Selbstbeschreibungen der Forscher vom Schläge Normans und Hookes – auf Kritik stoßen. Ist sie doch, wie bereits Goethe beklagte, zugleich ein Verlust unseres eigenen Sensoriums der Wirklichkeitswahrnehmung. Insbesondere erscheint es problematisch, die eigenen Sinne als defizient zu diskreditieren, wie Robert Hooke es tat. »Es ist nicht unwahrscheinlich, dass viele mechanische Erfindungen gefunden werden, die auch unsere anderen Sinne des Hörens, Riechens, Schmeckens, Tastens verbessern« (Preface, o. S. Abs. 22). Hooke lässt eine Reihe von Vorschlägen folgen, wie die Defizite unserer Sinne durch Reparatur und Ersatz zu beseitigen

wären. Es sind alles Vorschläge der Spezialisierung auf Kosten der sinnlichen Fülle. Genau hierin sehen Kritiker die ästhetische Schwäche der Wissenschaft. Vorsichtiger formuliert ist das Problem nicht die Wissenschaft selbst, sondern der mit ihr verbundene Anspruch auf ›objektive‹ und ›verbindliche‹ Wirklichkeitswahrnehmung. Ein amerikanischer Geologe und Philosoph Bob Frodeman beschrieb (Frodeman 2003), wie er seine Kursteilnehmer dem Erlebnis der Landschaftswahrnehmung aussetzt. Sie sollten sich darin schulen, die Schönheit der Rocky Mountains und die Brutalität der bergbaulichen Eingriffe zu erkennen. Sie sollten auch einen Sinn für die bizarren Überlagerungen entwickeln, die sich zwischen dem Abraum, dem Einsatz von Säuren (›acid mining‹) und den ehemals natürlichen Formationen von Hängen, Flüssen und Vegetation ergaben. Diese ›künstlichen Naturen‹ wahrnehmen zu lernen galt dem Philosophen Frodeman als Voraussetzung dafür, bei dem Geologen Frodeman in der spezifischen Realität heimisch zu werden, die durch die instrumentalisierten Wahrnehmungsweisen der chemischen Messungen, hydrologischen Simulationsmodelle und kristallographischen Analysen bestimmt sind. Goethes Einspruch (vgl. jüngst Helbig 2004) – weitergeführt in Pierre Duhems (1908) Formel der »Rettung der Phänomene«, Husserls (1977) Ursachenanalyse der »Krisis des europäischen Geistes«, der Phänomenologie von Herrmann Schmitz (1998) und Gernot Böhmes (1984) Apriori leiblicher Erfahrungskonstitution – kann gewiss nicht gering bewertet werden. Aber er kann die erkenntnismächtige Grundlage der Instrumentalisierung wissenschaftlicher Wahrnehmung mit ihrer besonderen ästhetischen Valenz nicht bestreiten, sondern nur in ein kritisches Licht rücken. Ich werde später (Abschnitt III) diese Diskussion wieder aufnehmen. Zunächst gilt es festzuhalten: Ästhetik in den Wissenschaften hat in der Kultivierung des Wahrnehmens durch wissenschaftliche Instrumente ihr erstes Thema und ihren ersten spezifischen Beitrag. Mit ihm reizt sie das Ästhetische in einer unvergleichlichen, nämlich wissenschaftlichen Radikalität aus und bereichert den Wirkungskreis des Ästhetischen.

2. Experimentelle Gestaltung

Nicht anders steht es um die gestaltende Seite der wissenschaftlichen Ästhetik: Durch die Erfindung des Experimentierens ist eine Form des Erkennens entwickelt worden, die Eingreifen und Begreifen in einem ständigen Wechselspiel hält. Galileo Galileis »Discorsi« von 1638 sind das erste literarische Zeugnis, in dem die Wissenschaft als eine Praxis beschrieben wird, die ihre Gegenstände nicht empfängt, sondern formt. Der neuen Wissenschaft stehen Künstler und Handwerker Modell, jedenfalls in Galileis literarischer Herausforderung an die etablierte Schulwissenschaft. Der Satz, mit dem Salviati die Diskussion eröffnet, bringt die Nähe des Experiments zur handwerklichen Gestaltung zum Ausdruck: »Die unerschöpfliche Tätigkeit Eures berühmten Arsenal, Ihr meine Herren Venezianer, scheint

mir den Denkern ein weites Feld der Spekulation darzubieten, besonders im Gebiete der Mechanik: da fortwährend Maschinen und Apparate von zahlreichen Künstlern ausgeführt werden, unter welchen sich Männer von umfassender Kenntnis und bedeutendem Scharfsinn befinden.« (1987, Bd. I, 329)

Der berühmte Auftakt verbindet den Erfindungsreichtum der Praktiker mit den »spekulativen« Interessen der Theoretiker auf dem neuen Wissens- und Handlungsgebiet der Mechanik. Charakteristisch für die Mechanik ist die Verbindung der Erklärung von Kräften und Bewegungen der Natur mit solchen der technischen Konstruktion. Salvati richtete seine Eröffnung an die Stadtherren Venedigs, um auch gleich auf die Bedeutung der neuen Wissenschaft für das wirtschaftliche und militärische Wohlergehen aufmerksam zu machen. In den gedanklichen Mittelpunkt positionieren die Gesprächspartner das Experiment, in dem die (technische) Gestaltung gegebener Wirklichkeit und die (theoretische) Beschreibung gestalteter Wirklichkeit in eins gesetzt werden. Die intellektuelle und sprachliche Kraft der *Discorsi* trug nachhaltig dazu bei, der neuen wissenschaftlichen Erkenntnisform soziales Gehör zu verschaffen. Die große Wirksamkeit der experimentellen Methode bestand nach Galilei darin, verwickelte Probleme, die bei der Beschreibung der Wechselwirkungen zwischen materiellen Körpern, natürlichen Kräften, künstlichen Stößen, Reibungen und Widerständen der Medien auftraten, in isolierbare einfache Szenen aufzulösen, die man gedanklich und faktisch durchspielen konnte. Dies ist die Geburt des Laboratoriums, dem Aufenthaltsort der Wahl des modernen Wissenschaftlers, weil er die ideale Umgebung seiner experimentellen Gestaltung der Wirklichkeit ist.

Parallel also zur »Kultivierung der Wahrnehmung« durch das instrumentelle Sensorium setzte die wissenschaftsspezifische »Kultivierung der Gestaltung« durch die experimentelle Methode ein. Deren Kern ist die Erschaffung kleiner Sonderwelten, in denen die Schöpfer das Geschehen nach eigenem Ermessen bestimmen können. In diesem Sinne fangen Experimente ein Wissen gleichsam ein und geben ihm durch die Isolierung gegenüber störenden Einflüssen seine spezifische Form als Funktionsbeziehung zwischen veränderlichen Größen. Verschiedene Methoden des Experimentierens setzten sich durch, deren gemeinsamer Nenner aber immer ist, dass der Experimentator als Designer besonderer Arrangements des Geschehens auftritt. Experimentieren dient in der Forschung verschiedenen Zielen: der Entdeckung neuer Effekte, der Gewährleistung verlässlicher Anordnungen durch Standardisierung und der Bestätigung theoretischer Aussagen. Zu bedenken ist auch, dass Experimente in den verschiedenen Bereichen der Physik, Chemie, Lebenswissenschaften, Kognitionsforschung und Sozialwissenschaften recht unterschiedliche Aufbaustrukturen haben, die davon abhängen, wieweit die untersuchten Gegenstände eigene Rollen spielen und wie der Experimentator sie darin determiniert, dirigiert oder kommunikativ beeinflusst. Weiterhin variieren die Grade der Isolierung. An dem einen Ende stehen fast vollständig artifizielle Arrangements an dem anderen lebensweltlich eingebettete Realexperimente. Da-

zwischen gibt es Feldexperimente, Freisetzungsexperimente, Selbstexperimente, Pilotprojekte. (Groß / Hoffmann-Riem / Krohn 2005, 16 ff.). Der in der Wissenschaftstheorie lange behauptete Vorrang der Theorie vor dem Experiment ist also gebrochen. Man kann darin eine Rückkehr zur Auffassung Francis Bacons sehen, dessen *Novum Organon* von 1624 die erste Methodologie zur experimentellen Arbeitsweise ist. Er sah bereits, dass man viele experimentelle Strategien – von der Entdeckung neuer Effekte bis hin zu Bestätigung von theoretischen Hypothesen – neben einander bestehen lassen muss. Seine Unterscheidung zwischen ›lichtbringenden‹ und ›fruchtbringenden‹ Experimenten unterstellt, dass das vom Experiment entzündete ›Licht‹ Klarheit in die theoretische Erklärung bringt, und dass der vom Experiment entdeckte Effekt eine Bereicherung darstellt, die der ›Frucht‹ einer neu gezüchteten Pflanze vergleichbar ist. Die wissenschaftstheoretische Literatur hat die eigenständige Bedeutung des Experimentierens lange vernachlässigt, heute ist sie durchgängig anerkannt (Hacking 1983, Gooding 1990, Gooding / Pinch / Schaeffer 1989). Aus Sicht der Ästhetik ist es wichtig, dass der experimentelle Gestaltungsprozess und damit die wissenschaftliche Form des Eingreifens in die Natur in ihrer Eigenständigkeit anerkannt werden. Es eröffnet sich dadurch ein breiter Bereich wissenschaftlicher Gestaltungspraxis weit jenseits dessen, was in alltäglicher oder auch beruflicher Erfahrungspraxis erprobt werden könnte.

Ähnlich wie im Bereich des Wahrnehmens die Instrumentierung mit einer Schulung der Fähigkeiten, neu und anders wahrzunehmen, einhergeht, sind im Experimentieren neben der Nutzung der Apparate die Aspekte der experimentellen Könnerschaft angesprochen. In einigen Disziplinen haben sich um dieses Können herum Experimentalkulturen herausgebildet, die ihr relatives Eigenrecht gegenüber den Theoretikern behaupten. Neben der Erfindung neuer Apparate ist es mehr noch das Untersuchungsdesign, das Anerkennung hervorruft. Es reicht von der genialen Einfachheit etwa der schiefen Ebene Galileis bis zur Komplexität etwa des Millikan ›Öltropfenexperiment‹. Beide Experimente erreichten die Top 10 einer Umfrage, die der Wissenschaftsjournalist Robert Crease 2002 in das Internet setzte, um die »most beautiful experiments of physics« herauszufiltern. Fragwürdig wie jeder Schönheitswettbewerb ist er zugleich spannend, weil die angewandten Maßstäbe – die die Mitspieler frei wählen konnten – originär aus der Bewertung der experimentellen Designs und der Aussagekraft der Experimente geschöpft wurden. Ein Einsender betonte den überwältigenden Überraschungseffekt, ein anderer den starken Realitätseindruck, den ein Experiment gerade wegen seiner Isolation hinterlässt, ein anderer den Spaß, den der Vollzug eines Experiments gewährt. Weitere Experimente wurden wegen ihrer im Verhältnis zur Aussagekraft sparsamen Ökonomie herausgestellt. (Siehe zur Ästhetik des Experimentierens den Beitrag von Ernst Peter Fischer in diesem Band.)

Obwohl Überraschung, Beeindruckung und Effizienz durchaus Kategorien der Ästhetik des Designs auch außerhalb der Wissenschaft sind (vgl. Liu 2003), reizt die Wissenschaft mit der Arbeit am experimentellen Design die Möglichkeiten der

Gestaltung in spezifischer Weise aus. Die Spannungen, die einerseits zwischen der Steigerung des Könnens und Erweiterung des Entdeckens weit über die Grenzen der alltäglichen Erfahrungsmöglichkeiten hinaus und andererseits der Loslösung aus der Beständigkeit lebensweltlich eingebundener Erfahrung aufgebaut werden, gibt es nur in der Forschungspraxis. Problematisch erscheint wiederum zunächst nicht die apparative Isolierung der experimentellen Gestaltung, sondern der damit möglicherweise verbundene Anspruch der alleinigen Verlässlichkeit experimentellen Wissens. Wenn hieraus ein wissenschaftlicher Monopolanspruch auf Wahrheit wird, entsteht das szientistische Missverständnis, das die Lebenswelt nicht nur experimentell bereichert, sondern ersetzt wird. Husserls Auseinandersetzung mit der »europäischen Wissenschaft« nahm zum kritischen Ausgangspunkt, dass mit Galilei die Verwechslung eines methodischen Zugangs zu spezifischen Gegenstandsbereichen mit unserem lebensweltlichen Zugang zur Wirklichkeit begann (Husserl 1977). Dieselbe Ambivalenz, die mit der gleichzeitigen Steigerung und Einschränkung der wissenschaftlichen Wahrnehmung verbunden ist, zeigt sich auch im Experimentieren. Auch sie trägt zur Besonderheit der Wissenschaftsästhetik bei.

Ähnlich wie bei den wissenschaftlichen Instrumenten war das Experimentieren niemals allein eine esoterische Sache der Forschung. Das Publikum und die Unternehmer waren immer dabei. Schon Leonardo da Vinci bot Herzog Ludovico Sforza von Mailand an, seine Erfindungen öffentlich vorzuführen (Leonardo da Vinci, Codex Atlanticus 391 r. o.). Von Galileis Angeboten an die Philosophen, sich selbst von den neuen astronomischen Entdeckungen zu überzeugen, über Otto von Guericke's Magdeburger Vorführungen des Vakuumeffektes, den großen Experimentalvorlesungen im Pariser Jardin du Roi im 18. Jahrhundert, Lichtenbergs Physikvorlesungen in Göttingen für »reisende Cavaliere«, Humphrey Davys öffentliche Veranstaltungen in der Londoner Royal Institution zu Beginn des 19. Jahrhunderts, Faradays Vorlesungen über die Kerze für Kinder und Pasteurs öffentlichen Versuchen zur Wirkung der Impfstoffe bis zu den heutigen Events der »Wissenschaftstage« und »langen Nächte der Wissenschaften« ziehen sich die Versuche hin, das Publikum durch Vorführung überraschender Effekte zu begeistern. Die Experimente schaffen die dramatischen Höhepunkte des öffentlichen Theaters der Wissenschaften, die Staunen, Bewunderung und Schauern auslösen. In der öffentlichen Inszenierung des Wissens reichen sich Aufklärung und Verklärung, Einführung und Verführung die Hände. (Siehe zur öffentlichen Inszenierung den Beitrag von Veronika Hofer in diesem Band.)

3. Begriffliche Formgebung

Die dritte Komponente der ästhetischen Gestaltung des Wissens bezieht sich auf die Theorie oder allgemeiner auf den begrifflichen Ausdruck, der der instrumentalisierten Wahrnehmung und dem experimentellen Handeln korrespondiert. Ähnlich wie bei den Instrumenten und Experimenten ist es geboten, eine weite Konzeption einzuführen, die viele Formen des begrifflichen Ausdrucks von der ›getreuen‹ Beschreibung, über die Klassifikation der Phänomene, der mathematischen Formalisierung bis hin zur bildtextlichen Erfassung umgreift. Es kommt mir nicht darauf an, für diese Vielfalt einen gemeinsamen Nenner zu finden, sondern darauf, den Ansatzpunkt des Ästhetischen auch hier sichtbar zu machen.

Im Unterschied zur Instrumentalisierung und Experimentalisierung kann Theoretizität nicht im gleichen Sinn als ein spezifisches Merkmal der modernen Wissenschaft bezeichnet werden. Dagegen sprechen die Herkunft des Begriffs aus der Philosophie und die Verwandtschaft, die zwischen philosophischen und wissenschaftlichen Weltanschauungssystemen besteht. Als unterscheidendes Merkmal zur philosophischen Theoriebildung springt zuerst die *Mathematisierung* ins Auge. Beginnend mit Keplers Planetengesetzen, über Newtons Gravitationsgesetz bis hin zu der formalen Ikone des 20. Jahrhunderts ($E = mc^2$) bilden die mathematischen Formulierungen eine Kette formvollendeter Glanzstücke der wissenschaftlichen Ästhetik. (Siehe hierzu der Beitrag von Johannes Lenhard in diesem Band.) Die Selbstzeugnisse der Wissenschaftler stimmen bemerkenswert darin überein, dass der Eleganz eines Formalismus die höchste Qualität wissenschaftlicher Ästhetik zukommt (McAllister 1996). Die Faszination beruht darauf, dass mit einer äußerst sparsamen Formulierung eine große Breite von häufig heterogenen Erscheinungen mit großer Genauigkeit erfasst werden können. Es sind vor allem diese mathematischen Theoriekerne, mit denen die Wissenschaft in einer nirgendwo sonst kultivierten Weise ihre besondere Ästhetik ins Extrem steigert. (Siehe hierzu der Beitrag von Philippe Blanchard in diesem Band.)

Auch hier steht die Kritik direkt neben der Bewunderung der Eleganz. Denn ähnlich wie die instrumentelle Steigerung der Wahrnehmung die synästhetische Fülle unserer körperlichen Wahrnehmung Preis geben muss, und das experimentelle Handeln die Komplexität des Handelns in der Umwelt beschneidet, grenzen Theorien radikal Wirklichkeitsbereiche aus, um die Konsistenz und Präzision ihrer Aussagen möglich zu machen. So wie das Instrument der Illusion Vorschub leistet, die Welt sei ›durchschaubar‹, und die Kontrolle des Experiments die Kontrollierbarkeit der Wirklichkeit suggeriert, erzeugt die Theorie die Vorstellung, sie sei vollständig berechenbar. Man kann nicht bestreiten, dass solche weltanschaulichen Fantasien gepflegt wurden – die berühmteste ist wohl der Dämon von Laplace – und ihre eigene Ästhetik von Propaganda und Macht entfalteteten. Aber die bescheidene Lesart, die hier vertreten werden soll, besteht gerade nicht auf den szientistischen Ansprüchen, sondern auf der ästhetischen Besonderheit der Weltbeschreibung

in begrifflichen und formalen Theoriesprachen. Sie können nicht als Basis einer allgemein gültigen und überall anwendbaren Ästhetik dienen.

Neben den ästhetischen Vorzeigestücken der theoretischen Gleichungssysteme gibt es als weiteren Bereich der theoriesprachlichen Ästhetik die *Begriffsbildung* selbst. Auch sie strahlt die Eleganz der Erfassung einer extensionalen Vielfalt in einer einzigen Bedeutung aus. So war an Newtons Theorie bemerkenswert, dass es in ihr gelang, für unterschiedlichste Formen der Kräfte (Stoß, Druck, Schub, Zug) und Erscheinungsformen der Materie Begriffe zu finden, die nicht abstrakte Dächer waren, sondern wesentliche Eigenschaften erfassten und daher die bis dahin heterogenen Dinge des Himmels und der Erde, des Natürlichen und des Technischen in eine Begriffssprache brachten. Eine ähnliche Eleganz strahlten Darwins Wechselbegriffe der Variation und Selektion aus, weil sie versprachen, die unendliche Differenzierung des Lebens in einem einzigen Schema erklären zu können. Der zeitgleich geformte Begriff der Energie, der alle Arten der mechanisch, elektrisch, chemisch, magnetisch und anders arbeitenden Natur und Technik vereinigte, besaß eine ähnliche Qualität und wurde darüber hinaus zum Schlüsselbegriff eines neuen mathematisch formulierten Theoriekerns.

Ein weiteres, mit der Begriffsbildung verwandtes Feld sind *Klassifikationen*. Wenn es gelingt, mit wenigen Unterscheidungen für eine große Fülle von Erscheinungen ein Ordnungsschema bereit zu stellen, entsteht wiederum ein Eindruck von Eleganz. Carl von Linnés so genanntes »natürliches System« der Pflanzenklassifikation strahlte diese Eleganz mit Blick auf die Ordnung des unübersichtlich komplexen Pflanzenreichtums aus. Noch stabiler erwies sich das Klassifikationssystem der chemischen Elemente von Mendelejev, das auf dem einfachen Prinzip der Anordnung nach Atomgewichten und der Zuordnung von stofflichen Qualitäten, die die Periodizität begründeten, beruhte und später durch das Atommodell weiter geführt werden konnte. Besonders beeindruckend an dieser Klassifikation war Mendelejevs korrekte Vorhersage der Existenz von Elementen, die in die bestehenden Lücken passten.

Gesetzmäßige Modellierung, Begriffsbildung und Klassifikation weisen darauf hin, dass es auch auf theoretischem Gebiet berechtigt ist, von spezifisch wissenschaftlichen Formen der ästhetischen Kultivierung des Wissens auszugehen. In Analogie zu großen Werken der Kunst hat Heisenberg (1971) die Vorstellung entwickelt, dass Theorien eine Vollkommenheit und Abgeschlossenheit besitzen können, die nicht verbesserungsfähig ist, wenn auch damit zu rechnen ist, dass ihnen spätere Theorien folgen, in deren Schatten sie dann wahrgenommen werden. So hat Heisenberg das Verhältnis von klassischer Mechanik zu Quantenphysik und Relativitätstheorie gedeutet. Andere, stärker historisch arbeitende Interpreten haben eher den andauernden Wandel der Theorien und Begriffe herausgestellt, sozusagen die Generationen übergreifende Arbeit an der Vollkommenheit einer Kathedrale oder dem Erscheinungsbild einer Stadt, die ihre ästhetische Identität im Wandel wahrte. Ernst Mach (1988) hat eine solche Entwicklung in seinem weg-

weisenden Werk über die klassische Mechanik, deren erste Auflage 1883 erschien, nachgezeichnet. Stephen Toulmin hat allgemein ein Modell des evolutionären konzeptuellen Wandels entwickelt, das er Thomas Kuhns Konzeption der revolutionären Brüche entgegen stellte (Toulmin 1983). Mit stärker soziologischer Ausprägung ist dies im so genannten Finitismuskonzept von Barnes / Bloor / Henry (1996) ausgebaut worden. Sie betonen, dass kleinste Veränderungen zu Abweichungsverstärkungen führen können, die in einem Umbau einer Theorie, ja eines Weltbildes enden können.

Ich komme – wie bereits bei der Wahrnehmung und dem experimentellen Eingriff – auf die subjektive Seite der theoretischen Schulung und Kompetenz zu sprechen. In keiner wissenschaftlichen Disziplin kann ohne die Einübung der fachbegrifflichen Sprache, der basalen Theorien und Methoden erfolgreich geforscht werden. Hierin liegt eine Kultivierung des Begreifens von Wirklichkeit, die sich wiederum unvermeidlich sehr weit von lebensweltlichen Einbindungen entfernt. Auch dies muss unter dem ästhetischen Gesichtspunkt der Gestaltung von Wissen zunächst einmal grundsätzlich anerkannt werden. Ein großer Teil der akademischen Ausbildung wird dafür verwendet, diese Distanz zwischen alltäglicher und begrifflich angeleiteter Wirklichkeitswahrnehmung aufzubauen. Um dafür nur ein klassisches Beispiel aus der Wissenschaftsgeschichte anzuführen: Im Schlusswort seiner »Mechanik in ihrer Entwicklung« schrieb Mach von der »richtigen theoretischen Idealisierung« der mechanischen Dynamik: »Sie lag in der entgegengesetzten Richtung, als die ungeheure Mehrzahl der Menschen sie erwartet haben mochte. Nicht die Erhaltung, sondern die Abnahme der Wurfgeschwindigkeit war das theoretisch zu Erklärende, zu Rechtfertigende« (Mach 1988, 523). Unsere Alltagsintuition würde dazu neigen, dass sich die durch einen Stoß übertragene Kraft allmählich verbrauchen müsse und daher ein Wurfkörper einer begrenzten Wurfbahn folgt. Man kann dieses Beispiel zu der Behauptung verallgemeinern, dass theoretische Wissensformen gerade darin ihren kognitiven ästhetischen Reiz haben, dass sie die Denkgewohnheiten durchbrechen. Der Psychologe Martindale (1984) hat diese »pleasures of thought« an die kognitive Erregung kontra-intuitiver Wissensformen gekoppelt. Als ein Beispiel kann man die Statistik anführen, die »eiskalt« korrigiert, was die subjektive Einschätzung nahe legt. Von einem ihrer Begründer, Francis Galton, wurde sie vielfältig eingesetzt, um Alltagsüberzeugungen zu überprüfen. Sein eigenes Vergnügen verband er dabei mit Satire, etwa bei der statistischen Überprüfung der Wirksamkeit von Gebeten für ein längeres Leben der Mitglieder der königlichen Familie, von Priestern und Missionaren, zu denen die anglikanische Kirche und der fromme Familienkreis verpflichteten. Der Siegeszug des kausalen Erklärungsschemas in den Lebenswissenschaften ist ein weiteres Beispiel, dessen Erregungspotential immer noch hoch ist, weil die intuitive Einstellung nach wie vor der immanenten Teleologie der Lebensprozesse zuneigt. Ein damit verwandtes Erregungspotential boten in den letzten Jahrzehnten die kontra-intuitiven Spannungen, die von den Forschungen zur künstlichen

Intelligenz und zum künstlichen Leben ausgingen. Die wohl extremste Distanz nicht nur zum Alltagswissen, sondern auch zu den gewohnt gewordenen Mustern der wissenschaftlichen Erklärung baute die Quantenphysik mit ihren (Un-)Vorstellungen zu den nichtkausalen Abläufen in der quantenphysikalischen Mikrowelt auf.

Unabhängig davon, ob die von Sigmund Freud so genannten großen Kränkungen historischen Bestand haben oder nicht, ist der Zusammenhang von ästhetischer Provokation, die die Denkgewohnheiten verletzt, und theoretischer Radikalität bei Freud gut formuliert: »Zwei große Kränkungen ihrer naiven Eigenliebe hat die Menschheit im Laufe der Zeiten von der Wissenschaft erdulden müssen. Die erste, als sie erfuhr, dass unsere Erde nicht der Mittelpunkt des Weltalls ist, sondern ein winziges Teilchen eines in seiner Größe kaum vorstellbaren Weltsystems. Sie knüpft sich für uns an den Namen Kopernikus [...]. Die zweite dann, als die biologische Forschung das angebliche Schöpfungsvorrecht des Menschen zunichte machte, ihn auf die Abstammung aus dem Tierreich [...] verwies. Diese Umwertung hat sich in unseren Tagen [...] nicht ohne das heftigste Sträuben der Zeitgenossen vollzogen. Die dritte und empfindlichste Kränkung aber soll die menschliche Grössensucht durch die heutige psychologische Forschung erfahren, welche dem Ich nachweisen will, dass es nicht einmal Herr ist im eigenen Hause, sondern auf kärgliche Nachrichten angewiesen bleibt von dem, was unbewusst in seinem Seelenleben vorgeht.« (Freud 1917, 294f.)

Der ästhetische Reiz einer theoretischen Weltsicht ist immer auch eine Verführung, die Landkarte für die Landschaft zu halten. Duhems bekannter Ausspruch und Buchtitel, »die Phänomene zu retten« (1908), ist der Idee verpflichtet, dass Theorien letztlich immer hinter unserer phänomenalen Weltsicht zurück zu stehen haben. Sie sollen – wie Landkarten – Instrumente der Orientierung und des Handelns bleiben. Mach verfolgte eine ähnliche Korrektur. Er betonte, dass die Brücke zwischen der theoretisch »idealisierten« und der alltäglichen Wirklichkeit gerade durch ästhetische Aufmerksamkeit, nämlich Aufmerksamkeit auf die eigenen Empfindungen in der praktischen Betätigung geschaffen werden kann. Letztlich fundierte bei ihm die Empfindungsfähigkeit (und damit die Physiologie) die Physik. Die Achtsamkeit auf sich selbst bei dem, was man tut, erklärt die Begriffe, die man – nach Mach – als »Denkmittel« der Physik aufbaut. Die Verblendung, zu der der umgekehrte Weg des physikalistischen Reduktionismus führt, illustrierte Mach mit der Wirklichkeit des Theaters: »Wenn jemand die Welt nur durch das Theater kennen würde und nun hinter die mechanischen Einrichtungen der Bühne käme, so könnte er wohl auch meinen, dass die wirkliche Welt eines Schnürbodens bedürfe und dass alles gewonnen wäre, wenn nur dieser einmal erforscht wäre. So dürfen wir auch die intellektuellen Hilfsmittel, die wir zur Aufführung der Welt auf der Gedankenbühne gebrauchen, nicht für Grundlagen der wirklichen Welt halten.« (Mach 1988, 521)

Es geht hier nicht um die Philosophie Machs, die eher ein Abgesang an die

Geltungsansprüche des klassischen mechanistischen Weltbildes ist, in dem sich die Welt, wie sie uns erscheint (sekundäre Qualitäten), und die Welt, wie sie – nach Theorie – wirklich ist (primäre Qualitäten), so trefflich unterscheiden ließ. Mit Mach will ich nur darauf verweisen, wie groß, unvermeidlich und problematisch die Differenz zwischen der begrifflichen Gestaltung des Wissens und der Alltagserfahrung geworden ist. Dies ist zunächst nur ein weiterer Beleg dafür, dass die Ästhetik der begrifflichen Gestaltung in den Wissenschaften besondere Ausprägungen erfährt. Nur weil dies so ist, ist der Bau von Brücken des Verstehens eine bedeutsame Aufgabe geworden, die – so fand Mach – »von jedem Spezialforscher gefordert werden kann« (1988, 521). Dass eine solche Forderung leicht im modernen Forschungsbetrieb ins Leere läuft, ist offensichtlich. Sie hat bei der ästhetischen Selbstvergessenheit der akademischen Ausbildung und Forschungspraxis kaum einen Ort. Dennoch ist Wissenschaft in einem exponierten Sinn ein ästhetisches Unternehmen, auch wenn sie dies nicht oder nur punktuell, episodisch und anekdotisch reflektiert. Darauf soll im folgenden Abschnitt eingegangen werden.

III. Zwischen Selbstvergessenheit und Entfremdung

Festzuhalten ist also, dass das Ästhetische der Wissenschaft nicht aus einer fernen Welt angehört wird, sondern in ihr stattfindet und daher innerhalb des reflexiven Diskurses über Wissenschaft zu verhandeln ist. Die Gestaltungsarbeit der modernen Wissenschaft bezieht sich auf drei konstitutive Elemente: die Erweiterung der sinnlichen Wahrnehmung durch Instrumente, die Steigerung der experimentellen Eingriffstiefe in die Wirklichkeit und die theoretische Formgebung des Wissens – und in Abhängigkeit hiervon auf die Wahrnehmung und Gestaltung ihrer Gegenstände. Worin genau die Gestaltungsprozesse und Wahrnehmungsleistungen bestehen und nach welchen Maßstäben sie als gelungen, befriedigend, aufregend oder anders ästhetisch qualifiziert werden, muss uns später beschäftigen (s. Abschn. IV).

Ich greife noch einmal den Einwand auf, dass die materielle und sprachliche Ausstattung des Forschungsprozesses das ästhetische Empfinden des Wissenschaftlers selbst immer mehr in den Hintergrund gedrängt hat. Gernot Böhme stellt heraus, dass – was immer man über die Ästhetik der Naturwissenschaften sagen mag – die Differenz zu einer Ästhetik der Natur verbleibt. Versteht man mit Böhme darunter die Betrachtung der Natur im Hinblick auf das, »was sie für den Menschen bedeutet, seine Empfindung und Befindlichkeit« (Böhme 2001, 23), dann liegt die Feststellung nahe, dass »die naturwissenschaftliche Betrachtungsweise der Natur eine eingeschränkte ist, dass sie nämlich Natur apparativ, objektiv, d.h. letzten Endes entfremdet zum Thema macht. Die Natur, die in der Naturwissenschaft Gegenstand ist, ist nicht in menschlicher, und das heißt sinnlicher Erfahrung gegeben, sondern stets vor dem Apparat, in instrumentellen und experimentellen Zusammenhängen« (ebd., 24).

Man könnte auch sagen: Mach und Duhem haben verloren; zu wenige haben auf sie gehört. Durchgesetzt hat sich das Bild des in die disziplinäre Theorietechnik eingebundenen Fachmanns, der in seiner Tätigkeit weder die Natur noch sich selbst in einer besonderen Weise empfindet. Genau hiergegen hatte bereits Goethe sich zur Wehr gesetzt, als er gegen die klassische Mechanik argwöhnte, ihre ganze Organisation des Wissens gleiche eher einem »despotischen Hofe« als einer »freiwirkenden Republik«. Für Goethe sollte Forschung ein *wechselseitiger* Bildungsprozess sein, in dem die Wissenschaftler sich selbst nicht weniger formen als ihre Gegenstände. Sein Ideal war der freie Bürger Locke'scher Prägung, der sich selbst in der Aneignung des Gegenständlichen verwirklicht, zugleich dieses kultiviert und sich mit seinem Mitbürger darüber austauscht. Ob Goethe grundsätzlich jeder »apparativen« Instrumentalisierung der Naturbetrachtung entgegen gesetzt war, ist häufig erwogen worden. Ganz sicherlich hat er deren zunehmende Bedeutung erheblich unterschätzt. Seine Kritik galt aber in erster Linie der ästhetischen Selbstvergessenheit des Forschers, der sich nur von seinen Instrumenten und Hypothesen leiten lässt, nicht von dem Prozess der wechselseitigen Formung. (Zu Goethes Haltung des Forschers gegenüber der Natur siehe auch den Beitrag von Braungart und Jacobs in diesem Band.)

Ich habe dargestellt, dass die wissenschaftlichen Arbeitsformen immer auch an die Fähigkeiten der Forscher gebunden sind, in spezifisch geschulter Weise wahrzunehmen, zu handeln und zu begreifen. Man kann dies recht gut mit Bereichen wie Sport oder Musik vergleichen, in denen Schulung und Instrumentierung zu Formen der Ästhetik führen, die dem Alltagsverhalten entzogen sind. Jedoch ist mit der Einübung in die Forschungspraxis allein noch keine ästhetische Kultivierung im Sinne der wechselseitigen Bildung eingerichtet. Goethe versuchte, seine eigenen Forschungen als eine solche Kultivierung zu beschreiben. In einem kleinen Essay mit dem Titel »Der Versuch als Vermittler von Objekt und Subjekt« (1792/1823, HA XIII, 10–20) hat er seine Wissenschaftstheorie zusammengefasst. In ihr spielt die Spannung zwischen Forscher und Gegenstand die entscheidende Rolle. Die in Versuchsreihen ständig verfeinerte Wahrnehmung von Unterschieden, die gesteigerte Geschicklichkeit der Handhabung von Geräten und das Staunen über die erblickten Phänomene sollen die Forschung bestimmen. Wissenschaft ist für Goethe ein Gestaltungsprozess des eigenen Erlebens nicht minder als der Instrumente, der Objektwelt und der Theoriensprache (Krohn 1998). Die Standardbeschreibungen der Wissenschaften tendieren dazu, diese Selbstreferenz des Forschungsprozesses auszugrenzen. Die Ideale der Objektivität und Allgemeingültigkeit erscheinen unverträglich damit zu sein, die subjektiven Elemente der Forschungspraxis systematisch im Erkenntnisgebäude der Wissenschaft zu berücksichtigen. Sie werden daher eher der Persönlichkeit des Forschers zugerechnet und sind ohne Belang für die Geltung des Wissens. Um seine Sicht dagegen zu stellen, griff Goethe interessanterweise auf die Philosophie Francis Bacons zurück. Bacon hatte radikal das Motiv der Herrschaft über die Natur als zentrale Metapher gewählt (wenn auch in

der dialektisch gebrochenen Figur, dass man nur der Natur dienend sie beherrschen könne). Goethe nahm die Metapher auf, um sie in eine ganz andere zu transformieren – die der wechselseitigen Bildung: »Wenn der zur lebhaften Beobachtung aufgeforderte Mensch mit der Natur einen Kampf zu bestehen anfängt, so fühlt er zuerst einen ungeheuern Triebe, die Gegenstände sich zu unterwerfen. Es dauert aber nicht lange, so dringen sie dergestalt gewaltig auf ihn ein, dass er wohl fühlt, wie sehr er Ursache hat, auch ihre Macht anzuerkennen und ihre Einwirkung zu verehren. Kaum überzeugt er sich von diesem wechselseitigen Einfluss, so wird er ein doppelt Unendliches gewahr, an den Gegenständen die Mannigfaltigkeit des Seins und Werdens und der sich lebendig durchkreuzenden Verhältnisse, an sich selbst aber die Möglichkeit einer unendlichen Ausbildung, indem er seine Empfänglichkeit sowohl als sein Urteil immer zu neuen Formen des Aufnehmens und Gegenwirkens geschickt macht.« (Goethe, HA Bd. XIII: 53)

Bacon hatte einen ausgeprägten Sinn für beides, das Streben des Menschen nach Macht über die Natur und die weitaus größere Macht der Natur über den Menschen. Jedoch war er so stark Gefangener dieser Metapher, dass ihm nur weitere Mittel der Forschungstechnik einfielen, die Natur dazu zu zwingen, ihre Geheimnisse preiszugeben. Forschung (*inquisitio!*) ist ein Verhör mit allen Mitteln, Folter eingeschlossen. Man kann nicht sagen, dass in dieser Metaphorik die Subjektivität des Forschers gar nicht auftritt; aber sie ist eingebunden in die distanzierte Rolle des Richters, den der verhandelte Fall nicht weiter angeht, als seine amtliche Zuständigkeit und die Paragraphen vorschreiben. Im Gegensatz dazu begibt sich in Goethes Metaphorik der Forscher in eine gemeinsame Fortentwicklung mit dem untersuchten Wirklichkeitssegment, die zu immer neuen Formen der Balance führt. Das Experiment endet nicht, und es wird kein Sieg über eine unterworfenen Natur erklärt, nachdem sie am Ende und unter Foltern bekennen musste. Bei Goethe sind die Experimente Bestandteile eines sich selbst fortreibenden, zeitlich unbeschränkten Gestaltungsprozesses. (Zum Thema des Geheimnisvollen siehe den Beitrag von Natascha Adamowsky in diesem Band.)

Einen ähnlichen Ansatz hat in jüngster Zeit der Wissenschaftshistoriker Hans-Jörg Rheinberger (2001) entwickelt, der dabei nicht von ungefähr seine eigenen Erfahrungen als Biochemiker ins Spiel bringt. Im Zentrum seines Modells stehen »Experimentalsysteme«, in denen sich »epistemische Dinge« im Wechselspiel zwischen experimentellen Arrangements und den Erfahrungen der Forscher formen. Rheinberger und weiteren Autoren geht es insbesondere auch darum, den Begriff der Repräsentation neu zu formulieren, nämlich nicht als Darstellung *von etwas*, sondern als Darstellung *in etwas*. Sie sprechen von dem »Im-Bild-Sein« des Wissenschaftlers (Rheinberger / Wahrig-Schmidt / Hagner 1997, 9). »Repräsentation realisiert sich in [...] Experimentalanordnungen« (ebd., 11). Mag es noch hingehen, in Goethe den Vertreter eines vergangenen Ideals des forschenden Künstlers oder künstlerisch beobachtenden Forschers zu sehen (wie es der junge Helmholtz tat, um allerdings sein Urteil in späteren Jahren zu revidieren (Krohn 1998, 400 ff.),

so befasst sich Rheinberger mit gegenwärtigen Entwicklungen der Molekularbiologie.

Das Verdikt der Entfremdung zwischen Wissenschaft und Natur kann also nicht so grundsätzlich und allgemein ausgesprochen werden, wie Böhme es formuliert hat. Auch wenn im Zeichen der ökologischen Krise tief greifende Fehlentwicklungen nicht zu bezweifeln sind und durchaus auch einem fehlgeleiteten Selbstbild der Wissenschaft zugerechnet werden können, würde die wissenschaftstheoretische Ausgrenzung der Wissenschaften aus dem ästhetischen Diskurs der Fehlleitung eher Vorschub leisten als entgegen wirken. Auch würde man den vielfältigen historischen Erscheinungsformen und Selbstbeschreibungen der Wissenschaftler nicht gerecht, von denen ich einige punktuell angesprochen habe. Zwar ist es unbestreitbar, dass mit Kopernikus und Galilei die folgenreiche Trennung zwischen den sinnlichen Erscheinungen und der wissenschaftlichen Wirklichkeit beginnt, die zu jener Verwechslung von Landkarte und Landschaft führt. Sonnenauf- und -untergang werden in der heliozentrischen Hypothese zur menschlichen Illusion und das Trägheitsprinzip erschließt sich gegen allen Anschein der von uns wahrgenommenen Bewegungen. Aber der Konflikt, der hier zwischen dem Vertrauen in das Wahrgenommene und Vertrauen in das kognitiv Konstruierte aufgebaut wird, ist zugleich eine Basis dafür, die eigenen Wahrnehmungen neu wahrzunehmen und sich selbst gegenüber auf die Distanz eines Beobachters zweiter Ordnung zu gehen. Die kopernikanische Revolution befähigt dazu, den geozentrischen Beobachter von einem virtuellen Standpunkt im heliozentrischen System aus zu beobachten, weil dafür nun ein kognitives Verfahren der Verrechnung unterschiedlicher Beobachterperspektiven zur Verfügung steht. Man kann mit der theoretischen Landkarte des Kopernikus den kognitiven Weg zur Venus beschreiten, um von dort ›gedanklich‹ zu beobachten, wie man als Venusbürger die Erdbewegung sähe. In diesem Sinne ist wissenschaftliche Ästhetik eine Steigerung der ästhetischen Komplexität. Das Trägheitsprinzip Galileis macht evident, dass die uns erscheinende natürliche Grundkraft fallender Körper und die von uns aufgewendete technische Kraft künstlich beschleunigter Körper (Wurfgeschosse) in dasselbe Referenzsystem eingeordnet werden können und zur Wahrnehmung der Einheit von Technik und Natur beitragen. Diese Evidenz kann nur erlangt werden, wenn die Bereitschaft zu kognitiven Distanzierungen gegenüber der erlebten Wirklichkeitswahrnehmung aufgebracht wird.

Ich fasse zusammen: Wissenschaft ist durchdrungen von Prozessen der spezifischen Kultivierung der Wahrnehmung und Gestaltung von Wissen. Die Befähigung zur wissenschaftlichen Wahrnehmung und die Gestaltung wissenschaftlicher Spezialerfahrungen durch Instrumente, Experimente, Methoden, Begriffe und Theorien sind nicht nur nebenbei oder zusätzlich von ästhetischer Art, sondern sind es in einer exponierten, ja kapriziösen und provozierenden Weise. Um dies plausibel zu machen, sind die drei Komponenten der (instrumentellen) Wahrnehmung, (experimentellen) Gestaltung und (theoretischen) Begriffsbildung getrennt

betrachtet worden. Dies hat durchaus eine historische Berechtigung, denn es gibt die Eigenständigkeit des wissenschaftlichen Instrumentenbaus, der Experimentalsysteme und der Theoriesprachen und es gibt entsprechende Spezialisierungen der Forscher. Jedoch soll im nächsten Abschnitt davon ausgegangen werden, dass Forschung immer auch diese Komponenten zusammenführt und jedes einzelne Forschungsergebnis ein Zeugnis von deren Beziehungen ist. Meine Ausgangsfrage ist: Was ist ein Forschungsergebnis? Die Antwort lautet: Ein Forschungsergebnis ist dasjenige (Zwischen-)Ergebnis, das ein Forscher oder eine Forschergruppe einer fachlichen Öffentlichkeit vorzulegen wagt. Ein solches Ergebnis muss definitionsgemäß einen Wahrheitsanspruch erheben. Dieser – so wird die These sein – beruht darauf, jene bisher isoliert betrachteten Komponenten in einer Weise zusammen zu fügen, die als Evidenz empfunden wird. Etwas – ein Forschungsergebnis – hat Gestalt angenommen. Der ästhetische Gestaltungsprozess, der bisher zerlegt betrachtet wurde, wird nun in seiner die Komponenten zusammenführenden Form betrachtet. Ich gehe hierauf noch ohne besondere Berücksichtigung der Darstellungspraxis für ein Auditorium oder eine Leserschaft ein (siehe hierzu Abschnitt V). Denn der Forschungsprozess, der zu einem Ergebnis führt, ist eine Gestaltungsebene, die der Aufbereitung eines Ergebnisses zu einem Text für ein Publikum vorhergeht. Allerdings ist einzuräumen, dass die logische Sequenz von der Erzeugung eines Ergebnisses zur Darstellung in einer sprachlichen oder schriftlichen Veröffentlichung in der tatsächlichen Arbeit der Forscher unterlaufen wird, da Antizipationen der textlichen Verwendung auf die Erzeugung einwirken. Aber es wäre zu kompliziert, diese Verschränkungen hier zu berücksichtigen.

IV. Gestalt und Evidenz

Um der Gestaltung eines Forschungsergebnisses den Geltungsanspruch der Wahrheit zuzuordnen, muss der Wissenschaftler das darin erzeugte Wissen-über-etwas nicht dem Gestaltungsprozess, sondern der Wirklichkeit zurechnen. Während in der rekonstruktiven Analyse eines Forschungsprozesses das Zusammenspiel der Apparate, Instrumente, Begriffe und Formeln mit Blick auf die Formung eines epistemischen Gegenstandes herausgearbeitet wird, zählt für den Forscher letztendlich nur das Erlebnis, etwas gefunden zu haben. Einem Artefakt aufzusitzen, ist eine Enttäuschung. Ich nenne dies das Erlebnis der Evidenz, das den Gestaltungsprozess an ein (relatives) Ziel führt. Evidenz ist wie eine glaubwürdige Botschaft, die als Antwort auf die Versuche erfolgt, geschickte Fragen zu stellen. Nicht immer müssen die Fragen präzise sein; man kann auch einfach neugierig und auf Überraschungen aus sein, jedoch muss man sie immerhin registrieren können.

Es ist hier nicht der Ort, den Begriff der Evidenz definatorisch zu erfassen, zumal er hier zunächst in seiner subjektiven Form als die Suggestion eines Erlebnisses von Wahrheit erfasst wird. In der philosophischen Tradition besitzt Evidenz viele

Schattierungen. Die wichtigste ist die scheinbare Unmittelbarkeit der ›sinnliche Evidenz‹, das heilige Gut des Empirismus. Als selbstständige Quelle des Wissens ist sie wegen ihrer Theorieabhängigkeit immer wieder in Frage gestellt worden. Jedoch betrifft dieser Einwand nicht das Erlebnis der Evidenz, sondern eine darauf aufbauende Argumentation zugunsten des Vorliegens eines theorie- oder methodenunabhängigen Befundes. Evidenz ist jedoch keineswegs an die Sinnlichkeit des Erlebens gebunden. Man kann beispielsweise auch von ›statistischer Evidenz‹ reden, die auf der Einsicht von Korrelationen beruht, die man nur zufällig im Einzelfall beobachten kann. Weiterhin kann ›akkumulative Evidenz‹ auf einer methodisch gestützten Summation von für sich allein nicht hinreichend evidenten Teilerfahrungen beruhen. Mit ›intuitiver Evidenz‹ werden schließlich die Quellen des Überzeugtseins umrissen, die auch als selbst-evident oder selbst-erklärend bezeichnet werden. Da sie in der Regel auf die logische Unmöglichkeit oder empirische Absurdität des Gegenteils rekurrieren, spielen sie in der empirischen Forschung nur selten eine Rolle.

In komplexen Forschungsprozessen sind mehrere dieser Aspekte auf einander bezogen und verdichten sich zu dem Erlebnis, etwas gefunden zu haben, was zu einer wissenschaftlich relevanten Aussage über die Wirklichkeit berechtigt. In vielen Selbstberichten von Forschern wird dieses Erlebnis als Glücksgefühl und Quelle der Motivation dargestellt, es genügt jedoch bereits die nüchterne Version, die darin besteht, dass ein Forscher oder eine Forschergruppe davon überzeugt ist, ein vertretbares Ergebnis aufgespürt zu haben. Der Weg von dieser Überzeugung in die wissenschaftliche Kommunikation verwandelt die Evidenz in Indikatoren, die einem Indizienbeweis vor Gericht entsprechen. Im Sinne der englischen Phrase »what is the evidence?« wird das Erlebnis der Wahrheit transformiert in für andere verwendbare Information. Auf diesen Transformationsprozess gehe ich im nächsten Abschnitt ein. Zunächst will ich mich mit der Spannung befassen, die sich zwischen der bisher behandelten (aktiven) Gestaltung des Erkennens und dem nun angesprochenen (passiven) Erleben der Erkenntnis auftut. Wie ist beides vereinbar?

Es wäre keine Lösung, auf eine in der Erkenntnispsychologie vorbereitete Idee einer ursprünglichen Einheit des Gestaltens und Erlebens zurück zu kommen. Obzwar diese Einheit in jedem Akt der Erkenntnis aktualisiert wird, ist sie im Forschungsprozess durch die Differenzierungen zwischen Apparaten, Instrumenten, Begriffen und Formeln, mit denen epistemische Gegenstände geformt werden, aufgebrochen. Es bietet sich daher die entgegen gesetzte Lösung an: Wissenschaftliche Evidenz ist das Resultat eines als stimmig empfundenen Funktionskreises, der während des Forschungsprozesses zwischen den genannten Größen aufgebaut wird. Wie kann diese Passung oder, wie Holk Cruse in seinem Beitrag zu diesem Band sagt, Harmonie entstehen? Man kann sich – ich räume ein, dass dies eine metaphorische Sprechweise ist – die am Forschungsprozess beteiligten Komponenten als Funktionsgrößen vorstellen, die miteinander verknüpft sind und in Abhän-

gigkeit von den aufgenommenen Inputs aufeinander einwirken. Sie sind Funktionsgrößen oder Variable in dem Sinne, dass es immer Spielräume des Entscheidens bei der Wahl der Anfangs- und Randbedingungen, der Kalibrierung der Geräte, der Granulation, der Genauigkeit und des Umfangs der Datenerhebung, der formalen Modellierung und der theoretischen Interpretation gibt. Ein Forschungsprozess ist bestimmt von Vorentscheidungen und Revisionen im Umgang mit diesen Größen. Man kann ihn daher als einen rekursiven Prozess interpretieren, in dem sich schrittweise Entscheidungen verfestigen. Benutzt man für einen Moment eine formale Sprache, kann man den Forschungsprozess interpretieren als die rekursive Suche nach einer ›Eigenlösung‹ oder einem ›Attraktor‹ eines durch eine Reihe von Variablen definierten Systems, das – angeheizt von Impulsen aus der Wirklichkeit – auf sich selbst reagiert. Man kann durch eine geschickte Anordnung der Variablen und Wahl ihrer Werte die Bedingungen einer solchen Eigenlösung schaffen, jedoch nicht diese selbst. Sie *ergibt* sich aus der rekursiven Dynamik und wird daher als Lösung gefunden, entdeckt, erlebt. Einer solchen Evidenz gilt die Erwartung der Forschung.

Vor einigen Jahren haben Günter Küppers und ich dieses Modell entwickelt (Krohn/Küppers 1989). Es weist ein Forschungsergebnis als die Eigenlösung einer Selbstorganisationsdynamik aus. (Zur technischen Definition des Begriffs ›Eigenlösung‹ siehe ebd., 134 ff.) Ob eine solche existiert oder das Thema irgendwann fallen gelassen werden muss, weil man um sich selbst kreist ohne weiter zu kommen, kann nicht vorher gesehen werden. Ob genau nur eine Lösung existiert oder bei leicht abweichenden Parametern andere Lösungen gefunden werden, die miteinander konkurrieren, ergibt sich ebenfalls erst im Verlauf weiterer Forschungsepisoden. Eine Eigenlösung ist daher nicht von selbst eine ›wahre‹ Lösung, sondern eine als plausibel empfundene Lösung eines mit Unwahrscheinlichkeiten belasteten Prozesses. Wie kommt hier Ästhetik ins Spiel? Bisher wurden Ästhetik und Wissenschaft verknüpft über die Kategorie der Kultivierung spezifischer Leistungspotentiale; jetzt zeigt sie sich in der unwahrscheinlichen Passung aller Komponenten eines komplexen Konstruktionsprozesses in einer überraschenden und häufig überraschend einfachen Lösung. Mit der Eigenlösung eines Konstruktionsprozesses ist die Auffindung eines ›lokalen Gleichgewichts‹ gemeint, bei dem die gewählten Größen der beteiligten Komponenten einfach gut zueinander passen. In dieser modellhaften Darstellung eines Forschungsprozesses bezieht sich die Ästhetik auf die Evidenz eines Forschungsergebnisses, das sich in dem gelungenen Zusammenspiel der heterogenen Komponenten des Forschungsprozess zeigt.

Worin dieses Gelingen durch ›Passung‹ genau besteht, ist schwer zu erfassen. Es ist seit langem Gegenstand nicht nur der Epistemologie, sondern auch der allgemeinen Erkenntnistheorie. Kant hat als Schlüssel einen Begriff gewählt, der seine ästhetische Konnotation offen zur Schau trägt – die Einbildungskraft. Sie ist für Kant die »blinde obgleich unentbehrliche Kraft der Seele« (KdV B 103), aus der Mannigfaltigkeit der sinnlichen Wahrnehmungen ein Bild zu gewinnen, über das

letztendlich Sinne und Begriffe vermittelt werden. Mit diesem ›bildgebenden Verfahren‹, wies Kant der Ästhetik die wichtigste produktive Rolle im Erkenntnisprozess zu. In der Anthropologie nannte er ihre produktive Funktion ›dichtend‹, wenn auch nicht ›schöpferisch‹, da sie auf externen Stoff angewiesen ist (Anthropologie §25, B70), obgleich sie an die sinnliche Anschauung und die Regeln des Verstandes gebunden ist. Es sind vor allem die Gestaltpsychologen gewesen, die diesem Ansatz einen empirischen, experimentell kontrollierten Unterbau gegeben haben und zahlreiche Gesetzen der Wahrnehmung vor insbesondere im Bereich des Sehens formulierten (klassische Zusammenfassung durch Metzger 1953). Einer der führenden Vertreter der Gestaltpsychologie, Max Wertheimer hat sogar Fallstudien zu markanten Forschungsprozessen von Galilei und Einstein vorgelegt, die noch heute beeindruckend (Wertheimer 1945). Wie belastbar der Begriff des Gesetzes in diesem Zusammenhang ist, ist umstritten. Der entscheidende Durchbruch der Forschungen ist darin zu sehen, dass das Zusammenspiel zwischen den konstruktiven Leistungen des Gehirns und den Reizen der Wahrnehmung ein Stück weit entschlüsselt werden konnte. Heute treiben neben der fortentwickelten Gestaltpsychologie Kognitionsforschung und Neuroinformatik diese Forschungen weiter (Stadler/Kruse 2004). Zu einer evolutionstheoretischen Deutung des hier einschlägigen Symmetriebegriffs siehe Helge Ritters Beitrag in diesem Band. Holk Cruse (in diesem Band) nimmt als zentrale Metapher die ›Harmoniesucht‹ des Gehirns. Die im Vergleich zum Gehirn immer noch sehr einfachen Modelle der neuronalen Netze zeigen, wie das Auffinden von Eigenlösungen oder Attraktoren technisch nachgebildet werden kann.

Diese Forschungen zielen darauf ab, die Verkoppelung von konstruktiver Gestaltung und erlebter Evidenz in ihrer kognitiven Breite und Allgemeinheit, also in ihrer Alltäglichkeit zu untersuchen. So grundlegend dies auch für den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess ist, so soll andererseits darauf insistiert werden, diesen in seiner Besonderheit von den alltäglichen Erfahrungsmustern abzugrenzen. Zwar ist er nicht von ganz anderer Natur, aber die spezifisch hochgerüstete Suche nach etwas Neuem in den Bereichen des Unwahrscheinlichen und Unzugänglichen wird im Alltag eben nicht kultiviert, sondern unterlassen. Allerdings mag es ähnliche Suchstrategien auch außerhalb der Wissenschaft überall dort geben, wo investigativen Aufgaben nachgegangen wird (etwa in der Kriminalistik, der Spionage, dem Journalismus). Auch dort wird nach ›Eigenlösungen‹ gesucht und die technische Ausstattung kann erheblich sein. Die spezifische Differenz der wissenschaftlichen Forschung eröffnet sich erst durch ihren Einbau in ein Publikationswesen, das die Transformation eines Forschungsergebnisses in eine wissenschaftliche Veröffentlichung verlangt.

V. Textgestaltung

Die Spannung zwischen der in die Praxis der Forschung eingeschriebenen Evidenz und seiner für die schriftliche Kommunikation aufbereitete Gestaltung wird von jedem Forscher empfunden und – je nach Begabung und Interesse – begrüßt oder gehasst. Vom Auffinden einer Eigenlösung zu einer argumentativ durchgestalteten Textfassung ist es ein langer Weg. Der erste und bedeutungsvollste Schritt ist – in der Ausdrucksweise Ludwik Flecks – der von der Esoterik der Forschung in die exoterischen Kreise der Kommunikation (Fleck 1980, 138 ff.; Krohn/Küpper 1989, 71). Esoterik umfasst genau genommen nur den engen Kreis der Kooperationspartner, die einen bestimmten Forschungsprozess »von innen« kennen und miteinander indexikalisch (»Siehst du hier die Einfärbung? – Scheint eine Idee stärker als gestern!«) und empraktisch (»Wir machen das heute genauso wie neulich, nur etwas moderierter«) kommunizieren können. Zum esoterischen Kreis können auch noch die Spezialisten gezählt werden, die an konkurrierenden Projekten arbeiten und mit wenigen Hinweisen die Feinheiten des Designs eines Forschungsprozesses verstehen können. Fleck sprach von einer »Hierarchie des Eingeweihtseins« (1980, 138). Jedoch schon die Veröffentlichung in einem Fachblatt und der Vortrag auf einem Fachkongress verlangen eine Beschreibung, die Unbeteiligte erreichen soll. Dies ist für Fleck der erste exoterische Kreis. Um diese Diskrepanz vorzuführen, hat ein Professor gelegentlich der Hälfte seiner Kursteilnehmer die Aufgabe gegeben, so genau wie möglich das Binden einer Schuhbandschleife zu beschreiben, und der anderen die Aufgabe, das Beschriebene auszuführen. Die doppelte Transformation misslang kläglich. Wir wissen auch aus den Versuchen, historische Experimente nach ihren originalen Beschreibungen nachzubauen, wie ungenau und irreführend die Angaben sein können (Heering 1998). Aus den Untersuchungen von Collins (1985) ist bekannt, dass neues experimentelles Wissen sich häufig erst dadurch verbreiten kann, dass Kollegen Besuche in den Instituten, die den Prioritätsanspruch stellen, abstatten und vor Ort die neue Technik erlernen. Gelegentlich ist es auch eingeplant, in der Veröffentlichung nicht den genauen Weg zur Rekonstruktion eines Ergebnisses mitzuteilen. Man kann dadurch vielleicht einen Vorsprung wahren oder sogar Lücken überdecken, wie dies jüngst der südkoreanische Pionier des Klonens von Stammzellen Hwang Woo Suk mit einer grandiosen betrügerischen Inszenierung vorgeführt hat.

1. Das ästhetische Ideal der »Sachlichkeit«

In der textlichen Gestaltung von Wissen sind einige ästhetische Funktionen gebündelt, die direkt mit Rhetorik der Sprache und der Suggestion der Bilder zu tun haben. Andere verwenden dafür auch den Begriff des »knowledge design« (siehe der Beitrag von Thorsten Meyer in diesem Band). Dass diese Rhetorik nicht als

solche gesehen wird, ist ein Erbe der frühen Neuzeit. Bereits in der Renaissance setzten einige Autoren gegen den Stolz der Humanisten auf die rhetorische Stilis- tik der schmucklosen, geradlinigen Berichterstattung, einige der Not der eigenen Unbildung gehorchend, andere dem Ideal einer neuen wissenschaftlichen Sach- lichkeit verpflichtet. Als Beispiel zitiere ich aus Albrecht Dürers Konzept zur Ein- leitung in die Proportionenlehre von 1523: »Aber eh ich dass anfach, mein Für- nehmen anzugreifen, so bitt ich ein idlichen Leser, er wöll mir mein Eifalt nit verargen, sunder mich treulich beschützen, Dann ich schreib hie nit dorum, dass ich die Kunst in der Red [...] woll anzeigen, des ich nie gelernt hab, sunder allein gib ich, das ich [...] durch sauer Übung erlangt habe.« (Dürer 1978, 220)

Dürers Werke gehören übrigens zu den ersten, in denen das Bildliche nicht nur Zierde ist, sondern Teil der Darstellung und Begreifens des Wissens ist. Wenig später hatte Francis Bacon, ein Stilist höchsten Ranges, die faktische Berichterstat- tung, in der man ohne Umschweife von den ›Worten‹ auf die ›Werke‹ gelenkt wird, als Bedingung wissenschaftlicher Arbeitsteilung formuliert. Das Ideal fand Ver- breitung unter den Autoren in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts. Das be- rühmte Motto der Royal Society »Nullius in verba« hat damit zu tun. Dessen in- korrekte Übersetzung als »Nichts in Worten« im Sinne von »Worte spielen keine Rolle« entspricht ganz dem Ideal der neuen Sachlichkeit. Die korrekte Formel (die den Genitiv nullius nicht durch den Nominativ nullus ersetzt) geht auf Horaz (Epistularum liber 1, 1.1) zurück (»nullius addictus iurare in verba magistri«, »ich bin nicht verpflichtet, den Worten irgendeines Lehrers blindlings zu folgen«). Das ist die Verpflichtung auf die eigene Evidenz, die durch den Bericht über ›Werke‹ zwar angeleitet, aber nicht überflüssig wird. Schon der Rekurs auf Horaz zeigt, dass diese Idee der ›Sachlichkeit‹ (im Gegensatz, wenn man so möchte, zur ›Wört- lichkeit‹) in Rhetorik eingebettet ist. Seine literaturwissenschaftlichen Analyse der Veröffentlichungen der Royal Society beginnt Charles Bazerman mit dem Hin- weise auf die Besonderheit dieser historischen Erfindung einer neuen Stilform: »Experimental reports tell a special kind of story, of an event created so that it might be told. The story creates pictures of the immediate laboratory world in which the experiment takes place, of the happenings of the experiment, and of the larger, structured world of which the experimental events are exemplary. The story must wend its way through the existing knowledge and critical attitude of its read- ers in order to say something new and persuasive, yet can excite imaginations to see new possibilities in the smaller world of the laboratory and the larger world of nature. And these stories are avidly sought by every research scientist who must constantly keep up with the literature.« (Bazerman 1998, 59)

Bis heute hat dieser Stil wissenschaftlichen Schreibens sich erhalten und muss ständig neu eingeübt werden, denn die schnörkellose Berichterstattung drängt sich nicht von selbst auf. Ein in den Anleitungen zum wissenschaftlichen Schreiben gern wiederholtes Zitat lautet: »Vigorous writing is concise. A sentence should con- tain no unnecessary words [...] for the same reason that a drawing should have no

unnecessary lines and a machine no unnecessary parts [...]» (Strunk/White 1979, 23). Worin besteht das Problem, sich diesen Wissenschaftsstil zu eigen zu machen? Wir besitzen ja wohl nicht einen angeborenen Stil der Weitschweifigkeit. Ein Grund liegt darin, dass zwischen der rekursiven Forschungsdynamik und dem Format der wissenschaftlichen Kommunikation eine tiefe Differenz besteht. Entdeckung und effiziente Darstellung fallen auseinander. Es hat keinen zu interessieren – so der Mythos und die Konvention – wie ein Forscher oder eine Forschergruppe die Fragestellung mehrfach veränderte und erst allmählich das Thema fand, das nun als Hypothese der Aufmacher der Veröffentlichung ist. Die Anpassung der Methoden, die Bewältigung von Überraschungen und Umwegen, der ständige Umgang mit den Kontingenzen offener Forschung (also das Basteln an einer Eigenlösung) müssen der Darstellung eines beständigen Fortschreitens weichen. Dieser Suchprozess muss nicht nur unterdrückt, sondern in eine artifizielle Parallelität zum Präsentationsformat gebracht werden, wie etwa die folgende, dem Internet entnommene »How to Write a Paper in a Scientific Journal Style an Format«-Anleitung suggeriert:

Experimental process	Section of Paper
What did I do in a nutshell?	Abstract
What is the problem?	Introduction
How did I solve the problem?	Materials and Methods
What did I find out?	Results
What does it mean?	Discussion

Die Forscher dürfen nicht ihre Geschichte erzählen, sondern müssen lernen diese zugunsten der für das Publikum bereinigten und vom Resultat her rekonstruierten Geschichte zu unterdrücken. Die genaueste Untersuchung dieser Approximation des »Labor-Oportunismus« an die in der Veröffentlichung vertretene Abarbeitung eines logischen Flussdiagramms verdanken wir der Fallstudie von Karin Knorr-Cetina (1981, 191). Ohne dass bei Knorr-Cetina das Thema Ästhetik zentral wird (immer steht bei ihr die Verhandlung von Interessen im Vordergrund), benutzt sie rhetorische Kategorien wie die »literarische Strategie« und »dramatische Inszenierung«, die als Ressourcen der Komposition zur Verfügung stehen. Die mühevoll Transformation – gleichsam von der Arbeit in der Küche des Restaurants zur Präsentation des Menüs im Speiseraum – hat seine institutionelle Berechtigung (hier-aufgehe ich im nächsten Abschnitt genauer ein). Wer wäre schon daran interessiert, ständig über die Irrungen und Wirrungen aller mediokren Forschung unterrichtet zu werden? Aber sie hat auch ihren Preis. Boot-Bernstein (2003) hat in einem anregenden Aufsatz Belege dafür zusammen getragen, dass viele Forscher diese

Sequenz sehr deutlich empfinden. Er führt den Technikhistoriker und Materialforscher Cyril Smith an: »before publishing anything I tried to put in respectable scientific terminology and it was fun to do so, but the *discovery* was entirely sensual [...]« (nach Root-Bernstein, 2003). Der Preis ist, dass die Fachliteratur keine Fingerzeige mehr über den Gestaltungsprozess der Forschung und über die kognitiven Veränderungen zwischen Forschung und Darstellung enthalten. Bereits Ludwik Fleck hatte diese Veränderungen herausgestellt. »Die Fragmentarität der Probleme, Zufälligkeit des Materials [...], technische Einzelheiten, kurz die Ein- und Erstmaligkeit des Arbeitsstoffes verbinden ihn unzertrennlich mit dem Verfasser.« (Fleck 1980, 157). Aber das Format des Wissenschaftsstils macht daraus etwas anderes: »Die »allgemeine Überprüfbarkeit« wird als sozusagen demagogisches Postulat offiziell gefordert, doch ist es erstens keine allgemeine, sondern eine denk-kollektivistische Prüfung, zweitens besteht sie einzig in der Überprüfung der Stilgemäßheit eines Wissens.« (Ebd.)

Fleck stellte den wissenschaftlichen Wert dieser Transformation nicht in Frage, denn ihm kam es gerade darauf an, die kognitive Rückwirkung der Veröffentlichung auf das Wissen der Gemeinschaft zu erfassen. Wenn jedoch der Stil der Veröffentlichung als Strategie der Forschung ausgegeben wird, entsteht ein verzerrtes Bild. Root-Bernstein plädiert daher dafür, gerade diesen Transformationsprozess in den Standardbeschreibungen der »wissenschaftlichen Methode« zur Sprache zu bringen und sieht in seiner Unterdrückung einen der größten Mängel der gegenwärtigen Ausbildung. Er zitiert einen anderen bedeutenden Chemiker, William Lipscomb: »if one actually set out to give as little help as possible to both aesthetics and originality in science, one could hardly devise a better plan than our educational system.« (Nach Root-Bernstein 2003, 47)

Ähnlich wie bei der Diskussion der ästhetischen Komponenten der Wissensgestaltung durch Instrumente, Methoden und Begriffe kommt es mir bei den Komponenten der Wissensdarstellung darauf an, ihre spezifische ästhetische Qualität im Vergleich zu anderen Textformen heraus zu heben. Die Hinweise auf den rhetorischen Stil der wissenschaftlichen Sachlichkeit sollen dem hier genügen. Jedoch ist damit nur ein erstes Erfordernis textlicher Gestaltung genannt.

2. Text als narrative Historisierung

Ein zweites Element rhetorischer Darstellung dient der Aufgabe, ein Forschungsergebnis in ein Forschungsfeld einzubetten. Jede Veröffentlichung benutzt eine Anzahl von Stilmitteln, um für den Informationsgehalt des Textes einen Kontext der Interpretation aufzubauen. Wie auf einem klassischen Gemälde der Blickpunkt des Bildes in und durch seine Umgebung zu Geltung kommt, muss der Gegenstand der Veröffentlichung in die Forschungslandschaft und gegebenenfalls in die Anwendungsfelder eingepasst werden. Eine Forschungslandschaft existiert allein da-

durch, dass sie ständig durch die Autoren in jedem Beitrag ›fortgeschrieben‹ wird. Jede Veröffentlichung trägt ein Stück zur Erhaltung dieser Landschaft bei. Der eigene Beitrag wird nur wahrgenommen, weil er zugleich ein Beitrag zu dieser ›Landschaftspflege‹ ist. Jede Veröffentlichung leistet ein Minimum an historischer Narration. Sie erzählt eine Geschichte darüber, welchen Ort in der Gegenwartsgeschichte ihres Fachs sie sich anweist. Sie ist ein Bindeglied, das das mitteilenswerte neue Wissen mit dem bestehenden verknüpft. Die in allen disziplinären Kulturen dafür genutzten, allerdings unterschiedlich ausgestalteten Mittel sind die Einkreisung des Forschungsfeldes, auf dem die eigene Fragestellung lokalisiert wird, die Erwähnung eines zentralen Referenzautors, die wichtigsten Vorarbeiten und Parallelarbeiten, die Nennung eines spezifischen Defizits, das bisher unbeachtet oder ungelöst erscheint. Zur Narration gehört weiterhin die anlehrende und ablehnende Haltung, die in Zitationen signalisiert wird, der Dank an Institutionen, Stiftungen, Kollegen und Gutachter. Ausblicke auf Fragen, die sich nun der Forschung eröffnen, geben der Geschichte eine Zukunft. Wissenschaft ist explizit eine ihre Geschichte konstruierende Tätigkeit (vgl. Bayertz 1980, Krohn 2003) – nicht durch eine nebenher laufende Wissenschaftsgeschichtsschreibung, sondern durch die immanente rhetorische Konstruktionsform des wissenschaftlichen Beitrags. Jeder Text gestaltet seine eigene Kontextualisierung und ist damit zugleich ein Beitrag zur Identitätssicherung des Gebietes in seiner Entwicklung. Er ist wie ein Partikel in einem Feld, das letztendlich nur aus der Wechselwirkung der Partikel besteht, jedoch zugleich deren Positionen und Operationen bestimmt. Jeder Autor muss sich einpassen in die institutionellen Erwartungen des Faches und seiner Publikationsorgane, und zugleich trägt er minimal nicht nur zur Stabilisierung sondern auch zur Veränderung der Erwartungen bei.

3. Der Text als Rede

Zur rhetorischen Funktion der Veröffentlichung gehört auch die Gestaltung der kommunikativen Verständigung, zu der bereits die historische Kontextualisierung beiträgt. Jede textliche Beschreibung eines Forschungsergebnisses ist eine Darstellung für andere, die nicht ›dabei‹ waren. Sie ist daher gebunden an die Entscheidung über die Wahl eines Publikums, an die der Text als Ansprache gerichtet werden soll. Damit einhergehen Einschätzungen über Hintergrundwissen, Fachwissen und Interessen; Entscheidungen über den Präsentationsumfang technisch-methodischer Details; Umfang der Aufwendungen für graphische und bildliche Komponenten. Die Spannweite reicht von der Unterstellung eines hohen impliziten Wissen der hoch spezialisierten Fachgemeinschaft bis zur Rücksicht auf eine fachlich nicht vorgebildete Leserschaft, wenn man etwa hofft, in ›Science‹ oder ›Nature‹ veröffentlichen zu können. In der modernen Multimedialität spielt Bildlichkeit eine besonders große kommunikative Rolle. Für hoch spezialisierte Fach-

gruppen wie die von Knorr-Cetina (2001) beobachteten Hochenergiephysik-Forscherguppen am CERN ist die visuelle Darstellung Grundlage der Verständigung. Knorr-Cetina hat dafür einen neuen Begriff geprägt – »Viskurse«. Sie hat beobachtet, dass graphische Darstellungen bereits schon bei der Planung von Experimenten wichtig sind, wenn eine große Anzahl Forscher unterschiedlicher Fachrichtungen beteiligt sind und einander verständigen müssen.

»Rapporteurrollen und die kommunikative Form des (visuellen) Statusreports dienen dazu, nicht nur technische Objekte und ihr Verhalten zu entfalten, sondern auch das Wissensgebiet: Sie entfalten es und bringen es gleichzeitig zusammen, indem sie eine kontinuierliche Geschichte der Entwicklung und der Zustände des Gebiets [...] sichtbar machen.« (Knorr-Cetina 2001, 216). Und weiter: »Dadurch, dass in visuellen Darstellungen verschiedene Experimente, Theorien [...] und ähnliches zusammengefügt werden, wird auch die Entdeckungsgeschichte eines Gebiets kollektiv als Basis für den Entdeckungsfortschritt etabliert.« (Ebd.) (Zur »Visualisierungskunst« siehe die Beiträge von Klaus Hentschel und Alfred Nordmann in diesem Band.)

Die meisten Wissenschaftshistoriker, die Laborbücher mit Veröffentlichungen verglichen haben, haben nicht die Kontinuität, sondern das hohe Maß an Stilisierung herausgearbeitet, das dem Forschungsprozess in der Veröffentlichung den Adel einer rational entworfenen Planung verleiht. Über Robert Millikans bedeutendes Experiment zur Messung der Ladung von Elektronen schreibt Cantor (1989, 160) im Anschluss an die Rekonstruktion von Holmes (1985): »The publication is a retrospective narrative, an impersonal, passive reconstruction which draws attention to those theories, tests and data which are considered appropriate for consumption by the scientific community [...] The crucial difference between the notebook and the publication is that the latter is written for an audience and constitutes part of the public transactions of science whereas the notebook is principally for the use of the researcher (and perhaps a few intimates).« (Cantor 1989, 160)

Die rhetorischen Strategien dienen neben der Kontextualisierung also dazu, das Forschungsergebnis mit einer geschlossenen Argumentation und prägnanten Sichtbarkeit zu unterfüttern. Dass dabei Datens Schönungen zur Herausarbeitung eines eleganten Befundes stattfinden, ist von Historikern immer wieder dargestellt worden und hinterlässt den Eindruck einer illegitimen Manipulation. Aber eigentlich ist dies ein eher uninteressanter Aspekt; er stellt die Wissenschaftler in eine Reihe mit allen anderen, die mit Marketing ihre Produkte aufstylen. Vielmehr besitzt diese »manipulierende« Rhetorik eine wissenschaftstheoretische Verankerung. Die Vermittlung von Daten und Theorie durch eine rein rational schlüssige Argumentation kann niemals vollständig gelingen, sondern bedarf immer der ästhetischen Gestaltung. Wissenschaftstheoretiker haben hierzu zwei Theoreme entwickelt. Bereits 1958 hat Hanson im Anschluss an Wittgenstein das Theorem von der »Theoriebeladenheit der Beobachtung« entwickelt. Es besagt im Kern, dass alle empiri-

sche Evidenz immer von theoretischen Annahmen geprägt ist und daher keinen theorieunabhängigen Bestand hat. Bereits 1953 war von Quine das komplementäre Theorem der Unterdeterminiertheit aller Theorien durch empirische Daten aufgestellt worden. Es formuliert, dass eine jede Sammlung von empirischer Evidenz mit mehreren einander ausschließenden Theorien zur Deckung gebracht werden kann und daher in jede theoretische Interpretation Entscheidungen über die Verwendung der Daten eingehen (Laudan/Leplin 1991). Die wissenschaftstheoretische Diskussion über die Theoriebeladenheit der Beobachtung und der Entscheidungsbeladenheit der Theorie ist unabgeschlossen, aber mit einiger Zuverlässigkeit kann man aus ihr entnehmen, dass es rhetorischer Mittel bedarf, um für die Veröffentlichungen Argumentationen und Illustrationen zu entwerfen, die Bruchstellen überdecken. Rhetorische Mittel wie Metaphern und Illustrationen sind wirksam immer relativ auf die Sprach- und Sehgewohnheiten einer Hörerschaft. Eine im strengen Sinne rein rationale Argumentation können wir uns, wenn überhaupt, nur als eine logische Ableitung vorstellen. Diese aber wäre grundsätzlich zu grob und unsensibel für diejenigen Plausibilitäten, um die es bei der theoretisch-begrifflichen Erfassung empirischer Daten geht.

Im Kontext des sozialkonstruktivistischen Programms der Wissenschaftsforschung ist aus der Beobachtung des Ungenügens rein rationaler Verfahrensweisen geschlossen worden, dass wissenschaftliche Kommunikation keine epistemologische Besonderheit darstellt. In der Schlussbemerkung ihrer Fallstudie, in der es vor allem auch um die Anfertigung einer Veröffentlichung ging, schrieb Knorr-Cetina: »Revidiert werden müssen, wie es scheint, diejenigen Vorstellungen, die der naturwissenschaftlichen Rationalität und dem naturwissenschaftlich-technischen Handeln, spezifische, von der Alltagsrationalität und dem Alltagshandeln abgehobenen *formale* Qualitäten zuschreiben. Die illustrierten Komponenten naturwissenschaftlicher Verfahrensweisen geben keinerlei Hinweis auf eine solche formal ausgrenzbare Rationalität. Der Unterschied liegt, sofern es ihn gibt, in den von Wissenschaftlern behandelten Inhalten.« (Knorr 1984, 272)

Wenn man das Attribut ›formal‹ in die strenge Lesart des Begriffs der ›formalen Logik‹ rückt, mag die Aussage stimmen. Sie mag ebenfalls stimmen, wenn man sie auf die Alltagspraktiken im Labor und auch auf das Zurechtschneiden einer Veröffentlichung bezieht. Aber diese beiden Pole sind letztendlich uninteressant. Während die zu hoch gehängte Idee einer »formal ausgrenzbaren Rationalität« zwangsläufig dazu führt, die faktische Rationalität in der Wissenschaft als defizitär zu klassifizieren, verstellt die Gleichsetzung wissenschaftlicher Praxis mit Alltagspraxis den Blick auf die kognitiven Besonderheiten der wissenschaftlichen Kommunikation. (Im Feld der Kunst und Literatur würde das soziologische Prokrustesbett ähnlich aussehen: Dem Anspruch eines formal ausgrenzbaren Gebrauchs von Bauformen oder Sprachformen würde kein Architekt oder Dichter genügen, und dass auch diese ›nur mit Wasser kochen‹ ist immer wieder einmal eine Bemerkung wert, aber ohne theoretischen Wert.) Die Schwäche des sozialkonstruktivistischen

Programms lag in der Programmatik, nichts epistemisch Besonderes beobachten zu wollen – was dann auch gelang. Der bereits erwähnte Wissenschaftshistoriker Frederic Holmes, dessen Interesse der Entdeckung der Strukturen von ›Schönheit‹ in der Anlage und Darstellung von Experimenten galt, war in der Lage, durch die Alltagspraktiken im Labor hindurch die Eleganz der Verfahren und Argumentationen zu beobachten. In einer Rekonstruktion des Meselson–Stahl Experiments und seiner Veröffentlichung im Jahre 1958 zur DNA-Replikation, das die wichtigste empirische Bestätigung des Doppel-Helix Modells von Crigg und Watson von 1953 war, legte er zunächst größten Wert auf das Auffinden der verschlungenen Pfade, denen Wissenschaftler auf der Suche nach einer Eigenlösung eines komplexen Problems folgen: »Historical investigation, however, seldom follow the straightest line between two points. During the 4 years between the time that Meselson had the germinal idea [...] and the time that he and Stahl performed the experiment that fulfilled Meselson's dream, this problem changed form several times, was deferred and retrieved, became successively entangled with several other problems and opportunities and again isolated from them.« (Holmes 1996, 87)

Eine bessere Bestätigung für die Aufladung des Forschungsprozesses mit den Kontingenzen von Überraschungen und Interventionen kann man sich aus sozialkonstruktivistischer Sicht nicht wünschen. Jedoch richtet sich Holmes' abschließendes Urteil auf die Bewertung der besonderen Gestaltungsarbeit, die die Veröffentlichung trotz des Drucks, den Max Delbrück ausübte, auszeichnet: »Despite this final rush, the care that the authors put into their writing is obvious in the product. The clarity and economy of expression in the prose, as well as in the visual representations that accompany the text, are exemplary. The beauty perceived by those scientists who first encountered the Meselson–Stahl experiment by reading the published account of it would be hard to separate from the beauty of the paper.« (Ebd., 93)

Nicht jede wissenschaftliche Veröffentlichung genügt diesen Standards. Zutreffender ist vermutlich: kaum eine genügt ihnen. Jedoch ist dies nicht der Punkt. Es geht darum, dass jede wissenschaftliche Veröffentlichung Anforderungen an eine textliche – Sprache, Formel, Graphik und Bild umfassende – Gestaltung stellt, die für die Rhetorik wissenschaftlicher Kommunikation charakteristisch ist. Die meisten Autoren empfinden die Schwierigkeit dieser Anforderung. Viele würden ihr lieber entgehen, um sich sofort dem nächsten Forschungsproblem zu widmen, wenn nicht das institutionelle System der Wissenschaft sie zwingen würde, am Spiel der literarischen Präsentation teilzunehmen. Im Ergebnis möchte ich festhalten: Der behauptete Ausgangspunkt, das Ästhetik in der Wissenschaft in der Kultivierung der Wahrnehmung und Gestaltung von Wissen besteht, wird kommunikativ sichtbar in der Präsentation von Text. Ähnlich wie die Kultivierung wissenschaftlicher Erkenntnis im Forschungsprozess folgt die Darstellungskultur ihren eigenen, der wissenschaftlichen Kommunikation geschuldeten Regeln.

4. Text und Stil

Vom wissenschaftlichen Text aus eröffnen sich weitere Bereiche der ästhetischen Analyse, die ich hier unter dem Stichwort des Stils anführen will. Der Begriff ist in Verbindung mit Ludwik Fleck bereits angesprochen worden. Er dient – angeleitet aus seiner Verwendung in der Kunstwissenschaft – der Einordnung und Wiedererkennung eines Elements in einem Feld. Zugleich können die Elemente ihrerseits stilprägend (rück)wirken. Ähnlich wie in Kunst und Musik können der persönliche Stil eines Autors, der einer Zeitschrift, einer Disziplin, eines theoretischen Erklärungsideals und – früher mit Vorliebe – der Stil einer nationalen wissenschaftlichen Kultur unterschieden werden. In der Kunstwissenschaft war das Bemühen vergeblich, dem Begriff die Präzision eines wissenschaftlichen Grundbegriffs zu verleihen (Gumbrecht 1986); umso erfolgloser wird dies in der Wissenschaft sein. In formaler oder funktionaler Hinsicht geht es beim Stilbegriff jedoch immer darum, dass und wie einerseits der Stil die einzelne Darstellung prägt und er andererseits durch diese fortentwickelt wird. Während ich bei der einzelnen Veröffentlichung (als kleinste Einheit der Gestaltung von Wissen) die Kontextualisierung und Historisierung herausgestellt habe, ist die mit dem Stilbegriff eingenommene Blickrichtung die umgekehrte: der Stil leitet die Gestaltung des Textes durch die Bereitstellung von wissenschaftlichen Idealen an, denen Wissenschaftskulturen verpflichtet sind. (Siehe in diesem Band Klaus Hentschels Analyse einer speziellen Wissenschaftskultur.)

Der Aufstieg des Stilbegriffs zur Systematisierung der Kunst begann um die Wende zum 20. Jahrhundert. Heinrich Wölfflins »Kunstgeschichtliche Grundbegriffe« (1915) markieren nach Gumbrecht den »Beginn jener wissenschaftsgeschichtlichen Phase [...], welche durch die Dominanz der Stilforschung als Paradigma geprägt ist« (Gumbrecht 1986, 771). Bereits früher verwendete der Wissenschaftshistoriker Pierre Duhem den Begriff in der Wissenschaftsgeschichtsschreibung, um damit unterschiedliche Erklärungsideale zu kennzeichnen. Er unterschied drei basale Stile der Wissenschaft seiner Zeit: die reduktionistisch-mechanistische Erklärungsideal, das struktural-formalistische und das axiomatisch-deduktive. Unglücklicherweise assoziierte er diese Unterscheidungen mit »nationalen Stilen«. 1893 hatte er in »Die englische Schule und die Theorien der Physik« den englischen Mechanikergeist vorgeführt, dem es nicht gelang, das neue Wissen der Thermodynamik ohne Rückgriff auf mechanische Modelle zu erklären. Ihm stellt er den »esprit geometrique« der Franzosen gegenüber, der in der Lage ist, die formalen Strukturen in den Gegebenheiten der experimentellen Befunde herauszuheben. In einer späteren Arbeit, über »Die deutsche Wissenschaft« (1915) griff er speziell den schwerfälligen prinzipialistischen deutschen Stil an. Dies war sein patriotischer Beitrag zum Ersten Weltkrieg. Am Ende des Buches (genauer: eines angehängten Beitrags) sprach er von dem Joch des »willkürlichen und unsinnigen algebraischen Imperialismus«, dem der »esprit geometrique« als Sach-

walter des »bon sens« entkommen müsse. Dann würde es heißen: »Scientia germanica ancilla scientiae gallicae« (Duhem 1915, 143). Duhem schloss mit der Idee der nationalen Stile allerdings nur an die nationalistisch-imperialistischen Attitüden der Zeit an.

Diese Abwegigkeiten stellen die Fruchtbarkeit des Stilbegriffs zur Charakterisierung verschiedener Erklärungsideale nicht in Frage. Erklärungsideale beruhen immer auf Annahmen darüber, was in einem Erklärungsschema anerkannte Grundlage ist und was als erklärungsbedürftig gilt. Genau hierüber waren mit dem Zusammenbruch des mechanistischen Weltbildes heftige Kontroversen entbrannt. Das Misslingen der Versuche, die neuen Theorien der Thermodynamik und der Elektrodynamik auf die Mechanik zurückzuführen, hatten eine tiefe Verunsicherung hervorgebracht, die durch das Aufkommen der Quantenphysik und Relativitätstheorie nur noch verstärkt wurde. Ernst Mach war von den historischen Analysen Duhems beeindruckt und nahm einiges in den späteren Auflagen seiner ebenfalls 1883 erschienenen Darstellung »Die Mechanik in ihrer Entwicklung« auf, um damit seine Verabschiedung des mechanistischen Erklärungsideals zu stützen. In der verdienstvollen Ausgabe von Wahsner und Borzeszkowski sind im Anhang einige Dokumente zu dem Streit mit Max Planck abgedruckt, in dem es um die Berechtigung des von Mach selbst entwickelten Stils der »Ökonomie des Denkens« und der ökonomischen Natur der physikalischen Forschung ging. Der Stilbegriff ist geeignet die tiefen Kontroversen zu typisieren, die jene Zeit prägten. Tatsächlich erinnern die bezeichnenden Prägungen – Konventionalismus, Konstruktivismus, Realismus, Sensualismus, Empirismus, Logizismus, Deskriptivismus – stark an die analoge Auflösung des Kunstschaffens in parallele und konkurrierende Stilformen. Mach hatte seine Denkökonomie eigentlich als eine Metatheorie erdacht, um Vergleichbarkeit und Ordnung in diese Vielfalt zu bringen. Aber sie wurde selbst als ein Stil eingeordnet, dem nicht jeder folgend wollte. Max Planck war sein vehementer Gegner. »Deshalb muss der Physiker, wenn er seine Wissenschaft fördern will, Realist sein, nicht Ökonom« (Mach 1988, 678); dies setzte er gegen den vermeintlich denkökonomisch gebotenen Sensualismus. Verteidigt wurde Mach dagegen von Einstein, der den Nutzen von Machs Denkökonomie für die Begriffsbildung der Relativitätstheorie betonte. Die Worte Einsteins sind den wissenssoziologischen Annahmen zur Stilbildung verwandt: »Begriffe, welche sich bei der Ordnung der Dinge als nützlich erwiesen haben, erlangen über uns leicht eine solche Autorität, dass wir ihres irdischen Ursprungs vergessen und sie als unabänderliche Gegebenheiten hinnehmen. Sie werden dann zu »Denknotwendigkeiten«, »Gegebenen a priori« usw. gestempelt. [...] Es ist deshalb durchaus keine müßige Spielerei, wenn wir darin geübt werden, die längst geläufigen Begriffe zu analysieren und zu zeigen, von welchen Umständen ihre Berechtigung und Brauchbarkeit abhängt, wie sie im einzelnen aus den Gegebenheiten der Erfahrung herausgewachsen sind. Dadurch wird ihre allzu große Autorität gebrochen.« (Ebd., 685)

Stile sind Hintergrundphilosophien und werden in Denkschulen gepflegt, aber

sie spezifizieren auch die »Umstände«, unter denen die Berechtigung und Brauchbarkeit von Wissen bewertet wird. In ähnlicher Weise lassen sich auch wissenschaftliche Erklärungsideale anfügen, die in und zwischen den Disziplinen kontrovers verhandelt wurden: Organizismus versus Mechanizismus, Reduktionismus versus Holismus, ideographische Erklärung versus nomothetische, statistische versus kausale Erklärung. (Zur Konkurrenz von Erklärungsidealen am Beispiel der Wirtschaftswissenschaften siehe den Beitrag von Köllmann in diesem Band.)

Wie erwähnt, war es Ludwik Fleck, der den Stilbegriff zu seinem zentralen erkenntnistheoretischen Begriff gemacht hat. Der Untertitel seines Werkes heißt »Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv«. Obwohl Fleck auch von einem generellen wissenschaftlichen Denkstil und von fachspezifischen disziplinären Stilen spricht, setzt seine Analyse an der Einwirkung des Denkstils auf die alltägliche Forschungspraxis an. Der Stil ist für Fleck charakterisiert durch ein »Bereitsein für solches und nichts anderes Sehen und Handeln« (Fleck 1980, 85). Stil als Schule des Sehens. Dennoch steht am Anfang jeder Forschungsepisode die Kontingenz. Sie beginnt »stillos: verworrene, chaotisch zusammengeworfene Teilmotive verschiedener Stile [...] man kann so oder so sehen, fast willkürlich« (ebd., 121). Dann entsteht eine Bereitschaft für gerichtetes Wahrnehmen, an dessen Ende »das entwickelte, reproduzierbare, stilgemäße Gestaltsehen« (ebd., 123f.) steht. Flecks Definition der Wahrheit: »Auch ist Wahrheit nicht Konvention, sondern im historischen Längsschnitt: denkgeschichtliches Ereignis, in momentanem Zusammenhang: stilgemäßer Denkwang.« (ebd., 131). Der Stil führt zum Denkwang und speist sich aus den stilgemäßen Produkten. So entsteht »ein Wissensgebäude, das eigentlich von Niemandem geahnt und beabsichtigt wurde ...« (ebd., 91).

Der in meinen Augen bedeutende Schritt von Fleck ist dieser: Er hat die Stilisierung der Wahrheit als das wesentliche Merkmal der kommunikativen Gestaltungs- und Abstimmungsprozesses definiert. Die ästhetischen Werte dienen nicht, wie bei Kuhn, der Überbrückung einer rationalen oder empirischen Lücke, sondern entspringen aus den Stilvorgaben des Denkkollektivs. Jedoch wird man bei aller Sympathie für die Subtilität der Fallstudie von Fleck und seiner sachnahen Verwendung von Wissenssoziologie und Gestaltpsychologie den Ansatz nicht verteidigen können. Die ethnomethodologisch angeleiteten Beobachtungen von Forschern im Alltag ihrer Interaktionen haben herausgestellt, dass nicht Denkwang, sondern Flexibilität, Interpretationsoffenheit und Verhandlung am Ende eines Forschungsprozesses stehen. Zwar ist das Erlebnis oder, wie Fleck sagt, »Ereignis« der Evidenz in dem Sinne »zwanghaft«, als es unwillkürlich auftritt. Jedoch setzt dies die reflexive Relativierung nicht außer Kraft noch ist – wie wir gesehen haben – die Aufgabe der schriftlichen Gestaltung damit schon erledigt. Dennoch bildet Fleck einen wichtigen Anknüpfungspunkt für jede Analyse, die die Ästhetik der Wissenschaft in der wissenschaftlichen Kommunikation der Fachgemeinschaft selbst verorten will und in der Rückbindung zwischen dem disziplinären Kontext und der Forschungspraxis die Quelle der wissenschaftlichen Stilistik sieht.

Dass dabei die Kriterien ästhetischer Qualität – ähnlich wie in der Kunstgeschichte in den verschiedenen Epochen und Genres – unterschiedlich sein können, ist besonders von McAllister (1996) herausgearbeitet worden. In seinem an Kuhn angelehnten Modell dient die ästhetische Bewertung vor allem der sozialen Festigung eines bestehenden Paradigmas, während alternative Paradigmata zunächst häufig mit dem Stigma des Unästhetischen versehen werden. Es spielen dabei die Gewöhnung an einen ästhetischen Habitus ebenso eine Rolle wie die Anerkennung der erprobten Reichweite eines etablierten Paradigmas. Demgegenüber erscheint ein neues Paradigma zunächst als roh und unfertig – hier scheiden sich die ästhetischen Präferenzen. Nach McAllister ergeben sich erst schrittweise mit der Durchsetzung eines neuen Paradigmas die ästhetischen Muster aus den nichtempirischen Zügen einer Theorie. Er nennt dies den Prozess der ästhetischen Induktion. Dafür dass die ästhetischen Muster ganz unterschiedliche Ausprägungen in verschiedenen Disziplinen besitzen können, gibt Kuipers (2002) ein schönes Beispiel aus einer Diskussion zwischen dem Physiker Alvin Weinberg und dem Evolutionsbiologen Stephen Gould. Nachdem beide Übereinstimmung darüber signalisiert haben, dass ästhetischer Kriterien relevant sind, betonte Gould sofort, dass die seinen von denen Weinbergs vollständig abweichen. Während Weinberg »inevitability« von Schlussfolgerungen heraushob, war Goulds ästhetischer Kanon: »diversity, unrepeatabe contingencies and irregularities« (ebd., 292).

VI. Ästhetische Werte in der Wissenschaft

In dieser kleinen Episode wird die Frage aufgeworfen, die ich durchgängig umgangen habe: die Frage nach der inhaltlichen Bestimmung der Ästhetik in den Wissenschaften. Wenn der Bogen so weit gespannt wurde, wie in diesem Essay, dann erscheint es aussichtslos hierauf eine positive Antwort zu geben, sondern angeraten, sie wieder fallen zu lassen. Ich hatte damit begonnen, die Besonderheiten wissenschaftlicher Qualifikationen in der instrumentalisierten Wahrnehmung, experimentellen Betätigung und begrifflichen Arbeit unter Gesichtspunkten der ästhetischen Kultivierung darzustellen. Diese bilden die Ressourcen wissenschaftlicher Forschung. Im nächsten Schritt habe ich dargestellt, das ein Forschungsprozess im Arrangieren einer komplexen Handlungssituation und in der Gestaltung einer als evident empfundenen »Eigenlösung« besteht. Dieses Wechselspiel zwischen konstruktivem Erfinden und überraschendem Auffinden macht den zentralen ästhetischen Reiz der »kognitiven Hedonik« der Forschung aus. Die an eine fachliche Öffentlichkeit gerichtete Publikation wirft Probleme der ästhetischen Textgestaltung auf, die wieder anderen Maßstäben folgen. Disziplinäre Kontextualisierung der Innovation, argumentative Dichte und Ansprache an ein Publikum zählen zu diesen Maßstäben.

Mit diesen drei Schritten sind die zentralen ästhetischen Aspekte der Forschung

angesprochen, jedoch erstreckt sich die wissenschaftliche Tätigkeit auf weitere Felder, die ich nur gestreift habe: die Umsetzung von Forschung in Lehre; die ständig zunehmende Bedeutung populärwissenschaftlicher Inszenierungen; die ständigen Anforderungen, zukünftig erwartetes Wissen in Forschungsanträgen zu antizipieren; Verhandlungen in der Öffentlichkeit über soziale Folgen der Anwendung neuen Wissens sind weitere Bereiche, in denen Wissenschaftler gestaltend tätig sind. Es würde den Rahmen sprengen, die ästhetischen Aspekte auch dieser Tätigkeiten zu analysieren.

Bei dieser Vielfalt und Verschiedenheit der ästhetischen Aspekte kann es schwerlich gelingen, einen kanonischen Kern zu identifizieren. In der Ästhetik der Wissenschaften überlagern sich die basalen Bestandteile einer psycho-biologischen Ausstattung des Erkenntnisprozesses (siehe den Diskurs über die (Dis-)Kontinuität des Begriffs der Schönheit in diesem Band) mit den spezifischen Ausprägungen der wissenschaftlichen Kognitions- und Wahrnehmungsbereitschaft durch Instrumente, Methoden und Theorien, den disziplinären Stilen und kulturell verankerten Weltbildern. Eine ästhetische Theorie zu entwerfen, die von den tiefen evolutionären Wurzeln der Erkenntnisästhetik bis hin zur spezifischen Wahrnehmungs- und Gestaltungsästhetik in einzelnen Forschungsfeldern reicht und dabei allen disziplinären Stilprägungen und historischen Wandlungen gerecht werden kann, wird nicht gelingen. Das Ziel des Beitrags war daher nicht, die Definition eines kanonischen Kerns der Wissenschaftsästhetik in Aussicht zu stellen, sondern der Nachweis, dass die Erforschung der Wirklichkeit und die Darstellung des Wissens tief imprägniert sind von ästhetischen Funktionen. Die ästhetischen Funktionen beziehen sich auf die Kultivierung der Kognitions- und Wahrnehmungsbereitschaft im Zusammenhang mit der instrumentellen Ausstattung, die rekursive Verkopplung von Handeln und Erleben im Forschungsprozess in der Erwartung einer ›attraktiven Evidenz‹ (Eigenlösung), die expressive Prägnanz der Darstellung im Kontext eines disziplinären Stils und die öffentliche Inszenierung von Wissen.

Die Wissenschaftstheorie hat – mit wenigen Ausnahmen – dazu tendiert, diese Funktionen an den Rand der ihr zentralen Definitionen des empirischen Gehalts und der Bestätigung von Theorien zu drängen; die Wissenschaftssoziologie an den Rand der von ihr zentrierten Analysen von Interessen, Nutzen und Institutionen. Die stärksten Sachwalter der Ästhetik der Wissenschaften stammen – so scheint es – aus den Reihen der empirischen Wissenschaftler selbst (siehe hierzu der Beitrag von Wolfgang Braungart und Silke Jakobs in diesem Band). Ihre Reflexion ist angeregt durch die eigene Praxis. In dieser Flackern ästhetische Werte auf, deren Bedeutung sie persönlich empfinden und deren Missachtung in den Routinen der Forschung und Lehre sie bedauern. Die wissenschaftstheoretische, -soziologische und -historische Forschung kann hier ansetzen und den ästhetischen Raum des Erkennens und Wissens sichtbar machen, nicht nur um der Wissenschaft besser gerecht zu werden, sondern auch um ihre Gestaltungspraxis durch ästhetische Reflexion zu bereichern.

Literatur

- Ball, Philip (2005): *Elegant Solutions: Ten Beautiful Experiments in Chemistry*. Cambridge.
- Barnes, Barry; Bloor, David; John, Henry (1996): *Scientific Knowledge: A Sociological Analysis*. Chicago.
- Bayertz, Kurt (1980): *Wissenschaft als historischer Prozess. Die antipositivistische Wende in der Wissenschaftstheorie*. München.
- Böhme, Gernot (1985): *Anthropologie in pragmatischer Hinsicht*. Frankfurt/M.
- Böhme, Gernot (2001): *Asthetik. Vorlesungen über Ästhetik als allgemeine Wahrnehmungslehre*. München.
- Cease, Robert (2002): The most beautiful experiment. In: *Physics World*. Web-edition: <http://physicsweb.org/articles/world/15/9/2/1>.
- Collins, Harry (1985): *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*, Beverley Hills, London.
- Duhem, Pierre Maurice Marie (1908): *Sozein ta phainomena: essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*. Paris.
- Duhem, Pierre (1915): *La Science Allemande*. Paris.
- Fleck, Ludwik (1980): *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*, Frankfurt/M.
- Freud, Sigmund (1917): *Vorlesungen zur Einführung in die Psychoanalyse*. Gesammelte Werke. Hrsg. von Anna Freud, Band 11. 8. Auflage 1986, Frankfurt/M.
- Frodeman, Robert (2003): *Geo-Logic: Breaking Ground between Philosophy and the Earth Sciences*. New York.
- Galileo, Galilei: (1987): *Schriften, Briefe, Dokumente*. 2 Bde. Berlin.
- Goethe, Johann Wolfgang von (1971) [1792]: Der Versuch als Vermittler von Objekt und Subjekt. In: *Goethes Werke, Band XIII: Naturwissenschaftliche Schriften*, Hamburger Ausgabe Band 13, Hamburg. 10-20.
- Goethe, Johann Wolfgang von (1971) [1792]: Morphologie. In: *Goethes Werke, Band XIII: Naturwissenschaftliche Schriften*, Hamburger Ausgabe Band 13, Hamburg. 53-250.
- Gooding, David C. (1990): *Experiment and the Making of Meaning: Human Agency in Scientific Observation and Experiment*. Dordrecht.
- Gooding, David; Pinch, Trevor; Schaeffer, Simon (Hrsg.) (1989): *The Uses of Experiments*. New York.
- Groß, Matthias; Hoffmann-Riem, Holger; Krohn, Wolfgang (2005): *Realexperimente. Ökologische Gestaltungsprozesse in der Wissensgesellschaft*. Bielefeld.
- Gumbrecht, Hans Ulrich (1986): Schwindende Stabilität der Wirklichkeit. Eine Geschichte des Stilbegriffs. In: Gumbrecht, H. U., Pfeiffer, K. L. (Hrsg.) *Stil: Geschichten und Funktionen eines kulturwissenschaftlichen Diskurselements*. Frankfurt/M.
- Hacking, Ian (1983): *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*, Cambridge.
- Hanson, Norwood Russell (1958): *Patterns of Discovery*. Cambridge.
- Hawking, Stephen (1992): *A Quest for a theory of everything*. New York.

- Heisenberg, Werner (1979): Die Bedeutung des Schönen in der exakten Naturwissenschaft. In: *Quantentheorie und Philosophie Vorlesungen und Aufsätze*. Ditzingen.
- Helbig, Holger (2004): Naturgemäße Ordnung, Darstellung und Methode. In: *Goethes Lehre von den Farben*. Köln.
- Heering, Peter (1998): *Das Grundgesetz der Elektrostatik. Experimentelle Replikation und wissenschaftshistorische Analyse*. Wiesbaden.
- Holmes, Frederic (1996): Beautiful Experiments in the Life Sciences. In: Tauber, Alfred (Hrsg.) *The Elusive Synthesis: Aesthetics and Science*. Dordrecht.
- Hooke, Robert (1665): *Micrographia or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies*. Dover.
- Husserl, Edmund (1977): *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie*. Hamburg.
- Krohn, Wolfgang (1989): *Goethes Versuch über den Versuch*. In: Matussek, P. (Hrsg.): *Goethe und die Verzeitlichung der Natur*, München, 399-414.
- Krohn, Wolfgang (2003): Die Wissenschaftsgeschichte in der Wissenschaft. Zu einer Historiographie der Wissenschaftsgeschichtsschreibung. In: Küttler, Wolfgang; Rösen, Jörn; Schulin, Ernst (Hrsg.): *Geschichtsdiskurs*, Band 1, 271-290, Frankfurt/M. (www.humanities-online.de).
- Krohn, Wolfgang; Küppers, Günter (1989): *Die Selbstorganisation der Wissenschaft*, Frankfurt/M.
- Kuipers, Theo (2002): Beauty, a Road to the Truth. In: *Synthese*.
- Laudan, Larry; Leplin, Jarrett (1991): Empirical Equivalence and Underdetermination. In: *Journal of Philosophy* 88, 449-72.
- Liu, Yili (2003): Engineering Aesthetics and Aesthetic Ergonomics: Theoretical Foundations and a Dual-Process Methodology. In: *Ergonomics* 46, 1273-1292.
- Liu, Yili (2003): The Aesthetic and the Ethic Dimensions of Human Factors and Design. In: *Ergonomics* 46, 1293-1305.
- Mach, Ernst (1988): *Die Mechanik in ihrer Entwicklung, historisch-kritisch dargestellt*. Berlin.
- Martindale, Colin (1984): The Pleasures of Thought: A Theory of Cognitive Hedonics. In: *The Journal of Mind and Behavior* 5, Nr. 1, 49-80.
- Metzger, Wolfgang (1953): *Gesetze des Sehens*. Frankfurt/M.
- McAllister, James W. (1996): *Beauty and Revolution in Science*. Ithaca NY.
- Miller, Arthur I. (2001): *Einstein, Picasso: Space, Time, and the Beauty that Causes Havoc*. New York.
- Rheinberger, Jans-Jörg; Hagner, Michael; Wahrig-Schmidt, Bettina (1997): *Räume des Wissens. Repräsentation, Codierung, Spur*. Berlin.
- Rheinberger, Hans-Jörg (2001): *Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*. Göttingen.
- Root-Bernstein, Robert (2003): Sensual Chemistry: Aesthetics as a Motivation of Research. In: *Hyle* 9, 33-50.
- Schmitz, Hermann (1993): *Der Leib, der Raum und die Gefühle*. Ostfildern vor Stuttgart.
- Stadler, Michael; Kruse, Peter (2004): Appearance of structure and emergence of meaning in the visual system. In: Carsetti, A. (Hrsg.): *Seeing, Thinking and Knowing*. Dordrecht. 293-306.

- Strunk, William; White, E. B. (1979): *The elements of style*, New York.
- Tobias, Michael; Fitzgerald, Patrick; Rothenberg, David. A (2000): *Parliament of Minds. Philosophy for a New Millennium*. New York.
- Toulmin, Stephen Edelston (1983): *Kritik der kollektiven Vernunft*. Frankfurt/M.
- Weinberg, Steven (1992): *Dreams of a Final Theory*. New York.
- Wendler, Reinhard (2002): Kunst unter dem Mikroskop. Ein Vergleich von Hookes Beobachtungen einer Nadelspitze und Leibniz' Gedanken zum Zahn eines Messingrades. In: *www.kunsttexte.de, Sektion BildWissenTechnik*.
- Wertheimer, Max (1964): *Produktives Denken*. Frankfurt/M.
- Wölfflin, Heinrich (1970): *Kunstgeschichtliche Grundbegriffe: das Problem der Stilentwicklung in der neueren Kunst*. 1. Auflage 1915, Basel.
- Zilsel, Edgar (1976): *Die sozialen Ursprünge der neuzeitlichen Wissenschaft*. Frankfurt/M.