

Lorraine Daston Peter Galison Objektivität

**suhrkamp taschenbuch
wissenschaft**

suhrkamp taschenbuch
wissenschaft 2458

Ausgangspunkt dieser zum Standardwerk gewordenen Studie ist ein Kernbegriff der neuzeitlichen Wissenschaft. Objektivität, so zeigt sich, hat eine Geschichte, die voller Überraschungen steckt. Lorraine Daston und Peter Galison zeichnen sie nach, vom 18. Jahrhundert bis in die Gegenwart, und zeigen unter anderem, dass die Herausbildung eines solchen erkenntnistheoretischen Ideals mit alltäglichen Praktiken der Herstellung wissenschaftlicher Bilder einhergeht. Ihr opulent illustriertes Buch richtet sich an alle, die sich für den wissenschaftshistorisch wie wissenschaftstheoretisch zentralen Begriff der Objektivität interessieren – und dafür, was es heißt, mit wissenschaftlichem Blick auf die Welt zu schauen.

Lorraine Daston war bis zu ihrer Emeritierung 2019 Direktorin am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin. Für ihr Werk erhielt sie zahlreiche Auszeichnungen, u.a. den Bielefelder Wissenschaftspreis, den Dan-David-Preis und den Gerda Henkel Preis. Im Suhrkamp Verlag ist zuletzt von ihr erschienen: *Regeln. Eine kurze Geschichte* (2023).

Peter Galison ist Joseph Pellegrino University Professor für Wissenschaftsgeschichte und Physik an der Harvard University sowie Direktor der Collection of Historical Scientific Instruments ebendort.

Lorraine Daston
Peter Galison
Objektivität

Aus dem Amerikanischen
von Christa Krüger

Suhrkamp

Titel der Originalausgabe: *Objectivity*
© 2007 Lorraine Daston und Peter Galison
Zone Books
1226 Prospect Ave.
Brooklyn, NY 11218

Erste Auflage 2024
suhrkamp taschenbuch wissenschaft 2458
© der deutschsprachigen Ausgabe: 2007,
Suhrkamp Verlag AG, Berlin
Deutsche Erstausgabe:
Suhrkamp Verlag Frankfurt am Main 2007
© der Originalausgabe:
© 2007 Lorraine Daston und Peter Galison
Alle Rechte vorbehalten. Wir behalten uns auch
eine Nutzung des Werks für Text und Data Mining
im Sinne von § 44b UrhG vor.
Umschlag nach Entwürfen
von Willy Fleckhaus und Rolf Staudt
Druck und Bindung: C.H. Beck, Nördlingen
Printed in Germany
ISBN 978-3-518-30058-9

www.suhrkamp.de

Für Gerald Holton, Lehrer und Freund

Inhalt

VORWORT	7
PROLOG	
Objektivität – ein Schock	9
ERSTES KAPITEL	
Erkenntnistheorien des Auges	
Blindsehen	17
Kollektive empirische Forschung	22
Objektivität ist etwas Neues	28
Geschichten des wissenschaftlichen Selbst	37
Epistemische Tugenden	41
Die These	45
Objektivität in Hemdsärmeln	55
ZWEITES KAPITEL	
Naturwahrheit	
Vor der Objektivität	59
Die Zähmung der Variabilität in der Natur	67
Die Idee in der Beobachtung	73
Sehen mit vier Augen	88
Zeichnen nach der Natur	103
Naturwahrheit nach der Objektivität	113
DRITTES KAPITEL	
Mechanische Objektivität	
Klarsehen	121
Photographie als Wissenschaft und als Kunst	133
Automatische Bilder und Blindsehen	146
Zeichnen gegen Photographieren	172
Selbstüberwachung	183
Ethik der Objektivität	191

VIERTES KAPITEL

Das wissenschaftliche Selbst

Warum Objektivität?	201
Das wissenschaftliche Subjekt	208
Kant unter den Wissenschaftlern	217
Wissenschaftliche Idealpersonen	228
Beobachtung und Aufmerksamkeit	247
Wissen und Wissende	260

FÜNFTES KAPITEL

Strukturelle Objektivität

Objektivität ohne Bilder	267
Die objektive Wissenschaft des Geistes	277
Das Wirkliche, das Objektive und das Mitteilbare	281
Die Farbe der Subjektivität	289
Was nicht einmal ein Gott sagen könnte	299
Träume von einer neutralen Sprache	306
Die kosmische Gemeinschaft	314

SECHSTES KAPITEL

Geschultes Urteil

Das Unbehagen an der mechanischen Reproduktion	327
Genauigkeit darf nicht der Objektivität geopfert werden	340
Die Urteilkunst	366
Die Praxis und das wissenschaftliche Selbst	378

SIEBTES KAPITEL

Von der Repräsentation zur Präsentation

Sehen ist Sein: Wahrheit, Objektivität und Urteil	385
Sehen ist Machen: Nanofaktur	407
Richtiges Abbilden	437

Danksagung	443
Anmerkungen	445
Abbildungsnachweise	509
Register	521

Farbabbildungen	nach 354
---------------------------	----------

VORWORT

Unsere Geschichte der wissenschaftlichen Objektivität hat im Jahr 1989/90 in Stanford angefangen, als wir beide das Glück hatten, Fellows am Center for the Advanced Study in the Behavioral Sciences zu sein. An die Förderung durch das Center und die anregenden Diskussionen beim Mittagessen erinnern wir uns auch nach all den Jahren noch mit unverminderter Dankbarkeit. Das Ergebnis unseres gemeinsamen Nachdenkens und Redens über wissenschaftliche Objektivität war ein unter dem Titel »The Image of Objectivity«¹ veröffentlichter Artikel. Danach arbeiteten wir beide an anderen Projekten, die mit der Geschichte der Objektivität kaum etwas zu tun hatten – dachten wir.

Aber während der eine von uns über Physik im zwanzigsten Jahrhundert und die andere über Naturphilosophie der frühen Neuzeit schrieb, hielten wir beide Ausschau nach Hinweisen und Spuren, die Aufschluß über Vorspiel und Nachwirkungen des erstaunlichen Auftretts der wissenschaftlichen Objektivität im neunzehnten Jahrhundert geben könnten. Wir füllten Aktenordner mit verstreutem Material und schrieben gelegentlich Artikel zum Thema; wenn uns glückliche Umstände zusammenführten, tauschten wir Gedanken aus, und irgendwann – wann genau wissen wir beide nicht mehr – beschlossen wir, den Artikel zu einem Buch auszubauen. Bis 1999 hielten wir an der schönen Illusion fest, daß wir ihn einfach erweitern, das heißt auseinanderziehen könnten wie ein Akkordeon; aber dann wurde uns allmählich klar, daß mit der richtigen Abbildung der Natur bestimmte Vorstellungen vom Selbst unauflöslich verstrickt waren. Langsam dämmerte uns, daß wir nicht nur mehr Material sammeln und neue Formulierungen finden, sondern ganz und gar umdenken mußten, wenn wir die Geschichte der wissenschaftlichen Objektivität – und ihrer Alternativen – verstehen wollten. In dieser Phase fingen wir an, ernsthaft zusammenzuarbeiten (2001/2002 in Berlin und 2002/2003 in Cambridge, Massachusetts). Wir planten Kapitel, prüften unser Material, schrieben – und verwarfen sie wieder. In Augenblicken der Verzweiflung kam uns der Verdacht, uns auf ein Unternehmen eingelassen zu haben, das Jorge Luis Borges als das Abfassen einer Monographie über die Gesamtheit menschlicher Erkenntnis karikiert hätte. Die Objektivität schien kein Ende zu nehmen.

Allmählich, ganz allmählich machten wir in der scheinbar unüber-

sichtlichen Masse Formen und Konturen aus. Unsere Untersuchungsgegenstände – Objektivität, aber auch der wissenschaftliche Bildatlas – hielten sich nicht an die üblichen Grenzen, die in der Wissenschaftsgeschichte für Ordnung sorgen; sie standen quer zu Perioden und Fachdisziplinen. Die Geschichte der Objektivität und ihrer Alternativen widersprach der Struktur der meisten Erzählungen von der Entwicklung der Wissenschaften. Es zeigte sich, daß diese Geschichte weniger durch Brüche als durch neue Zuordnungen geprägt ist. Trotzdem kamen wir zu der Überzeugung, daß die Geschichte der Objektivität nicht nur ihre eigene Kohärenz und ihre eigenen Rhythmen hatte, sondern auch ihre ganz eigenen Erklärungsmuster. Zentral für sie waren zugleich soziale, epistemologische und ethische Sehweisen; im Kollektiv erworben, verdankten diese Sehweisen ihre Existenz weder einer einzelnen Person noch einem Labor, noch einem einzelnen Fachgebiet.

Wir haben diese Bildergeschichte der Objektivität als eine Darstellung von Arten des Sehens verstanden. Atlanten hatten Implikationen für das Selbstbild des Wissenschaftlers, für seine Vorstellungen vom sichersten Wissenserwerb und von den Dingen, die in der Welt waren. Wer sich der Objektivität verschrieb – oder einer ihrer Alternativen –, entschied sich damit nicht nur für eine bestimmte Wissenschaftspraxis, sondern auch für eine bestimmte Gestaltung seines Selbst. Zunehmend erschien uns Objektivität zugleich verfremdeter – spezifischer, weniger selbstverständlich, historisch jünger – und tiefer verfußt mit der Praxis des wissenschaftlichen Sehens, als wir uns hätten träumen lassen.

Objektivität – ein Schock

Er zündete in seinem Labor einen starken elektrischen Blitz von Millisekundendauer – und versuchte, das Aufprallen eines Tropfens in einzelne Phasen zu zerlegen, indem er das verborgene, auf seiner Retina haftende »Schattenbild« dazu nutzte, eine »historische« Sequenz von ruhenden, jeweils ein paar tausendstel Sekunden nacheinander aufgenommenen Bildern zu schaffen. (Siehe Abb. 1) Von 1875 an gelang es dem britischen Physiker Arthur Worthington Schritt für Schritt, Schlüsselmomente so nebeneinander aufzureihen, daß aus dem komplexen Fließvorgang eine systematische, visuelle Klassifikation wurde. Manchmal schloß sich der Rand, den ein Tröpfchen aufwarf, und formte eine Blase; unter anderen Bedingungen schleuderte der Rückstoß einen Strahl hoch in die Luft. Rippen und Arme, Blasen und Fontänen – Worthingtons Tropfenkompendium setzte Forschungen zur Dynamik von Flüssigkeiten in Gang, die selbst ein Jahrhundert später noch fortgesetzt wurden. Für Worthington war dieser Forschungsgegenstand, wie er unermüdlich wiederholte, immer ein physikalisches System, das durch die Schönheit seiner perfekten Symmetrie bestach.

Perfekte Symmetrie ergab Sinn. Zwar konnte das verborgene Bild in Worthingtons Auge womöglich die zufällige Besonderheit des einen oder anderen unregelmäßigen Spritzers festhalten, nachdem der Lichtfunke erloschen war, aber was hätte man davon? Wie so viele Anatomen, Kristallographen, Botaniker und Mikroskopierer vor ihm war auch Worthington darauf ausgewiesen, die Welt in ihren Typen und Regelmäßigkeiten zu erfassen – und nicht ein Sammelsurium von Besonderheiten. Tausende Male hatte er Quecksilber- oder Milchtröpfchen zerspringen lassen, manche durch Aufprall auf Flüssigkeiten, andere auf harten Oberflächen. In seinen unmittelbar nach dem grellen Lichtblitz angefertigten Handzeichnungen hatte er eine vergängliche Morphologie der Natur festgehalten. Vereinfachung durch eine bildliche Taxonomie, Erklärung der wichtigsten Ergebnisse – endlich ergab sich Wissenschaft aus einer Art des Fließvorgangs, die sich dem Experiment entzogen hatte.

Jahrelang war Worthington auf die Abbilder angewiesen, die das

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

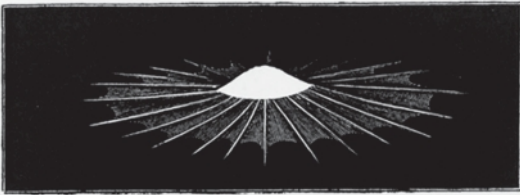


Fig. 4.

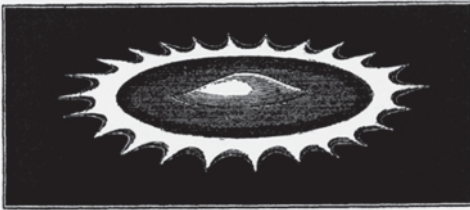


Abb. Prolog 1: Symmetrie-Vision. Arthur Worthington, »A Second Paper on the Forms Assumed by Drops of Liquids Falling Vertically on a Horizontal Plate«, *Proceedings of the Royal Society* 25 (1877), S. 500, Abb. 1-4. Worthingtons Quecksilbertropfen fällt aus 76 Millimetern Höhe und trifft auf eine saubere Glasplatte. Sofort nach dem ersten Aufprall (Abb. 1) »schießen unzählige Strahlen« aus dem Kontaktpunkt. Abb. 2. In der in Abb. 3 gezeigten Phase verbinden sich die »symmetrisch angeordneten Strahlen« »meist« zu vierundzwanzig Armen; in Abb. 4 erreichen diese vom Quecksilber eingeholten Arme ihre maximale Geschwindigkeit. Zusätzlich publizierte Worthington Bilder von zahlreichen Einzelercheinungen (»Variationen«), die aber alle nicht die ideale, absolute Symmetrie zerstörten, die er »hinter« einem einzelnen mangelhaften Zersplitzen sah.

Blitzlicht auf seiner Retina erzeugte. Erst im Frühling 1894 gelang es ihm schließlich, das Aufprallen des Tropfens photographisch festzuhalten. Die Symmetrie war zerstört. Worthington sagte: »Der erste Kommentar, der einem dazu einfällt, lautet: Die Photographien entsprechen den Zeichnungen zwar in vielen Einzelheiten, zeigen jedoch größere Unregelmäßigkeiten, als die Zeichnungen erwarten ließen.«¹ Aber wenn die symmetrischen Zeichnungen und die unregelmäßigen Schattenphotos einander widersprachen, mußte eines von beiden weichen. Worthington erklärte seinem Londoner Publikum, daß helleres Licht und empfindlichere photographische Platten ein »objektives Bild« des Aufpralls boten, das er dann nachgezeichnet und gestochen habe (siehe Abb. 2).² Diese neue, unvollkommene Natur, die plötzliche Konfrontation mit der gebrochenen Besonderheit des Phänomens, das er seit 1875 erforscht hatte, war ein Schock für ihn. Von Zweifeln geplagt, fragte Worthington, wie es möglich sein konnte, daß die wunderbar symmetrischen Bilder, die er so viele Jahre lang gezeichnet hatte, nichts als idealisierte Trugbilder waren.

Keine Apparatur war vollkommen; das wußte Worthington. Das galt auch für seine Geräte, und er räumte das auch ein. Auch wenn alles darauf eingerichtet war, eine bestimmte Spritzphase zu zeigen, gab es Variationen von einem Tropfen zum nächsten. Ein Teil dieser visuellen Streuung lag am Instrument, oft blieb der Tropfen zunächst an dem Uhrenglas haften, von dem er herabfallen sollte. Daraus ergaben sich Oszillationen, so daß der Tropfen schon abgeflacht oder in die Länge gezogen auf die Oberfläche auftraf. Es erschien ganz selbstverständlich – fast zwei Jahrzehnte lang hatte Worthington in seinen gedruckten Schriften nie einen Kommentar dazu abgegeben –, daß man unter den vielen Abbildungen der einzelnen Phasen immer eine Auswahl treffen mußte, um zu der Norm hinter den Variationen vorzudringen. Zufälle ereignen sich ständig. Warum sollte man sie veröffentlichen?

Worthington schrieb: »Ich muß zugeben, daß ich bei der Durchsicht meiner ursprünglichen Zeichnungen viele unregelmäßige oder nichtsymmetrische Figuren abgebildet finde, aber für die Abfassung der Geschichte mußte ich diese weglassen, schon deswegen, weil genau gleiche Unregelmäßigkeiten nie zweimal vorkommen. So hat der Beobachter vor seinem inneren Auge einen idealen Spritzer – einen *Auto-Splash* – von einer Vollkommenheit, die sich in der Realität vielleicht nie findet.«³ Das lag nicht an schlechten Augen oder einem fehl-

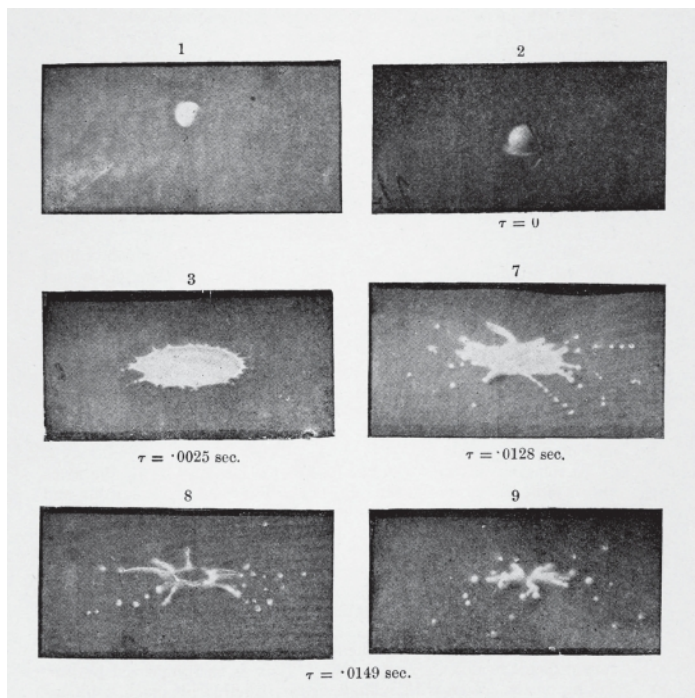


Abb. Prolog 2: Objektive Tropfenspritzer. Arthur Worthington, *Splash of a Drop* (London: Society for Promoting Human Knowledge, 1895), Reihe XIII, S. 68 f. Ein Milchtropfen trifft auf eine Rauchglasplatte, fließt ohne Adhäsion genau wie der Quecksilbertropfen zum Rand (anders als dieser reflektiert seine Oberfläche jedoch nicht das Licht und ist deshalb leichter zu photographieren). Aber jetzt hat Worthington sich zurückgenommen und versucht nicht mehr, die ideale oder »typische« Realität hinter dem greifbaren Bild zu sehen – seine asymmetrischen, von der Kamera festgehaltenen Bilder nannte er »objektive Ansichten«.

geschlagenem Experiment; Worthington hatte die asymmetrischen Zeichnungen eigenhändig angefertigt. Die veröffentlichten symmetrischen »Geschichten« waren *Erfolge* gewesen – ein Sieg der forschenden Idealisierung über bloße Mißgeschicke: »Bei der Auswahl einer Bilderfolge ist ein gewisses Urteil vonnöten. Es gibt nur eine Möglichkeit: Man muß jede Phase in einer beträchtlichen Anzahl von Zeichnungen festhalten und dann daraus eine Folgereihe zusammensuchen. Allerdings ist überall, wo Urteil gebraucht wird, auch Raum für Fehlurteile, und [. . .] ohne die Anleitung durch eine Theorie kann man die Zeichnungen unmöglich so zusammenstellen, daß sie eine folgerichtige Geschichte erzählen [. . .]. Bitte haben Sie deshalb die Güte, daran zu denken, daß diese Chronik von Ereignissen, die innerhalb einer Zehntelsekunde stattfanden, kein mechanisches Protokoll, sondern das Werk eines fehlbaren menschlichen Historikers ist.«⁴ Aber jetzt und mit Verspätung war er an dem Punkt angelangt, seine eigene, zwanzig Jahre durchgehaltene fehlbare Mühe, Phänomenen Regelmäßigkeit aufzuzwingen, geringer zu schätzen als »ein mechanisches Protokoll«, eine Art Blindsehen, das weder Asymmetrie noch Unvollkommenheit scheute. Anders als früher bedauerte er jetzt die allzumenschlichen Entscheidungen, die nötig waren, um das von Variationen verdeckte Phänomen ans Licht zu bringen. Und erst jetzt fiel ihm auf, wie unzuverlässig das eigene Urteilsvermögen ist.

Zwanzig Jahre lang hatte Worthington die symmetrischen, perfektionierten Naturformen als wesentlichen Zug seiner Morphologie der Tropfen angesehen. Alle seine asymmetrischen Bilder waren im Labor geblieben – nicht eines davon erschien in seinen zahlreichen wissenschaftlichen Publikationen. Mit seiner Auswahl stand er nicht allein – in der langen Zeit der systematischen Forschung auf unzähligen Gebieten der Wissenschaft hatte sich die Entscheidung für das Vollkommene und gegen das Unvollkommene fest eingespielt. Idealisierung war seit langem das Leitprinzip, ob es um anatomische Strukturen oder zoophysiologische Kristalle ging. Warum sollte irgend jemand als Grundmodell des menschlichen Thorax ein Exemplar mit einer gebrochenen Rippe wählen? Wer hätte gewollt, daß das Musterbild eines rhomboiden Kristalls eine abgestoßene Ecke hatte? Welche ferne Zukunft der Wissenschaft würde je eine »mißgestaltete« Schneeflocke brauchen, die nicht ihre sechsfache Symmetrie zeigte, ein mikroskopisches Bild mit einem optischen Artefakt der Linse oder eine Kleepflanze mit einem insektenzerfressenen Blatt? Aber nach dem Schock

von 1894 begann Worthington sich zu fragen – und wiederum nicht als einziger –, wie er und andere so lange nur Augen für eine Vollkommenheit hatten haben können, die gar nicht vorhanden war.

In den Monaten, als er, erschüttert von der Entdeckung, anfangs, Photos von aufprallenden Tropfen nachzuzeichnen und in Kupfer stechen zu lassen, wurde ihm die Last der Umstellung vielleicht dadurch leichter, daß er das frühere epistemologische Ideal zum bloß Psychologischen herabstufte. Vielleicht, so spekulierte er 1895, hatte es daran gelegen, daß der Verstand dazu neigt, Variationen wieder in die Regelmäßigkeit zu integrieren. Vielleicht hatte die übermäßige Konzentration auf einen regelmäßigen Teilbereich des Spritzers zur fälschlichen Generalisierung geführt. »In verschiedenen Fällen konnte ich mit dem bloßen Auge einen Spritzer beobachten, der auch photographiert wurde«, sagte er. Er notierte sich, daß der Spritzer »ganz regelmäßig« gewesen sei, allerdings ergab die genaue Betrachtung des Photos später, daß der Spritzer alles andere als Regelmäßigkeit gezeigt hatte.⁵ Was eine hochgeschätzte wissenschaftliche Tugend gewesen war – das Aufsuchen und Dokumentieren des Wesentlichen, des idealen *Auto-Splash* –, hatte sich in einen psychologischen Mangel, einen Defekt in der Wahrnehmung verkehrt.

Jetzt, im Jahr 1895, erklärte Worthington seinen Zuhörern, die früheren Darstellungen vollkommener Tropfen müßten verworfen werden. Statt dessen verlangte er nach Bildern, die die physikalische Welt in ihrer ganzen Komplexität und asymmetrischen Individualität darstellten – die sie in »objektiver Sicht«⁶ zeigten, wie er zusammenfaßte. Nur auf diese Weise werde man »wirkliche, im Gegensatz zu imaginären Flüssigkeiten« erkennen.⁷

Worthingtons Konversion zur »objektiven Sicht« ist emblematisch für einen Gezeitenwechsel in den Beobachtungswissenschaften. Im Lauf des neunzehnten Jahrhunderts begannen auch andere Wissenschaftler, von den Astronomen bis zu den Bakteriologen, in Atlanten und Lehrbüchern ihre Traditionen der idealisierenden Darstellung in Zweifel zu ziehen. Daß man auf der Suche nach dem Wesentlichen das Gestrüpp des Zufälligen beseitigte, hatte lange Zeit als höchst bewundernswertes Ziel gegolten; jetzt wurde es zu einem wissenschaftlichen Laster.

Dieses Buch handelt von der Schaffung einer neuen epistemischen Tugend – der wissenschaftlichen Objektivität –, die Wissenschaftler zum Umschreiben und Neuentwerfen der Richtlinien trieb, anhand

deren die Natur in ihre grundlegenden Gegenstände eingeteilt wird. Es handelt von der Suche nach dieser neuen Form eines Blindsehens ohne Vorurteile und ohne interpretierendes Denken, die wir wissenschaftliche Objektivität nennen.

Erkenntnistheorien des Auges

Blindsehen

Die wissenschaftliche Objektivität hat eine Geschichte. Nicht immer war Wissenschaft durch Objektivität definiert. Objektivität ist auch nicht dasselbe wie Wahrheit oder Gewißheit, und der Begriff ist jünger als diese beiden. Objektivität bewahrt das Artefakt oder die Variation, die im Namen der Wahrheit ausgelöscht worden wären; sie hat Skrupel, das Rauschen auszublenden, das die Gewißheit unterminiert. Objektiv sein heißt, auf ein Wissen auszusein, das keine Spuren des Wissenden trägt – ein von Vorurteil oder Geschicklichkeit, Phantasievorstellungen oder Urteil, Wünschen oder Ambitionen unberührtes Wissen. Objektivität ist Blindsehen. Erst im neunzehnten Jahrhundert begannen Wissenschaftler, nach diesem Blindsehen zu streben, nach dieser »objektiven Sicht«, die Zufälle und Asymmetrien, Arthur Worthingtons zerschlagene Spritzerkrone (*splash-coronet*), einschließt. Dieses Buch untersucht, wie und warum Objektivität als eine neue Weise der Naturforschung und des Forscherdaseins aufkam.

Seit dem neunzehnten Jahrhundert hat die Objektivität ihre Propheten, Philosophen und Prediger. Aber ihre Besonderheit – und ihre Sonderbarkeit – zeigt sich am deutlichsten in der alltäglichen Arbeit derer, die sie praktizieren: buchstäblich in der entscheidenden Praxis der wissenschaftlichen Bildgebung. Bildgebung ist nicht das einzige Verfahren, das der wissenschaftlichen Objektivität dient; ein ganzes Arsenal anderer Techniken, zu denen Inferenzstatistik, klinische Doppelblindversuche und selbstregistrierende Geräte gehörten, sollte die Subjektivität in Schach halten.¹ Aber keine dieser Techniken ist so alt und so allgegenwärtig wie das Bildermachen. Wir haben uns entschieden, die Geschichte der wissenschaftlichen Objektivität anhand von Bildern aus der langen Tradition der wissenschaftlichen Atlanten zu erzählen, denn Atlanten sind Auswahlmengen der Bilder, die die signifikantesten Forschungsgegenstände eines Fachs bestimmen.

Sehen Sie sich die drei Abbildungen auf S. 20 f. aus wissenschaftlichen Atlanten an: Die erste stammt aus einem Pflanzenatlas des achtzehnten Jahrhunderts; die zweite aus einem im späten neunzehnten