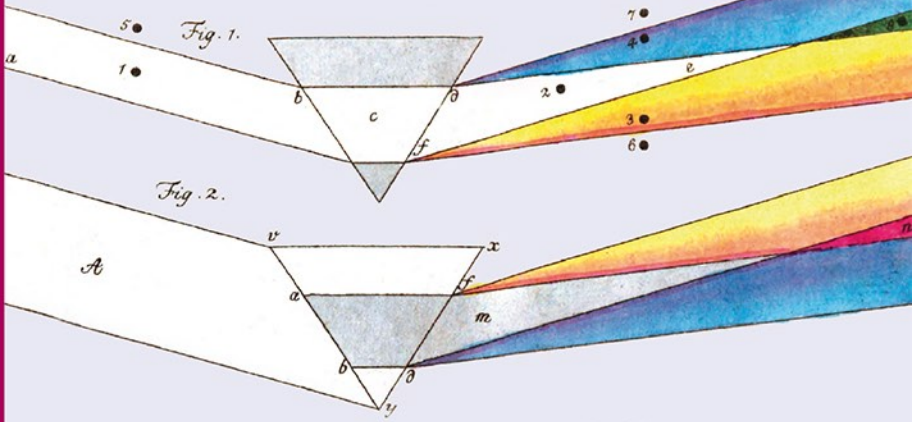




Olaf L. Müller

Ultraviolett

Johann Wilhelm Ritters Werk und Goethes Beitrag –
zur Biografie einer Kooperation

Olaf L. Müller

Ultraviolett

Johann Wilhelm Ritters Werk
und Goethes Beitrag –
zur Geschichte einer Kooperation

Schriften der Goethe-Gesellschaft

Band 80

Herausgegeben von
Stefan Matuschek

Olaf L. Müller
Ultraviolett

*Johann Wilhelm Ritters Werk
und Goethes Beitrag –
zur Geschichte einer
Kooperation*



WALLSTEIN VERLAG

Gedruckt mit freundlicher Unterstützung
der Geschwister Boehringer Ingelheim Stiftung
für Geisteswissenschaften in Ingelheim am Rhein,
der Goethe-Gesellschaft in Weimar
und der Deutschen Forschungsgemeinschaft
(Projekt: Goethes Farbenlehre und
photochemische Experimente J. Ritters)

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Wallstein Verlag, Göttingen 2021
www.wallstein-verlag.de
Vom Verlag gesetzt aus der Garamond
Umschlag: Susanne Gerhards, Düsseldorf, und
Marion Wiebel, Wallstein Verlag

ISBN (Print) 978-3-8353-3978-1
ISBN (E-Book, pdf) 978-3-8353-4702-1

Inhalt

Zum Geleit	9
Einleitung	13
1. Vorbereitungen	21
1.1. Goethe und Ritter – eine Herausforderung für die Wissenschaftsgeschichte	22
1.2. Goethes frühe Arbeiten in der Optik	45
1.3. Polarität in Goethes früher Farbforschung	67
1.4. Goethe sucht überall nach Polaritäten und entdeckt beinahe das Ultraviolett	92
2. Zwei Wissenschaftler nähern sich an	111
2.1. Ein Ritter tritt auf den Plan (Frühsommer 1798)	112
2.2. Früher Einfluss Goethes auf Ritter (1798 bis Anfang 1800)	127
2.3. Ein Wissenshimmel auf Erden – die ersten belegten Treffen (September 1800)	158
2.4. Goethe zieht Ritter in sein Projekt hinein (Herbst 1800)	172
3. Die Entdeckung des UV-Lichts aus dem Geiste der Polarität	201
3.1. Ritters wichtigste Entdeckung (Februar 1801)	202
3.2. Goethes langer Brief (März 1801)	231
3.3. Ritters ultravioletter Frühling	244
3.4. Goethes Fingerabdrücke in Ritters Jenaer Vortrag (März 1801)	267
3.5. Ritter zieht nach Weimar und bewegt sich weiter auf Goethe zu (April und Mai 1801)	282

Farbtafeln	305
4. Das verschmähte Geschenk Ritters für Goethe	321
4.1. Ritter stürzt Newton (Sommer 1801)	322
4.2. Zwistigkeiten (September 1801).	333
4.3. Mutmaßungen über einen mutmaßlichen Streit	349
4.4. Die zwei Entdeckungen in Ritters Rückschau (1802 bis 1803).	362
4.5. Literarische Spiegelungen (1801-1810)	387
5. Getrennte Wege	421
5.1. Ritter auf dem Absprung aus Jena (1803 bis 1805).	422
5.2. Seebeck tritt an Ritters Stelle (1806 bis 1807).	439
5.3. Wünschelruten und Wahlverwandschaften (1807 bis 1809)	447
5.4. In weiter Ferne, so nah – Ritter kehrt in die Chemie zurück (1806 bis 1808)	472
6. Neue Annäherungen	483
6.1. Ritter veröffentlicht Goethes Brief (Ende Juli 1808)	484
6.2. Ritters ehrliche Meinung über Goethe? (August 1808)	499
6.3. Keinem Ende wohnt ein Zauber inne (1810)	520
6.4. Was ist eigentlich Polarität?	539
Nachweise der Farbtafeln	563
Literaturverzeichnis	565
Personenregister	619

für Gerhard G. Paulus

Zum Geleit

Dieses Buch rekonstruiert, wie aus einer falschen Annahme heraus eine richtige Entdeckung gelang. Die falsche Annahme stammt von Johann Wolfgang von Goethe und seiner *Farbenlehre*, die richtige Entdeckung ist der erste Nachweis der ultravioletten Strahlung. Der Vermittler zwischen beiden ist der »romantische« Naturforscher Johann Wilhelm Ritter. Neben der Entdeckung der UV-Strahlen war er ein erfolgreicher Galvanismus-Forscher, erfand er den Akkumulator, inspirierte er die Jenaer Frühromantiker, insbesondere Novalis, und verlor er am Ende seinen guten Ruf, indem er die Wirkung von Wünschelruten nachweisen wollte. In einer kleinschrittig-minutiösen Doppelbiographie rekapituliert Olaf Müller das Zusammenwirken dieser beiden Naturforscher, in dem sich Irrtum und Wahrheit produktiv mischen. Denn es war offenbar Goethes – sachlich falsche – Annahme, dass das Farbspektrum symmetrisch wäre, die Ritter, nachdem der Astronom Friedrich Wilhelm Herschel um 1800 die Infrarotstrahlung entdeckt hatte, am anderen Rand des Spektrums nach einer Entsprechung suchen ließ. Gefunden hat er etwas – doch nicht das, was er eigentlich suchte: den Nachweis der Symmetrie im Farbspektrum. Falsche Annahmen, so zeigt sich hier, können zu richtigen Entdeckungen führen.

Olaf Müller stellt dies nicht als Kuriosum dar, sondern als einen Normalfall der Wissenschaftsgeschichte. Theorie und Empirie stehen in einem Spannungsverhältnis. Es sind immer wieder unhaltbare Theorien, die dennoch ertragreiche empirische Ergebnisse provozieren, die dann im Idealfall zur Korrektur und Verbesserung der Theorie führen. Der Fall hier verlief indes nicht ideal. Goethe, weiß man, hielt bis zuletzt an seiner Überzeugung eines symmetrischen Farbspektrums fest. Über Ritters Entdeckung wirkte seine *Farbenlehre* einmal produktiv auf die physikalische Optik ein; eine kurze, indirekte Verbindung, die an der grundsätzlichen Opposition nichts geändert hat.

Goethes *Farbenlehre* erregt seit zwei Jahrhunderten die Gemüter; heute wohl in höherem Maße als etwa der *Werther*-Roman. Dieses und andere dichterische Werke Goethes sind weitaus bekannter als sein naturwissenschaftliches Hauptbuch. Doch ruhen sie längst im gesetzten Zustand des Kanonischen, der kaum

noch Leidenschaften oder gar ein hitziges Für und Wider hervorruft. Mit der *Farbenlehre* ist das anders. Sie ist nicht kanonisch, doch auch nicht vergessen, sondern lebt in einem gar nicht so kleinen Leserkreis als anhaltender Streitfall fort. Dieser Kreis besteht aus Liebhabern und aus solchen, die nur den Kopf darüber schütteln, wie sich der in vielem so geniale Mann in seine besserwisserische Newtonopposition hat verrennen können – und darin auch noch seine hauptsächliche Lebensleistung hat sehen wollen.

Wer heute diese Leistung anerkennen will, blendet die Newton-Polemik aus, um die *Farbenlehre* in ganz anderer, allgemeinerer Weise zu würdigen: als eine alternative Naturwissenschaft, die nicht nur die Sprache der Mathematik spricht, sondern auch die menschliche Physiologie und die darin begründeten Wahrnehmungsqualitäten, damit das Verhältnis des Menschen zur Natur mit bedenkt. Naturphänomene verstehen wir, indem wir sie körperlich-sinnlich erfahren und erleben – und nicht dadurch, dass wir sie auf Messinstrumenten ablesen: das ist die Botschaft von Goethes *Farbenlehre*, die in unserer heutigen, messdaten- und rechnergetriebenen Naturforschung bei gleichzeitiger Naturzerstörung eine ganz andere Verheißung in sich trägt als zu ihrer Entstehungszeit vor gut 200 Jahren. Sie klingt nach einer Versöhnung von Mensch und Natur, nach dem Dringendsten also, was uns nach den überwältigenden Siegen der durch die mathematisierten Naturwissenschaften ermöglichten und getriebenen Industrialisierung fehlt. Goethe selbst hat mit diesem heutigen Krisenbewusstsein nichts zu tun. Er will die Entstehung und Ordnung der Farben erklären. Sein dabei zum Ausdruck kommendes körperlich teilnehmendes Naturverhältnis kann heute in einer ganz anderen Dimension verstanden werden als zu seiner Zeit.

Sieht man darauf, wie breit Goethe die Farben von physikalischen, chemischen, menschlich physiologischen bis hin zu emotionalen und sittlichen Aspekten behandelt, kann man tatsächlich an das Ideal der ›Ganzheitlichkeit‹ denken, das die moderne Wissenschaftskritik gegen die fortschreitende Spezialisierung und die Horizontverengung der Expertenkulturen stellt. Dass Goethe selbst nicht nur Farbenforscher, sondern auch so vieles andere war, macht ihn zur Leitfigur eines ersehnten integralen Weltverständnisses, das nicht nur im Einzelnen, sondern gerade als Gesamtsicht auf der Höhe der Sache sei. Mit Olaf Müllers Buch wird man in dieser Hinsicht jedoch nüchterner und skeptischer, weil man auch die Kehrseite des Ganzheitlichkeits-Ideals sieht. Dass Goethe Newtons Spektralzerlegung des weißen Lichts ablehnte, lag wesentlich daran, dass sie seiner universalen Strukturformel von ›Polarität und Steigerung‹ widerspricht. Mit dieser auf die ›ganze‹ Natur be-

zogenen Formel will Goethe die Farben als ein Zusammenwirken der Pole Licht und Finsternis erweisen, wobei er die Finsternis nicht als Abwesenheit von Licht, sondern als eine eigene Wesenheit versteht. Nur so kann die *Farbenlehre* dem Grundsatz der Polarität entsprechen. ›Ganzheitliche‹ Erklärungsansätze, lernt man daraus, können gerade mit diesem Anspruch in die Irre führen. In Olaf Müllers Rekonstruktion sieht man Goethes Verbindungen und Distanzen zu den zeitgenössischen Naturwissenschaftsdiskursen so genau und abgestuft, dass er nicht länger als einsam Verstockter oder als überlegene Alternative erscheinen kann.

Ein Wort noch zur Romantik. Olaf Müller zeigt – im Einklang mit der wissenschaftshistorischen Forschung insgesamt – einmal mehr, dass Ritter nicht als spekulativer Romantiker den empirisch arbeitenden Nicht-Romantikern gegenübersteht. Spekulation vs. Empirie ist keine brauchbare Demarkationslinie, um die romantische von der nicht-romantischen Naturforschung um 1800 zu trennen. Bei Ritter und Goethe findet sich wie fast bei allen die oben schon erwähnte Spannung von spekulativer Theoriebildung und Empirie. Das spezifisch Romantische, mag man erwägen, liegt in der Ausrichtung auf ein ganzheitliches, allumfassendes Verständnis. In diesem Sinne ist Goethes Strukturformel von ›Polarität und Steigerung‹ eindeutig romantisch.

Weimar im Juli 2021
Stefan Matuschek

Einleitung

Am Übergang vom 18. zum 19. Jahrhundert erhielt die Erforschung des Lichts und des Sonnenspektrums mit atemberaubendem Tempo frische Impulse. Kaum hatte der deutsch-britische Astronom Wilhelm Herschel im Jahr 1800 jenseits vom roten Ende des Sonnenspektrums eine unsichtbare Strahlung entdeckt, unser heutiges Infrarot, da dachte sich ein junger Naturwissenschaftler in Jena, er habe aus Symmetriegründen auf der anderen Seite außerhalb des Spektrums ebenfalls eine unsichtbare Strahlung zu erwarten. Sofort ersann er ein entsprechendes Experiment und wies am 21. Februar 1801 jenseits der sichtbaren blavioletten Spektralbereiche die Wirkungen dessen nach, was wir heute als UV-Licht bezeichnen: eine bahnbrechende Entdeckung.

Der junge Mann trug den Namen Johann Wilhelm Ritter, war gelernter Apotheker, litt ständig unter Geldsorgen und hatte sich ab 1796 an der Universität Jena weitgehend eigenständig in damals florierende Gebiete der Chemie und Physik eingearbeitet. Er hatte mit dem Naturforscher Alexander Humboldt kooperiert, war in den Kreis der Frühromantiker um Caroline Schlegel, Dorothea Veit und deren Partner, die Brüder Friedrich und August Wilhelm Schlegel aufgenommen worden, hatte sich mit dem Dichter Friedrich Hardenberg (Novalis) befreundet, mit dem Philosophen Friedrich Wilhelm Joseph Schelling diskutiert, ja gestritten – und war irgendwann vor 1800 (keiner weiß, wann genau) auch auf Johann Wolfgang Goethe gestoßen.

Der war einerseits für die Organisation der Jenenser Universität zuständig, andererseits verstand er sich als Naturwissenschaftler und arbeitete an einer großangelegten Untersuchung zu Farben, Licht und Finsternis – mit dem halbsbrecherischen Ziel, Isaac Newtons Theorie der Spektralfarben zu untergraben. Im Zuge dieses Projekts machte er kein Geheimnis aus seiner Überzeugung, dass die gesamte Natur von Polaritäten beherrscht werde, also von symmetrisch entgegengesetzten Wirkfaktoren wie z. B. magnetischem Nord- und Südpol oder elektrischem Plus- und Minuspol. Mit dieser Sichtweise stand er damals nicht alleine; sie war hochumstritten, doch einige namhafte Physiker und Chemiker der Goethezeit (auf die ich im Lauf meiner Darstellung zurückkommen werde) strebten ebenfalls nach einer vereinheitlichten

Naturlehre und wollten der Polaritätsidee darin eine grundlegende Rolle zuschreiben.

Einer dieser Forscher ist Ritter gewesen; er hat sich von Goethe in die umfassende Suche nach Polarität hineinziehen lassen *und stieß genau infolgedessen auf die Wirkungen des Ultravioletten* – so jedenfalls lautet die These des vorliegenden Buchs: Unter dem Einfluss Goethes begann sich Ritter für Lichtspektren und Farben zu interessieren, unter Goethes Einfluss gewann die Polaritätsidee immer größere Bedeutung für seine wissenschaftliche Arbeit, unter Goethes Einfluss entdeckte er das Ultraviolette, und unter Goethes Einfluss verwandelte er sich schließlich fatalerweise in einen Gegner der Optik Newtons.

Dabei hat er sich nicht von Goethe über den Tisch ziehen lassen. Im Gegenteil, er begann wie jeder ernsthafte Naturwissenschaftler seiner Zeit mit der unhinterfragten Voraussetzung, dass Newtons Theorie vom Licht und den Farben stimmen müsse. Zwar hatte er im Schutzraum seines persönlichen Arbeitsjournals bereits mit den optischen Polaritätsideen Goethes hantiert, und das just in dem Augenblick, in dem er den Plan für das großartige Experiment schmiedete. Doch nachdem ihm kurz darauf seine bahnbrechende Entdeckung gelungen war, präsentierte er sie in einer sofort herausgejagten Eilmeldung noch im Rahmen der newtonischen Theorie, also ungefähr so, wie wir es heutzutage für richtig halten: als Entdeckung unsichtbarer Lichtstrahlen, die vom Prisma stärker gebrochen werden als die sichtbaren blavioletten Bestandteile im weißen Sonnenlicht.

Erst nachdem er sich mit Goethe getroffen, ihm das Experiment gezeigt, mit ihm darüber diskutiert und einen langen Brief von ihm empfangen hatte, ließ er sich Schritt für Schritt auf dessen Sichtweise ein. Er unternahm zusätzliche Experimente, die ihm Goethe brieflich aufgetragen hatte, führte sie eigenständig weiter und kam nach Monaten intensiver Forschung zu dem in unseren Augen haarsträubenden Ergebnis, dass Newton unrecht und Goethe recht hat.

Wie eine genaue Lektüre der überlieferten Notizen, Tagebücher, Briefe und Publikationen Ritters zeigt, hat er der Polaritätsidee nach und nach in seiner Forschung immer stärkeres Gewicht gegeben. Zuerst nutzte er sie im engen Bereich der Elektrizität; danach diente sie ihm als probates Mittel zur Formulierung einer überraschenden optischen Hypothese über das Ultraviolette, für deren sensationelle Bestätigung ihm ein unabweislicher Platz in den Geschichtsbüchern zukommt. Dann leckte er Blut und experimentierte unter Goethes polaristischen Vorzeichen solange weiter, bis er sich in der Optik voll und ganz auf dessen Seite schlug. Noch später organisierte er seine gesamte

Forschung (auch außerhalb der Optik) an der Polaritätsidee: an einer Idee, die aus unserer heutigen Sicht so obsolet ist wie viele andere Ideen vom Friedhof der Wissenschaftsgeschichte, die aber trotz ihrer späteren Gegenstandslosigkeit einen Anlass für die immer noch gültige Entdeckung des Ultravioletten geboten hat. Es bleibt dabei, Ritter hat diese unsichtbare Strahlung entdeckt, und Goethe hatte daran keinen kleinen Anteil – obgleich wir den entdeckten Effekt heute auf völlig andere physikalische Ursachen zurückführen, als es sich die beiden seinerzeit zurechtgelegt haben.

Zwar trennten sich die Wege meiner beiden Protagonisten schon ein halbes Jahr nach Ritters bahnbrechender Entdeckung, möglicherweise wegen einer wissenschaftlichen Kontroverse. Doch auch bei vergrößertem Abstand zogen beide weiter an einem Strang – bis Ritter im Jahr 1810 eines viel zu frühen, tragischen Todes gestorben ist.

Soviel im Schnelldurchgang zu der Geschichte, die ich in diesem Buch darstellen möchte. Es ist die Geschichte der wissenschaftlichen Kooperation zweier sehr verschiedener Männer, eine Art Doppelbiographie also. Ihre Geschichte wird hier zum ersten Mal ausführlich entfaltet. Aus ihr lässt sich eine Menge über Goethes wissenschaftlichen Neuigkeitshunger, seine wissenschaftliche Arbeitsweise und sein wissenschaftliches Temperament lernen; jahrzehntelang folgte er glasklaren Zielen mit einer Methode, die nicht ohne Meriten war und aus damaliger Sicht alles andere als irrational. Und ist es die Geschichte eines genialen jungen Physikers, seines Muts zum Risiko, seiner traumwandlerischen Intuition, seines Scheiterns auch; anders als der mittlerweile in sich ruhende Goethe war er ein Kind seiner romantischen Zeit, durchlief Höhenflüge, überstand Abstürze – himmelhoch jauchzend und zum Tode betrübt.

Aus zwei Gründen ist es eine überraschende Geschichte. Erstens sind sich fast alle Kommentatoren einig, dass Goethes Farbenforschung jeden anständigen Physiker seiner Zeit verschrecken musste. Dieses Klischee passt nicht zu seiner konstruktiven Zusammenarbeit mit einem der damals talentiertesten Experimentatoren, der noch die verzwicktesten Versuche erfolgreich durchzuführen wusste. Mehr noch, wenn sich Ritter und Goethe in ihren Forschungen gegenseitig anregten, und zwar auf Augenhöhe, dann sollten wir Goethes naturwissenschaftliche Arbeit in der Optik vielleicht nicht als haltlosen Dilettantismus oder beklagenswerte Verrücktheit abtun. Stattdessen könnte es sich lohnen, sich in die damals durchaus üblichen Methoden und Modelle hineinzudenken, um ihre zeitbedingte Folgerichtigkeit nachzuvollziehen. Man lernt bei dieser Übung auch etwas über die Vorläufigkeit jedweder na-

turwissenschaftlichen Modellbildung; selbst die wesentlich feineren und stärkeren Modelle unserer Zeit könnten eines schönen Tages obsolet werden.

Und zweitens wird dem Farbenforscher Goethe immer vorgeworfen, er wäre starrköpfig beim oberflächlichen Schein stehengeblieben, hätte also keine Ahnung davon gehabt, wie man in der neueren Physik mithilfe technischer Mittel unter die wahrnehmbare Oberfläche vorstoßen könne und müsse. Zu diesem Vorwurf will es nicht recht passen, dass sich Ritter ausgerechnet durch Goethe dazu anregen ließ, das Newtonspektrum auch jenseits der sichtbaren Endpole zu untersuchen, und dass Goethe diese photochemischen Untersuchungen willkommen geheißen hat. Wie sich herausstellen wird, war er von ihnen deshalb angetan, weil er – irrigerweise, aber verständlicherweise – meinte, dass sie seine polare Sicht der Spektralfarben bestätigten.

Wenn diese Thesen richtig sind, dann müssen wir unser Goethebild revidieren und seinen Beitrag zur Physik seiner Zeit historisch ernster nehmen als gedacht. Dafür spricht ein Detail, das bislang nicht recht gewürdigt worden ist und das erst durch meine Darstellung in seiner vollen Bedeutung eingeordnet werden kann: Bereits zehn Jahre vor Ritters Entdeckung wäre Goethe beinahe selber auf das Ultraviolette gestoßen; er hatte alle Bestandteile des Nachweises beisammen und hat die Sache nur um Haaresbreite verfehlt. Dass die Entdeckung ausgerechnet in seinem wissenschaftlichen Umfeld vollzogen wurde, ist vielleicht weniger überraschend, als man denken könnte. Der Wahnsinn hatte Methode, soll heißen: Ritters und Goethes methodische Suche nach polaren Symmetrien lenkte Ritters Aufmerksamkeit auf einen ganz bestimmten Bereich der spektralen Phänomene, in dem damals wirklich etwas zu holen war. Auch mit anderen Suchstrategien hätte man dort seinerzeit fündig werden können; aber es ist allemal instruktiv mitzuverfolgen, wie es *de facto* zur Entdeckung des Ultravioletten gekommen ist. Goethe war besonders nah am Geschehen.

Hinweise zum Gebrauch

Am Anfang der sechs Hauptteile findet sich jeweils eine knappe *Zeittafel*, in der ich das chronologische Gerüst der Darstellung zusammenstelle, ohne dabei auf weniger wahrscheinliche Datierungsalternativen einzugehen (die im eigentlichen Text differenzierter zu erörtern sind). Je eine zusätzliche *Zeittafel* steht vor dem Kapitel 4.5 (mit Daten zu Ritters Spiegelungen im *Faust*) und vor dem Kapitel 5.3 (mit Daten zu Ritters Echo in den *Wahlverwandtschaften*).

Die Passagen meines Textes (wie z. B. der nächste Absatz), die den Hauptgedankengang vertiefen, ohne für sein Verständnis nötig zu sein, sind klein-

gedruckt. So finden sich im Kleingedruckten unter der Überschrift »*Vertiefungsmöglichkeit*« weiterführende Überlegungen, offene Probleme, Anregungen zum Weiterdenken und Richtigstellungen von Details, die im Haupttext um der Kürze willen vereinfacht dargestellt werden mussten.

Vertiefungsmöglichkeit. Längere kleingedruckte Passagen (wie z.B. zur Datierung einer Entdeckung Ritters im Kapitel 2.3, ab § 2.3.5) stehen immer am Ende eines Kapitels; ich setze sie vom großgedruckten Haupttext ab, indem ich ihnen folgendes Signal vorausschicke:

* * *

Dieses Signal soll andeuten, dass der Hauptgedanke im nächsten Kapitel weitergeht, dass also ungeduldige Leserinnen und Leser ihre Lektüre gleich beim folgenden Kapitel fortsetzen können, ohne etwas wesentliches zu verpassen. (Dasselbe Signal zwischen zwei kleingedruckten Passagen weist darauf hin, dass es sich um getrennte Detailüberlegungen handelt, die nichts miteinander zu tun haben). Querverweise wie § 1. 2. 8k beziehen sich auf die kleingedruckte Passage am Ende von § 1. 2. 8.

Die *Anmerkungen* in den Fußnoten muss man nicht lesen, um meinem Gedankengang zu folgen; sie enthalten mit Ausnahme der jetzigen¹ nichts anderes als

- 1 Mein erster und größter Dank geht an eine Chemikerin, die zugleich als Philosophin gearbeitet hat: Ohne Anna Reinachers Forschungen über Ritters Photochemie hätte ich dieses Buch weder schreiben können noch wollen; die Spuren unserer Zusammenarbeit finden sich in jedem Kapitel. Herzlichen Dank auch an die Physikerin Kerstin Behnke, die große Teile des Manuskripts mit konstruktiver Kritik bedacht hat. Beide Wissenschaftlerinnen gehörten zusammen mit Wolfgang Böhrner, Christoph Demian, Rebecca Eilfort, Anastasia Klug, Ulrich Kühne, Bernhard Kraker v. Schwarzenfeld und Troy Vine zu einer Arbeitsgruppe, in der wir allwöchentlich Vorfassungen einzelner Kapitel diskutiert haben. Dank an Ingo Nussbaumer und Hubert Schmidleitner für Rat in allen Farbenfragen; Dank an Johannes Grebe-Ellis und Matthias Rang für Rat in allen physikalischen Fragen; Dank an Timo Mappes für einen kritischen Kommentar zur vorletzten Fassung, mit dem er mich vor 170 falschen Zungenschlägen bewahrt hat. Den Teilnehmerinnen und Teilnehmern dreier Goethe/Ritter-Workshops danke ich für stimulierende Teilnahme, und zwar insbesondere Thomas Bach, Gunnar Berg, Anne Bohnenkamp-Renzen, Mathias Deutsch, Doris Ehrhart, Thomas Filk, Ursula Klein, Wolfgang Lefèvre, Gisela Maul, Gerhard Paulus, Klaus Rademann, Martin Radtke, Christian Rüssel, Alexander Schreiber, Heiko Weber. Ich danke Laura Goronzy, Eva-Maria Kachold, Sarah Schalk und Derya Yürüyen für umfangreiche Recherchen zu den Zitaten und zur Bibliographie sowie für redaktionelle Mitarbeit. Eine Reihe weiterer Personen hat mir bei einzelnen Kapiteln mit Kritik, Beispielen, Auskünften und Anregungen weitergeholfen, u. a. Jeremy Adler, Jörg Baberowski, Eva Beck, Eckhard Bendin, Ralf Breslau, Katja Deinhardt, Jutta Eckle, Stefan Grosche, Konrad Heumann, Andrew Jackson, Annemarie Kaindl, Andreas Klei-

langweilige Literaturverweise, fremdsprachige Originalzitate sowie manchmal eine knappe Erörterung zu deren Übersetzung und Interpretation.²

Zu den Zitaten und ihrer Übersetzung ins Deutsche: Fremdsprachige Zitate haben wir zunächst wörtlich ins Deutsche übertragen (und dabei eventuell existierende Übersetzungen konsultiert). Doch für die Endfassung aller übersetzten Zitate habe ich ausgiebig von der Binsenweisheit Gebrauch gemacht, dass jede Übersetzung Interpretation ist; der Verständlichkeit zuliebe sowie aus stilistischen Gründen habe ich den ursprünglichen Wortlaut z. T. erheblich verändert, und zwar auch bei bereits anderswo veröffentlichten Übersetzungen. Um das kenntlich zu machen, gebe ich in der Anmerkung nach jedem schon anderswo übersetzten Zitat zwar die Fundstelle der Übersetzung an, die ich herangezogen habe – aber immer dann mit dem Vorspann »vergl.«, wenn meine Fassung vom Wortlaut dieser Fundstelle abweicht. (Dieser Vorspann fehlt also nur in den wenigen Fällen, in denen ich kein Iota verändert habe). Meine übersetzerische Freiheit hat einen angenehmen Nebeneffekt: Nicht immer ist es nötig, weggelassene Wörter durch »[...]« zu kennzeichnen. – Zur Beruhigung: Sämtliche übersetzten Zitate finden sich originalsprachlich in den Anmerkungen.

nert, Michael Mandelartz, Stefan Matuschek, Johannes Müller, Michael Niedermeier, Reiner Niehoff, Natascha Pflaumbaum, Konrad Scheurmann, Martin Schlüter, Friedrich Steinle, Alexander Stöger, Thomas Sturm, Norbert Suhr, Wanda Trzaska, Gábor Zemplén, Paul Ziche, Bettina Zimmermann.

- 2 Oft erwähne ich in den Fußnoten Textstellen, auf die sich andere Autoren beziehen; bei der Überprüfung dieser Angaben habe ich zuweilen andere Ausgaben der fraglichen Texte zurategezogen, und ich nenne immer nur die Textstellen, die mir dabei vor Augen standen (ohne beispielsweise den Wechsel von einer zur anderen Goethe-Ausgabe eigens kenntlich zu machen). – Was die Fußnoten ebenfalls nicht bieten, ist ein akribischer Nachweis derjenigen Formulierungen, die ich so in früheren Schriften wörtlich oder fast wörtlich benutzt habe. Das hat mit Selbstplagiat nichts zu tun: Wenn ich z. B. meine frühere Beschreibung eines Experiments optimal finde, so spricht nichts dafür, sie nur deshalb zu ändern, weil ich erneut über dies Experiment sprechen muss; und wo ich die alte Beschreibung aus heutiger Sicht suboptimal finde, werde ich sie kurzerhand verbessern, statt mit der Arbeit wieder bei Null anzufangen. Das vorliegende Buch, das den Lesern alles an die Hand geben soll, was sie wissen müssen, überschneidet sich also aus guten Gründen stellenweise mit O. M. [GPÜb], O. M. [ML], O. M. [GPmS], O. M. [GPSZ], O. M. [GFT], O. M. [OEiG], O. M. [JRGF], O. M. [GRGR], O. M. [IRaI]. Wie ich hoffe, erübrigt es sich zu erwähnen, dass ich im folgenden weit über die wiederverwendeten Formulierungssplitter aus diesen Texten hinausgehe und dass die Knochenarbeit nicht in der sprachlichen Gestaltung der einzelnen Puzzlestücke liegt, sondern im Aufbau eines kohärenten Gesamtbildes.

In Sachen *Typographie* habe ich mit meinen Helferinnen und Helfern nicht alle Feinheiten aus den *Originalen* kopiert. So haben wir Anführungszeichen innerhalb von Zitaten stets durch »einfache Anführungsstriche« wiedergegeben. Einige veraltete Sonderzeichen haben wir modernisiert: Gleichheitszeichen im Innern zusammengesetzter Substantive geben wir (wie heute üblich) in Form einfacher Bindestriche wieder; querliegende »E«s über Vokalen (wie z. B. »ü«) schreiben wir als Umlaute (»ü«). Hingegen haben wir das (vor allem in Fraktur auftauchende) scharfe »s« genauso wiedergegeben wie alle anderen »s«; diese Regel führte oft dort zu einem Doppel-S, wo man vielleicht ebensogut ein Esszett hätte schreiben können. Zudem haben wir aus heutiger Sicht befremdende Leerzeichen (z. B. vor einem Komma) weggelassen.

Wo wir *Hervorhebungen aus dem Original* übernommen haben, sind sie einheitlich *kursiv* gesetzt – einerlei, ob sie im Original durch kursiv, fett oder gesperrt geschriebene Wörter oder Unterstreichungen angezeigt wurden. Wir geben nach der Quellenangabe stets an, ob die Hervorhebung aus dem Original stammt oder von mir oder ob sie von mir (teilweise) geändert wurde, wobei wir den Ausdruck »Hervorhebung« ohne Pluralform als *singulare tantum* im Sinne eines Masseterms wie »Kursivdruck« benutzen.

Wo es nicht anders angegeben ist, stammt ein *eckig eingeklammerter Zusatz in einem Zitat* von mir. (Trotz aller Bemühungen um Akkuratessse beim Zitieren haben wir die Kirche im Dorf gelassen: Wenn Ausdrücke anderer Autoren eigene grammatische Satzteile in meinen Sätzen bilden, haben wir auch zwischen Anführungszeichen die originalen Flexionsendungen an ihre neue Satzumgebung angepasst, ohne das extra mit eingeklammerten Wortbruchstücken zu dokumentieren; analog bei Groß- oder Kleinschreibungen. Wo es die Grammatik verlangt, reden wir also z. B. von »Fragmenten« anstelle von »Fragmente[n]«).

Bei *herausgegebenen Briefen* (wie denjenigen Ritters) haben wir die Zitate so abgeschrieben, wie sie der jeweilige Herausgeber vorgelegt hat; wo er Fußnoten eingefügt hat, lassen wir sie ohne eigenen Hinweis darauf weg; wo er Abkürzungen aufgelöst hat, schreiben wir die Auflösung ab (und zwar ohne eigens zu vermerken, dass die Auflösungen vom Herausgeber stammen und dort etwa kursiv hervorgehoben sind).

I. Vorbereitungen

Um 1600	Gilbert arbeitet mit Polaritäten am Magneten
1671/2	Newton veröffentlicht seine Heterogenität des Sonnenlichts
20. 3. 1683/4	Sehr frühes (wenn nicht das früheste) Vorkommen von »polarity«
28. 8. 1749	Geburt Goethes
1759	Aepin findet die elektrostatische Polarität am Turmalin
1763	Kant expliziert die polaristische Rede von negativen Größen u. a. am Beispiel von Wärme und Kälte
1766-1780	Bergmans schwedischer Ausdruck für Polarität wird von Röhl verdeutscht
10. 12. 1777	Goethe sieht auf dem Brocken die farbigen Schatten
19. 12. 1778	Lichtenbergs polaristische Spekulation über die Erde als Turmalin
1791	Goethe entdeckt die Polarität bei den Spektralfarben
Ca. 1792	Goethe erzeugt das objektive Goethespektrum mit Wasserprisma
2. 5. 1792	Goethes spektrale Experimente mit fluoreszierenden Leuchtsteinen
14. 7. 1798	Goethe schreibt Schiller über Polarität in den verschiedensten Phänomenbereichen
11. 8. 1798	Goethe macht seinen Plan öffentlich, die Optik polaristisch zu erforschen

1.1. Goethe und Ritter – eine Herausforderung für die Wissenschaftsgeschichte

Vorurteile über Goethe

§ 1.1.1. Der Autor der *Farbenlehre* war in optischen Angelegenheiten ein unbelehrbarer Dilettant, und daher ist es kaum verwunderlich, wenn so gut wie alle hauptberuflichen Physiker seiner Zeit nichts mit Goethes Newton-Kritik zu tun haben wollten. – Das ungefähr ist in einem Satz die Ansicht, die sich bei Kennern der *Farbenlehre* festgefressen hat, und zwar bei ihren Verächtern ebenso wie bei denen, die dieses größte oder jedenfalls längste Werk Goethes aus außerphysikalischen Gründen schätzen.

Die Ansicht beruht auf einem Vorurteil. Um es zu entkräften, soll meine Doppelbiographie die naturwissenschaftliche Kooperation Goethes mit einem überaus vielversprechenden Experimentalphysiker seiner Zeit darstellen – mit Johann Wilhelm Ritter, dem zweiten Protagonisten dieses Buchs.

Die Geschichte der beiden Protagonisten, die ich darstellen werde, hat Höhen und Tiefen. Zu Beginn ihrer Kooperation bewegten sie sich von völlig unterschiedlichen Ausgangspunkten und mit großer Geschwindigkeit aufeinander zu, dann kühlte sich ihr wissenschaftliches Verhältnis ab, doch als Ritter das Herzogtum Sachsen-Weimar für immer verlassen hatte, sandten beide Signale aus, die man als entschiedene Versuche einer Wiederannäherung deuten muss. Ob es wirklich dazu gekommen wäre und was sich daraus für den Einfluss der Farbenforschung Goethes auf den Gang der Physik ergeben hätte, wissen wir nicht, denn Ritter starb Anfang 1810 als Dreundreißigjähriger – das war wenige Monate, bevor Goethe seine *Farbenlehre* herausbrachte.

Unabhängig von Spekulationen hierüber möchte ich zeigen, dass Ritters photochemische Forschung genau derselben Methode folgte, die Goethe in seiner optischen Forschung jahrelang eingesetzt hatte; in der Tat scheint Ritter nicht nur die Methode Goethes übernommen zu haben, sondern auch dessen Forschungsfeld und zuletzt sogar nach einigem Zögern die antinewtonianische Marschrichtung.

Vertiefungsmöglichkeit. In kleiner Auflage war der erste Teilband der *Farbenlehre* (ihr didaktischer Teil) bereits im Jahr 1808 herausgekommen.¹ Er erschien dann abermals im Jahr 1810 zusammen mit dem polemischen und dem historischen Teil sowie dem Tafelteil.² Alle vier

1 Goethe [EF].

2 Goethe [ETN], Goethe [MzGF], Goethe [EzGF].

Teile bilden zusammen die *Farbenlehre*, wobei im Rahmen des Tafelteils noch drei weitere kurze Texte erschienen sind und im Rahmen des didaktischen Teils noch ein alles umgreifendes Vorwort.³ Zu den dezidierten Verächtern, die kein gutes Haar an der *Farbenlehre* ließen, zählen der Physiker Hermann Helmholtz und der Physiologe Emil du Bois-Reymond.⁴ Helmholtz reihte sich später in die Phalanx derer ein, die der *Farbenlehre* auch einige positive Seiten abzugewinnen wussten, sie aber in der physikalischen Hauptsache – im Angriff auf Newton – kompromisslos ablehnten, nicht viel anders als noch später die Physiker Werner Heisenberg und Max Born, die Literaturwissenschaftler Albrecht Schöne und Holger Helbig sowie die Goethe-Herausgeber Rike Wankmüller, Horst Zehe, Thomas Nickol und Manfred Wenzel.⁵ Nickols vernichtendes Votum führe ich stellvertretend für viele gleichlautende Urteile der Sekundärliteratur an; er nennt seine Dokumentation der Zeugnisse und Materialien zu Goethes Optik einen »Beitrag zur Geschichte des Dilettantismus in der Naturwissenschaft«.⁶

Goethes Ziele

§ 1.1.2. Goethe zielte auf die Polarität der Natur.⁷ Wie er glaubte, lassen sich die Naturerscheinungen der verschiedensten Bereiche mithilfe des Wechselspiels zweier entgegengesetzter Pole beschreiben: zum Beispiel zwischen Plus- und Minuspol bei der Elektrizität oder zwischen Nord- und Südpol beim Magnetismus. Diese polaren Beschreibungsmuster, die uns wohlvertraut erscheinen, waren damals neu. Mehr noch, seinerzeit lag die weitreichende und riskante Vermutung in der Luft, dass auch andere Bereiche der Physik mithilfe zweier Pole verstanden werden können, ja dass sich in der gesamten Natur am Ende stets ein und derselbe polare Gegensatz dingfest machen ließe. Wäre das möglich, so könnte man mit Fug und Recht einer Einheit der Natur das Wort reden: Die vielfältigsten Erscheinungen der Natur wären demzufolge nur oberflächlich disparat; in Wirklichkeit folgten sie alle einem einzigen Prinzip.⁸

Dies Forschungsprogramm war um 1800 alles andere als das seltsame Steckenpferd eines Dilettanten; eine Reihe anerkannter Forscher der damaligen

3 Goethe [AÜGW], Goethe [sVST] mit Seebeck [WFB]; Goethe [V].

4 Helmholtz [uGNA] und du Bois-Reymond [GKE].

5 Helmholtz [GVKN], Heisenberg [GNFi] und Born [BzF]; Schöne [GF] und Helbig [NO]; Wankmüller in Goethe [HA]/13:625-628 *et passim*, Zehe in Goethe [LA]/II.5A:XII, 159-395, Nickol in Goethe [LA]/II.5B.1:V, XII *et passim*, Wenzel in Goethe [FA]/23.1:1079-1080.

6 Nickol in Goethe [LA]/II.5B.1:V.

7 Ich werde im Lauf der Untersuchung Dutzende an Belegen dafür beibringen. Unter anderem zitiere ich in § 1.3.5 Belege vom Anbeginn der Farbenforschung Goethes.

8 So suchte Goethe bereits im Jahr 1792 nach einer »Verbindung« der »isolierten Fakta« (Goethe [VaVv]/A:17).

Zeit sind dem Programm gefolgt.⁹ Noch heute setzen Physiker in ihrer experimentellen und theoretischen Arbeit auf die Einheit der Natur.¹⁰ Und was zu Goethes Zeiten als Suche nach der Polarität bezeichnet wurde, ist verwandt mit der Suche nach Symmetrien, wie sie zum Beispiel von modernen Physikern bei der Jagd nach neuen Arten von Elementarteilchen eingesetzt worden ist.¹¹ Mehr noch, die Fahndung nach einer umfassenden Polarität, die von Forschern wie Goethe und Ritter betrieben wurde, führte vor zweihundert Jahren zu beachtenswerten Entdeckungen. So ahnte Ritter, dass Magnetismus und Elektrizität miteinander zusammenhängen, und seinem Freund und Schüler Hans Christian Ørsted gelang der entsprechende Nachweis noch zu Goethes Lebzeiten.¹²

Angesichts dieser knappen Skizze fragt sich: Wieso bewerten wir Goethes Arbeit in der Optik heutzutage methodologisch als haltlos, wenn doch seine Methode gewisse Verwandtschaften mit derjenigen Methode zeigt, die im Zwanzigsten Jahrhundert recht erfolgreich eingesetzt worden ist?

Polarität in der Optik?

§ 1.1.3. Was ich skizziert habe, sieht nur auf den ersten Blick wie ganz normale Wissenschaft aus. Bei näherem Hinsehen stellt sich heraus, dass Goethes und Ritters Ziele dem zuwiderlaufen, was heutzutage als gesichert gilt. So wollte Goethe (und von ihm angeregt Ritter) nachweisen, dass sogar die Optik von

9 Ähnlich Breidbach et al [JWRP]:123/4. Einige wichtige Vertreter der polaristischen Forschung um 1800 werden in meiner Darstellung jeweils an Ort und Stelle ihren Auftritt haben – für eine kurze Liste der Namen s.u. § 1.1.14; Verweise auf die Originalliteratur bringe ich u. a. in § 1.2.1, Fußnoten 65–68.

10 So ist *Die Einheit der Natur* der Titel einer einflussreichen Aufsatzsammlung des Physikers Carl Friedrich Weizsäcker – siehe dort den Teil II unter der Überschrift »Die Einheit der Physik« (Weizsäcker [EN]:129–275, insbes. pp. 207–222).

11 Siehe z. B. Weinberg [TvEU]:151–153, 160–163. Wie wichtig den Physikern grundlegende Symmetrien sind, zeigte sich zum Beispiel nach der überraschenden Verletzung der CP-Symmetrie durch die Kaonen; nur durch zusätzliche Berücksichtigung der Zeitrichtung im sog. CPT-Theorem ließ sich eine abgeschwächte Form von Symmetrie aufrechterhalten, die inzwischen gut bestätigt ist (Henley et al [SP]:239–260; für eine populäre Darstellung siehe O. M. [zSUF]:§ 8.19). – Der wohl theoretisch tiefste Grund für die Suche nach Symmetrien in der Grundlagenforschung liegt im von Emmy Noether bewiesenen formalen Zusammenhang zwischen Erhaltungsgrößen physikalischer Systeme (etwa Energie) und ihren kontinuierlichen Symmetrien (etwa translationale Zeitsymmetrie), siehe Nolting [AM]:80–85; *locus classicus* ist Noether [IBD] sowie Noether [IV].

12 Details dazu in § 6.4.3k.

einem polaren Gegensatz beherrscht wird: vom Gegensatz zwischen Dunkelheit und Helligkeit. Und diese aus heutiger Sicht falsche Idee legte Erweiterungen in Nachbargebiete nahe, über die sich aus heutiger Sicht ebenfalls nicht mehr verhandeln lässt. Demzufolge gäbe es in der Thermodynamik (Wärmelehre) nicht bloß einen einzigen, positiven Wirkfaktor, die Wärme – sondern zwei eigenständige Wirkfaktoren, einen positiven und einen negativen: Wärme und Kälte.

Machen wir uns klar, wie weit derartige Ideen von dem abweichen, woran wir heute aus guten Gründen glauben. Zwar reden wir im Alltag wie selbstverständlich von Wärme und Kälte oder von Helligkeit und Dunkelheit – aber wir tun das vor dem Hintergrund einer tiefliegenden theoretischen Überzeugung. Kälte, so wissen wir, gibt es in Wirklichkeit nicht, sie ist nichts anderes als Abwesenheit von Wärme. Genauso in der Optik: Finsternis hat demzufolge keine eigene Existenz; sie ist nichts anderes als Abwesenheit von Licht.

Wer demgegenüber in Optik und Wärmelehre auf Polarität setzt, also auf jeweils zwei entgegengesetzte Wirkfaktoren, der muss dem jeweiligen negativen Wirkfaktor (also der Kälte bzw. der Finsternis) eigene Existenz zubilligen, so wie wir ja auch von negativer elektrischer Ladung sprechen (realisiert beispielsweise in Form echt existierender Elektronen). Um 1800 war eine vergleichbare symmetrische Konzeption von Hell und Dunkel bzw. Warm und Kalt noch nicht obsolet; heute ist sie es. Ich möchte Sie dazu einladen, sich probenhalber in die damalige Denklogik hineinzusetzen, so gut es geht. Wer die Sache zu schnell abtut, begibt sich der Chance, den gewaltigen Fortschritt zu würdigen, den unsere Wissenschaft in der Zwischenzeit errungen hat. Dieser Fortschritt wäre weniger wert, wenn man seinerzeit ohne langes Nachdenken und auf Anhieb hätte feststellen können, wie falsch Goethe und Ritter mit ihrer Konzeption der Optik lagen. Nur wer die Überzeugungskraft der damals virulenten Alternativen zu unseren Konzeptionen auf sich wirken lässt, kann ermessen, dass wir mit unseren heutigen Modellen auf den Schultern von Riesen stehen.

Goethe war spätestens seit dem Jahr 1791 davon überzeugt, dass die Farben des Newtonspektrums nicht im Sonnenlicht enthalten sind (wie Newton meinte), sondern dass sie aus dem polaren Zusammenspiel von Licht und Finsternis erwachsen.¹³ Diese Theorie ist, wie wir wissen, unhaltbar – darum

13 Siehe Goethe [BzO]/I:§ 72 (No. 9, 15, 16). An den letzten beiden Stellen kommt das Wort »Pol« vor, nirgends aber der Ausdruck »Polarität«. Viele Belege zur Datierung des – polaristischen – Beginns der Farbenforschung Goethes erörtert Wenzel [ISWd].

soll es hier in erster Linie nicht gehen, denn mir kommt es auf etwas anderes an. Laut meiner Interpretation hat sich Ritter durch Goethe auf das polare Forschungsprojekt in der Optik einschwören lassen, er hat die Ziele dieses Projekts geteilt, trieb es sogar auf eigene Faust weiter, und zwar mit bis heute relevanten empirischen Ergebnissen. Wenn das richtig ist, kann keine Rede davon sein, dass sich die damalige Physik insgesamt mit Grausen von Goethes Optik abgewandt hätte.¹⁴

Da werden Sie fragen: Was hilft es Goethes Sache, wenn es ihm gelungen sein soll, einen bedeutenden Experimentalphysiker seiner Zeit auf Abwege zu locken? Die Antwort lautet, dass es ohne eingehende Untersuchung alles andere als klar ist, wie fatal Goethes Einfluss auf Ritter für dessen Forschung war. Mit Blick auf Konzeptionen wie die Polarität mag der Einfluss schädlich gewesen sein – mit Blick auf die davon logisch unabhängigen empirischen Ergebnisse war er es nicht. Immerhin ist die Entdeckung der Wirkungen des UV-Lichts (auf die ich ausführlich zurückkommen werde) ein großer empirischer Triumph der Methode Goethes in Ritters Händen gewesen. Dass Ritter es so gesehen hat, werde ich ausführlich belegen, hier nur ein Indiz dafür: Gleich nachdem Ritter dem UV-Licht auf die Schliche gekommen war, eilte er von Jena nach Weimar und sprach als erstes bei Goethe vor.

Hätte Ritter die Forschungsziele Goethes nicht geteilt oder hätte er ihm in naturwissenschaftlichen Angelegenheiten nicht über den Weg getraut, so wäre er kaum ausgerechnet zu Goethe gegangen, als er die Wirkungen des UV-Lichts gefunden hatte. Doch weil er (wie noch zu zeigen ist) von Goethe auf gewisse Symmetrien im Newtonspektrum aufmerksam gemacht worden war und weil eben diese Symmetrien durch Herschels neue Forschungsergebnisse unterminiert, nun aber durch seine eigene Entdeckung wiederhergestellt worden waren, musste es Ritter nach Weimar ziehen. Wir können offenlassen, ob Dankbarkeit oder Entdeckerstolz dafür verantwortlich gewesen sind; vermutlich war es eine Mischung aus beidem.

Wie dem auch sei, in den Monaten nach seinem Besuch bei Goethe führte Ritter die Experimente zur Polarität der Spektren weiter. Im Sommer 1801 kam er an einen Punkt, wo er sich sicher war, Newton experimentell widerlegen zu können. Was genau ihn zu dieser Ansicht bewog, ist schwer zu sagen; ich werde dieser Frage viel Aufmerksamkeit schenken – und selbstverständ-

14 Eine verblüffend große Zahl weiterer Naturforscher, die Goethes *Farbenlehre* unterstützt haben, aber weniger bedeutend waren als Ritter, nenne ich in O.M. [GPSZ].

lich daran festhalten, dass von einer experimentellen Widerlegung Newtons keine Rede sein kann.

Für den Augenblick genügt es, die These aufzustellen, dass Ritter mit Goethe gemeinsame Sache gegen Newton gemacht hat; belegen werde ich die These in aller Ausführlichkeit später. Sie widerspricht verbreiteten Ansichten über Goethes und Ritters Arbeitsverhältnis.

Das überkommene Bild

§ 1.1.4. Die meisten Kommentatoren des naturwissenschaftlichen Austauschs zwischen Goethe und Ritter haben die Übereinstimmung der beiden Forscher heruntergespielt und ihre Gegensätze betont.¹⁵ Diese Tendenz zeigt sich besonders deutlich in Formulierungen aus der einzigen Ritter-Biographie, die in Buchlänge vorliegt. Ihr Autor ist der Wissenschaftshistoriker Klaus Richter; ich lasse ihn exemplarisch und ausführlich zu Wort kommen, um herauszustreichen, welche Sichtweise ich mit meiner Doppelbiographie zurechtrücken möchte:

»Die Gemeinsamkeit Goethes und Ritters bei der Behandlung der Farbenoptik bestand zunächst in ihrer beider naturphilosophischen und psychologisch-ästhetischen Betrachtungsweise. Auch Ritters Verhältnis zu Licht und Farben war, allerdings nicht so ausschließlich wie das Goethes, von physiologisch-psychologischer Fragestellung begleitet«.¹⁶

Richter kann nicht umhin, gewisse Übereinstimmungen zwischen unseren beiden Forschern zu konstatieren. Doch nicht viel weiter unten im Text konstruiert er einen Gegensatz, den man kurz und knapp auf den Punkt bringen kann – Empirie *contra* Schöngestei. In Richters Worten:

»Er [Ritter] ist ja vor allem auch Fachphysiker im echten und modernen Sinne des Wortes: *er experimentiert und analysiert*, und neben seinen Spekulationen und Ideen hat die experimentell gesammelte Erfahrung bei ihm einen hohen Wert, eigentlich das Primat. *Einerseits ist er Ästhetiker, ganz im Goetheschen Sinne* [...] Andererseits bewegte sich Ritter sicher und intensiv auf dem Boden der experimentellen physikalischen Forschung«.¹⁷

¹⁵ Ausnahmen bestätigen die Regel, s. u. § 1.1.9k.

¹⁶ Richter [LPJW]:75.

¹⁷ Richter [LPJW]:76; meine Hervorhebung.

Den angedeuteten Gegensatz vom Ende dieses Zitats kann man so verstehen, als wolle Richter sagen, dass sich Goethe anders als Ritter nicht mit der erforderlichen Gewandtheit und Ausdauer auf dem Boden der experimentellen physikalischen Forschung bewegt hätte. Und Richter zieht eine scharfe Grenze zwischen beiden, indem er Goethe als unbelehrbaren Dogmatisten charakterisiert:

»Goethes doktrinäre Auffassung: »Freilich ist es absurd, das reine, sich immer selbst gleiche Licht, aus so widersprechenden Theilen zusammen zu setzen [...], stand der Ritterschen, durch Herschels aktuelle Erkenntnisse unterstützten physikalischen Grundauffassung über die Zerlegbarkeit des Sonnenlichtes gegenüber. *Darüber konnte es zwischen beiden keinesfalls zu einem Konsens kommen*«. ¹⁸

Laut Richter steht auf der einen Seite Ritter, der bei aller Freude an der Ästhetik stets der experimentellen Empirie das letzte Wort einräumte; auf der anderen Seite Goethe, der sich doktrinär gegeben und unwillkommene empirische Befunde in den Wind geschlagen haben soll.

Vertiefungsmöglichkeit. Obgleich ich eine Reihe der Behauptungen Richters zurechtrücken muss, möchte ich der Fairness halber von Anbeginn betonen, wie hilfreich es ist, dass wir überhaupt eine ausgearbeitete Ritterbiographie in Buchlänge haben.¹⁹ Besonders verdienstvoll ist Richters akribische Forschung zu Richters Familienhintergrund, zu seiner finanziellen Situation und zu den zahlreichen, heute unbekannten Persönlichkeiten aus seinem Umfeld.²⁰ In den meisten Details können wir uns auf die Akkuratess der Biographie verlassen, und wo sie unzuverlässig ist, da mag das auch damit zu tun haben, dass sie posthum herauskommen musste und von ihrem Urheber stellenweise nicht mehr in die Form gebracht werden konnte, die geplant war.²¹ Abgesehen davon stellt Richters Wechselspiel mit Goethe nur einen kleinen Ausschnitt dessen dar, was uns an seinem Lebensweg interessieren könnte; wenn sich sein Biograph ausgerechnet bei der Darstellung dieses Ausschnitts von übertriebenen Vorurteilen gegenüber Goethes Wissenschaftlichkeit leiten ließ, so ist das nicht ihm allein anzukreiden. Solche Vorurteile beruhen auf der Verwechslung damaliger Standards mit den heutigen. Sie sind in der Literatur zur *Farbenlehre* so verbreitet, dass sie nur mit besonderem Augenmerk aus einer solchen Darstellung herausgehalten werden können. Aus allen diesen Gründen werde ich Richters Biographie an vielen Stellen heranziehen, ohne jedesmal eigens zu darzulegen, warum das an Ort und Stelle gerechtfertigt ist. Es gelten also die üblichen Regeln zur Verteilung der Beweislast: Nur wo ich Richter widerspreche, bedarf dies einer Begründung.

18 Richter [LPJW]:77; meine Hervorhebung.

19 Für eine enthusiastische Einschätzung der Biographie siehe Holland (ed) [KToJ]:xnio.

20 Richter [LPJW]:1-21 *et passim*.

21 Siehe dazu Krauß in Richter [LPJW]:IX.

Wider naive Wissenschaftsphilosophie

§ 1.1.5. An der Sichtweise, die im vorigen Paragraphen Gehör bekam, habe ich nicht nur auszusetzen, dass es sich um eine Zuspitzung handelt, dass der Biograph Richter also die beiden Forscherpersönlichkeiten weiter auseinanderreibt, als es angesichts der Belege gerechtfertigt erscheint; darauf werde ich immer wieder im Detail zurückkommen. Überhaupt vermisst man in der Biographie abgestufte Hinweise auf die jeweilige Belastbarkeit der aufgestellten Thesen; in meiner eigenen Darstellung werde ich demgegenüber sehr genau zwischen bloßen Vermutungen, mehr oder minder wahrscheinlichen Hypothesen, recht gut und schließlich wirklich gut belegten Thesen unterscheiden.

Eine weitere Schwäche in Richters Darstellung ist fast noch gravierender als seine übertriebene Einseitigkeit im Umgang mit den Belegen und die mangelnde Differenzierung der Sicherheit seiner Behauptungen. Nicht anders als die Mehrzahl der Goethe-Kommentatoren geht Richter von einer philosophischen – und zwar reduktionistischen – Annahme aus, die nach Ansicht vieler Wissenschaftstheoretiker naiv ist; sie lautet: Falsche naturwissenschaftliche Auffassungen (wie z. B. die polare Auffassung Goethes vom Licht, der Finsternis und den Farben) lassen sich schon allein durch unvoreingenommenen Blick auf experimentelle Tatsachen aus dem Spiel werfen.²²

Demgegenüber möchte ich daran erinnern, dass das korrekte Urteil über bestimmte naturwissenschaftliche Ideen (wie Polarität, Einfachheit usw.) nicht direkt aus den experimentellen Tatsachen abgelesen werden kann; vielmehr stellen diese Ideen Grundsätze dar, an denen wir unsere Untersuchung der Natur *orientieren* dürfen; es sind Leitideen, die sozusagen stärker von uns herkommen als aus der Natur – der Philosoph Immanuel Kant sprach in diesem Zusammenhang von regulativen Ideen.²³

- 22 Bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts haben einige Verfechter des Logischen Empirismus und des Kritischen Rationalismus einen derartigen Reduktionismus vertreten (z. B. Carnap [TM], Popper [LF], zu beidem siehe Stegmüller [HG]/I:380-411). Doch haben sich ihre holistischen Kritiker längst auf breiter Linie durchgesetzt, und zwar sowohl mit Blick auf systematische Fragen als auch mit Blick auf die wissenschaftsgeschichtlichen Tatsachen (siehe z. B. Quine [TDoE]:42-46 (6. Abschnitt), Quine et al [WoB], Kuhn [SoSR]).
- 23 Der *locus classicus* dieses Gedankens ist Kant [KRV]:A 642-668 / B 670-696 (Details dazu in § 1.4.6k und § 6.4.3). Wie früh Goethe in diese Richtung zielte, zeige ich in § 1.4.5. (Ohne jeden Verweis auf Kant, Goethe oder deren Zeitgenossen findet sich ein verblüffend ähnlicher Gedanke bei Quine [TDoE]:43).

Der Wert einer solchen Leitidee kann demzufolge nicht einfach experimentell annulliert werden; wenn die Versuchsergebnisse zu ihr nicht passen, dann mag es dafür zwei entgegengesetzte Gründe geben. Entweder taugt die Leitidee wirklich nichts und muss verworfen werden – oder aber die Experimente taugen nichts. Welcher der beiden Fälle vorliegt, lässt sich nicht immer sofort feststellen. Weder soll man an einer Leitidee um jeden Preis festhalten – noch soll man bislang erfolgreiche Leitideen aufgrund eines einzigen widerspenstigen Experiments preisgeben. Oft muss allerhand Zeit ins Land gehen, bis man einigermaßen sicher sagen kann, ob eine lang beachtete Leitidee besser ein für alle Mal beerdigt werden sollte. Wenn wir der Polarität heute keine Chance mehr einräumen, so tun wir dies vor dem Hintergrund von Forschungserfolgen, deren Erarbeitung viel Mühe mit sich brachte.

Einfachheit und Polarität im Vergleich

§1.1.6. Betrachten wir die erkenntnistheoretische Situation anhand der Leitidee von der Einfachheit, der sich die Physik bis heute mit großem Erfolg unterwirft.²⁴ Wer z. B. meint, dass ein mannigfaltiger Phänomenbereich von einfachen Gesetzmäßigkeiten regiert wird, dem können komplizierte Versuchsergebnisse nicht viel anhaben; denn die beweisen bis auf weiteres nur, dass es dem Experimentator an Geschick und Fortune oder der Theoretikerin an Einsicht in die erlösende Formel gefehlt hat, um das Durcheinander zu bannen.

Soll heißen, es kann rational sein, in der Forschung überaus hartnäckig darauf zu setzen, dass die Grundstrukturen der Natur entgegen dem Anschein einfach sind. Die Einfachheit der Natur wäre demzufolge nicht so sehr ein denkbare Resultat empirischer Forschung, sondern vielmehr eine Forderung, die wir an die Natur herantragen. In der Tat ist diese Forderung das tägliche Brot der Forscherinnen und Forscher in der heutigen Grundlagenphysik.²⁵

24 Wenn ich Polarität mit Einfachheit vergleiche, so folge ich darin frühen Überlegungen Goethes, worin er einerseits von Polarität als Leitidee redete und sie andererseits mithilfe von Einfachheits- und Verallgemeinerungsüberlegungen abstützte (Goethe, Nachtrag vom 18. 5. 1791 in einem Brief an den Herzog Carl August von Sachsen-Weimar-Eisenach vom 17. 5. 1791 (siehe Goethe [WA]/IV.9:261) sowie Goethe, Brief an Soemmerring vom 2. 7. 1792 (siehe Goethe [WA]/IV.9:316/7); für die Wortlaute s. u. §1.3.1k sowie §1.4.5).

25 So z. B. mit Blick auf mathematische Einfachheit (und höchst kritisch) Hossenfelder [LiM].

Nicht viel anders konnte man um 1800 die Polarität als Leitidee der Forschung einsetzen. Goethe jedenfalls ist so vorgegangen (und war sich dessen bewusst); wie ich darlegen werde, ist Ritter ihm darin weitgehend gefolgt. Beide haben im Reich der Farbspektren und weit darüber hinaus nach Polaritäten gesucht, und wo sich keine Polaritäten aufzeigen ließen, da haben sie nicht etwa klein beigegeben, sondern ihre Anstrengungen verdoppelt.

Dass dies damals wissenschaftsphilosophisch legitim war, mag man zugeben; aber was kam dabei naturwissenschaftlich heraus? Mehr, als man meinen möchte; obwohl die Leitidee der Polarität aus heutiger Sicht unhaltbar ist, hat sie der Physik zu einigen Entdeckungen verholfen, die bis heute Bestand haben. Diese Antwort werde ich ausführlich entfalten. Selbstredend werde ich nicht behaupten, dass die Polaritätsidee in der Optik fruchtbar genug gewesen ist oder hätte werden können, um als attraktive Alternative zur augenblicklichen Optik gelten zu dürfen. Ich werde nur behaupten, dass der optischen Polarität zwischen Helligkeit und Dunkelheit im Verlauf der Wissenschaftsgeschichte nicht diejenige Gerechtigkeit widerfahren ist, die sie verdient hätte. Als Ritter im Jahr 1810 starb, hatte sie ihren genialsten Verfechter verloren; nach Goethes Tod im Jahr 1832 ist sie endgültig von der Bildfläche verschwunden – und das, obwohl mit ihrer Hilfe beachtliche Versuchsergebnisse zutagegetreten waren. Das im Detail vorzuführen, bildet eines der Hauptziele dieses Buchs. Doch zunächst möchte ich einige Bemerkungen zur wissenschaftsgeschichtlichen Methode einschieben.

Wie es eigentlich gewesen ist

§1.1.7. Wie gesagt, es wäre philosophisch naiv zu glauben, dass man aus der Empirie ohne weiteres und auf Anhieb objektiv herauslesen könne, was die Welt im Innersten zusammenhält und was nicht; sogar in der Physik wird unser Wissen – auch – von gewissen Leitideen strukturiert. (Nicht nur von ihnen, denn unser größter Respekt gebührt selbstverständlich der Empirie).

Wenn diese Diagnose schon auf die Physik zutrifft, wieviel treffender muss sie dann für die Geschichtsschreibung sein. Leopold Ranke wird oft als Beispiel für einen Historiker zitiert, der so naiv gewesen sei, seiner Disziplin die Aufgabe aufzubürden zu sagen, wie es eigentlich gewesen ist. Ob er das tatsächlich so schlicht gesehen hat, brauche ich nicht zu klären; für meine Zwecke genügt es, darauf hinzuweisen, dass jene schlichte Sicht heute als überholt gilt. Machen wir uns in der gebotenen Kürze klar, warum.

In der Geschichtsschreibung treten überlieferte Quellen und andere Artefakte an die Stelle der empirischen Daten und Versuchsergebnisse der Physik;

sonst ändert sich nicht viel – bei allem Respekt für die vielen tausend Unterschiede zwischen Physik und Geschichtsschreibung.²⁶ In beiden Disziplinen möchten wir nachvollziehbaren Sinn aus einer Masse an Vorgegebenem herauslesen, und was wir als nachvollziehbar gelten lassen, hängt immer auch von uns ab.²⁷ Weder hier noch da brauchen wir uns von den jeweiligen Gegebenheiten (Quellen bzw. Versuchsergebnissen) zu hundert Prozent herumkommandieren zu lassen.

Im Gegenteil; wenn wir den utopischen Anspruch fallenlassen herauszufinden, wie es historisch wirklich gewesen ist bzw. wie es physikalisch wirklich ist, können wir das Material im Lichte unserer Forschungsinteressen strukturieren, also Schwerpunkte setzen, Unwichtiges weglassen, gezielt nach Belegen suchen, die Aufmerksamkeit auf bestimmte Gesichtspunkte konzentrieren usw. In der Physik tun wir das mithilfe der erwähnten Leitideen (wie Einfachheit oder Symmetrie oder Polarität), in der Geschichtsschreibung tun wir es mithilfe sogenannter Narrative.²⁸

Es versteht sich von selbst, dass der Ausdruck »Narrativ« in den unterschiedlichsten Zusammenhängen viel verschiedenes bedeuten kann und dass sein inflationärer Gebrauch eher schadet als nützt; daher werde ich ohne Anspruch auf Allgemeinverbindlichkeit einfach nur erklären, wie ich den Ausdruck im folgenden verstanden wissen möchte.

Zunächst einmal liefern uns die Historiker nach getaner Arbeit handfeste Erzählungen, keine bloßen Ansammlungen unverbundener Fakten einer Chronik. Welche Erzählstruktur sie ihren Quellen aufprägen, ob sie ihre Erzählung als Tragödie oder Farce, als Fortschritts- oder Verfallsgeschichte darstellen, das hängt zuallererst nicht von ihren Quellen ab, sondern von ihren narrativen Vorentscheidungen. Selbstverständlich passen manche Narrative besser zu einer gegebenen Quellenlage als andere, und erst im fertiggestellten Stück Geschichtsschreibung zeigt sich endgültig, wie erfolgreich es einer Erzählerin gelungen ist, ihre narrativen Vorentscheidungen mit dem Material in Einklang zu bringen. Das ist keine Frage von Schwarz oder Weiß,

26 Eine ähnliche, aber noch allgemeinere These (nämlich ohne Einschränkung auf nur die Physik) formuliert Baberowski [SG]:214.

27 Ähnlich Baberowski [SG]:26.

28 Siehe z. B. Baberowski [SG]:17, 204-214. Ein *locus classicus* hierzu und zum folgenden ist White [QoNi]. Schon lange vor dieser bahnbrechenden Einführung der Narrative in die Reflexion zur Methode der Geschichtsschreibung haben Historiker die Bedeutung von Werten, Vorlieben usw. für ihre erzählerische Arbeit erkannt und mit verwandten Überlegungen motiviert (z. B. Trevelyan [BiH]:2, 15 *et passim*).

und der Glaube, dass am Ende nur ein einziges Narrativ mit den Materialien harmonieren wird, wäre naiv – noch naiver als sein Gegenstück im Fall der Physik.

Vertiefungsmöglichkeit. Ranke gab seine heute berühmte Forderung bescheidenerweise nur sich selber auf, indem er ausdrücklich auf den in seinen Augen weitergehenden Anspruch verzichtete, das dargestellte Geschehen zu bewerten oder zur Belehrung anzubieten.²⁹ Doch es ist gerade strittig, ob wertfreie Geschichtsschreibung möglich ist. Dies harmoniert gut mit Goethes Einschätzung, der lange vor Ranke die Parteilichkeit des Historikers kritisiert hat, aber für unausweichlich hielt.³⁰ In eine ähnliche Richtung zielte Goethe, indem er dem Historiker empfahl, nicht auf die Dichter herabzusehen.³¹ – Dass Ranke als Historiker ein begnadeter Erzähler gewesen ist, steht auf einem anderen Blatt.

Wissenschafts-Historiographie

§1.1.8. Was für die Geschichtsschreibung allgemein gilt, betrifft auch die Wissenschaftsgeschichte.³² Wer also z. B. die Geschichte der physikalischen Farbenforschung Goethes und ihrer Rezeption darstellen will, sieht sich zunächst einem gigantischen Berg an Material gegenüber, das er unter irgendeiner narrativen Leitvorstellung sortieren, gewichten und auswählen muss.

Fast alle Autoren, die sich der Aufgabe unterzogen haben, wählten ein Narrativ des krachenden Scheiterns: Der große Dichter, Liebhaber, Staatsmann und Kunstfreund habe in diesem einen Punkt keine Belehrungen annehmen wollen und sei voller Starrsinn in die wohlverdiente Niederlage gestürzt. Wer es so sehen möchte, wird der Fülle des Materials gezielt diejenigen Belege entnehmen, denen zufolge Goethe alles andere als gut dasteht.

Dieses pessimistische Narrativ hat einen entscheidenden Nachteil: Wer ihm folgt, konzentriert sich auf die Schwächen des Protagonisten und läuft Gefahr, dessen Stärken nicht in den Blick zu bekommen. Nun ist es eine gute Regel der Interpretationskunst, dass man den Interpretierten so wohlwollend wie möglich zu verstehen trachten sollte; und das pessimistische Goethe-

²⁹ Ranke [GRGV]:VI.

³⁰ Goethe [MzGF]:84/5. Wie intensiv Goethe über diese Fragen nachgedacht hat, zeigt sich in Heinrich Luden, Gespräch mit Goethe vom 19. 8. 1806 (siehe Grumach (ed) [G]/VI:117-123).

³¹ Goethe [MzGF]:84.

³² Ähnlich äußerte sich Goethe speziell für die Geschichtsschreibung der Naturwissenschaft (Goethe [MzGF]:149); so machte er darauf aufmerksam, wieviel vom Geschichtsschreiber selbst abhängt, der eine historische Forscherpersönlichkeit ins rechte Verhältnis zu seiner Epoche setzen will (Goethe [MzGF]:153/4). Zur Exegese dieser Auffassungen Goethes siehe Fink [GHoS]:67, 72 *et passim*.

Narrativ tut genau das Gegenteil. Wenn es nicht anders ginge, ließe sich nichts dagegen sagen – wir brauchen ja nicht jeden x-beliebigen Dummkopf wohlwollend zu interpretieren. Aber im Falle eines so gescheiten Mannes wie Goethe erscheint größere Zurückhaltung angebracht.

Und wirklich, sobald wir es mit einem optimistischen Narrativ versuchen, ergibt sich plötzlich ein instruktiveres Bild. Bei der Suche nach den physikalischen Stärken der Farbenforschung Goethes geraten verblüffende Experimente und scharfsinnige Gedanken in den Blick, die noch heute für Aufsehen sorgen. Unter anderem lässt sich seine Polaritätsidee trotz ihrer heutigen Gegenstandslosigkeit empirisch und gedanklich erstaunlich weitgehend untermauern; und da er sie ausdrücklich als Hauptaufgabe seiner *Farbenlehre* bezeichnet hat, kann man der optimistischen Erzählweise kaum den Vorwurf machen, völlig an dem vorbeizugehen, wie der historische Goethe als Naturforscher *wirklich* gewesen ist.

Vertiefungsmöglichkeit. Jahrzehntlang gehörte es zum guten Ton unter Wissenschaftshistorikern, der anachronistischen Tendenz zur *Whig History* zu widerstehen, also der Tendenz zur einseitigen Geschichtsschreibung aus der Perspektive der Sieger – das wäre das Narrativ einer Erfolgsgeschichte im Lichte unserer augenblicklichen Wissenschaft.³³ Richters negativer Blick auf Goethe bietet ein Beispiel für diese Art von *Whig History*, weil er Goethe aus der Sicht heutiger Sieger kurzerhand als Verlierer charakterisiert (statt sich gedanklich in die damalige Situation hineinzusetzen und seinerzeit akzeptierte Standards zu berücksichtigen). Um solchen Tendenzen zu entrinnen, können Wissenschaftshistoriker recht verschiedenen Methoden folgen, von denen ich zwei skizzieren möchte.

Erstens könnten sie versuchen, die Geschichte vergangener Naturwissenschaft ohne jede inhaltlich-wissenschaftliche Bewertung nachzuzeichnen, also insbesondere ohne Bewertung aus Sicht heutiger naturwissenschaftlicher Theorien. Wenn hierbei keine wertfreien, aber langweiligen Chroniken herauskommen sollen, könnte man sich mit den verwendeten Narrativen an ökonomischen, sozialpsychologischen oder politischen Interessen orientieren; doch haben solche Narrative etwas Unbefriedigendes, weil sie den Blick auf Rationalität und Wahrheit verstellen – auf das A und O jeder echten Naturwissenschaft.³⁴ Abgesehen davon erscheint es befremdlich, so zu tun, als hätte es in der Zwischenzeit keinen wissenschaftlichen Fortschritt gegeben. Um diesem Fortschritt Rechnung zu tragen, werde ich immer wieder dort auf die heutige Sichtweise aufmerksam machen, wo die damaligen Gedankengänge nach damaligen Standards folgerichtig erscheinen mögen, aber längst überholt sind. Genau in der Mitte meiner Darstellung – am Ende des Kapitels 3 – werde ich einen Schritt

33 Der *locus classicus* für Kritik an dieser Art einseitiger Geschichtsschreibung ist Butterfield [WIoH]; zur weitverbreiteten Übertragung der Kritik auf die Wissenschaftsgeschichte siehe Loison [FoPi]:29 *et passim*. – Was heute *Whig History* heißt, ist bereits von Goethe mit herrlicher Ironie karikiert worden (Goethe [F]/F:40).

34 Weitere Gründe gegen den vollständigen Verzicht der Wissenschaftshistoriker auf Urteile aus der heutigen naturwissenschaftlichen Sicht bringt Loison [FoPi].

zurücktreten, um das bis dahin von Ritter und Goethe Erreichte aus moderner Sicht zurecht-zurücken.

Nun ist es eine – in der Wissenschaftsgeschichte nicht allseits bekannte – Lektion aus der analytischen Sprachphilosophie, dass wir Sprecher anderer Kulturen (und Zeiten) nur dann zu verstehen hoffen können, wenn wir ihnen ein beachtliches Maß an Rationalität unterstellen.³⁵ Doch das bedeutet nicht, dass wir in die *Whig History* zurückfallen und unsere augenblicklichen Theorien zum alleinigen Maß damaliger Theorien nehmen müssten. Wie der Soziologe Max Weber ausführt, bestünde verstehendes Erklären ganz allgemein darin, die Sinnperspektive der jeweiligen Akteure einzunehmen.³⁶ Das liefe im Falle derjenigen Wissenschaftler, die wie Johannes Kepler, Isaac Newton und andere Genies unsere heutige Sicht wesentlich geprägt haben, zunächst einmal auf eine *Whig History* hinaus.

Dieser Tendenz kann man – *zweitens* – immer noch entgegenarbeiten. Entweder konzentriert man sich pessimistischerweise auch auf die dunklen Seiten der Genies, was freilich im Extremfall mit dem Prinzip des Wohlwollens kollidiert und die Genies unter Wert verkauft.³⁷ Oder aber man konzentriert sich auf die lichten Seiten derjenigen vielversprechenden Naturwissenschaftler, die vom Fortschritt ausgeschaltet worden sind, und fragt unter Berücksichtigung ihrer damaligen Sinnperspektive: Welche ihrer Arbeitsergebnisse lassen sich – trotz ihrer heute bekannten Gegenstandslosigkeit – so attraktiv wie möglich rekonstruieren? Das wäre keine neutrale Wissenschaftsgeschichte, aber es wäre alles andere als eine *Whig History*, denn ihr Narrativ unterminiert den Hurra-Optimismus der historisch blinden Anhänger gegenwärtiger Denkweisen; es wäre ein Optimismus, der nicht den Gewinnern, sondern probenhalber den Verlierern der Wissenschaftsgeschichte beispringt, und zwar mit dem Ziel, auszuloten, welche Arbeitsergebnisse dieser Verlierer attraktiv genug waren, um sie als sinnvolle, wenn auch überholte Sachposition zu durchdenken.

Mit einer solchen Stoßrichtung hat der Wissenschaftshistoriker Hasok Chang in einer Reihe von Schriften eine komplementäre Naturwissenschaft lanciert und am Beispiel der überkommenen Theorie vom Phlogiston programmatisch dafür plädiert, alternative Abzweigungen vom tatsächlichen Gang der Chemie als brauchbare Sachposition sowohl argumentativ als auch experimentell ernstzunehmen.³⁸ Man könnte das als *Tory History* bezeichnen.³⁹ Bislang sind wenig Versuche unternommen worden, Changs Programm umzusetzen; laut einer frühen Rezension gibt es abgesehen von Changs eigener Arbeit keine Forschung in dieser Richtung.⁴⁰ Selbst wenn es gestimmt haben sollte, dass sich bis dahin keine weiteren Forscher explizit unter der Flagge einer komplementären Naturwissenschaft versammelt hatten: selbstverständlich kann man Changs Projekt auch ohne das Etikett vorantreiben, wie

35 Quine [WO]:59, Davidson [CToT]:316/7.

36 Obwohl er sich hierbei nicht speziell auf wissenschaftsgeschichtliches Verstehen bezogen hat, scheint sich sein Vorschlag in dieser Richtung gut konkretisieren zu lassen (Weber [MGS]:507–509 *et passim*).

37 Mit Blick auf Keplers erstes Werk erliegt dieser Gefahr z. B. Stephenson [KPA], mit Blick auf Newton erliegt ihr z. B. Keynes [BNM].

38 Chang [IWH]:xvi, sowie 1. Kapitel, insbes. p. 12; Chang [CC].

39 So schon in der Überschrift Gordin [TioH].

40 Gordin [TioH]:413.

es z. B. der Biologe Gregory Radick und der Physiker Brian Pitts tun.⁴¹ Ein entscheidender Schritt in dieser Richtung wird freilich selten vollzogen – die experimentelle Arbeit zugunsten alternativer Theorieoptionen aus den Archiven der Wissenschaftsgeschichte. Obwohl Chang diesen Schritt aus der reinen Literaturarbeit heraus ausdrücklich ausruft, sind von ihm bislang wenig experimentelle Resultate bekannt.⁴² In dieser Hinsicht sind meine Mitstreiter und ich bereits ein kleines Stück weitergekommen. Da Chang in erster Linie als Chemiehistoriker arbeitet, ist sein Projekt erst spät in unseren Gesichtskreis getreten; und so haben wir unabhängig von Chang, aber ganz im Sinne seiner komplementären Naturwissenschaft die Denklöge der *Farbenlehre* Goethes beim Wort genommen, ausgebaut und auch mit neuen Experimenten untermauert.⁴³ Für das Protokoll halte ich fest, dass mein augenblickliches Buch auch offiziell ein Beitrag zur komplementären Naturwissenschaft ist.

Unparteiische Eingrenzung des Materials

§ 1.1.9. Trotz allem Gesagten mag man den zuletzt erreichten Stand der Dinge unbefriedigend finden: Vor uns steht, hieß es, ein gigantischer Berg an Material aus Goethes physikalischer Farbenforschung, das man je nach Auswahl entweder optimistisch oder pessimistisch strukturieren kann – durch Weglassung der jeweils unpassenden Belege und Hervorhebung der passenden. Ist es nicht unerhört, bei vollem Bewusstsein so einseitig vorzugehen, einerlei ob optimistisch oder pessimistisch?

Auf diese Sorge könnte man defensiv reagieren; man könnte sagen, dass dann eben alle Belege berücksichtigt werden müssen. Nur: Das wäre im Falle der Farbenforschung Goethes viel zuviel; sein Leben ist so umfassend dokumentiert wie wohl bei keinem anderen, und er war während der gesamten zweiten Lebenshälfte als Farbforscher tätig – also während der besser dokumentierten Lebenshälfte.⁴⁴

41 Chang, mündliche Mitteilung. – Ohne Chang zu erwähnen, plädiert beispielsweise Loison unter der Überschrift eines »kritischen Präsentismus« für einen verwandten Ansatz (im englischen Original: »critical presentism«, siehe Loison [FoPi]:36).

42 Siehe aber Chang [IWHT]:115-121.

43 Wir waren nicht die einzigen, die sich Goethe zuliebe auf diesen Weg begeben haben; die mittlerweile hundertjährige Geschichte dieser komplementären Forschungstradition skizziere ich in O.M. [HJD]. Für neue empirische Resultate unseres Goethe/Newton-Projekts siehe z. B. Rang et al [PADi], vergl. dazu O.M. [GPoL], Abschnitt 3. Siehe auch O.M. [IRaI] sowie O.M. [HJD], 10. Abschnitt.

44 Die einschlägigen Belege sind akribisch gesammelt in den Textbänden der Leopoldina-Ausgabe (Goethe [LA]/I.3 – Goethe [LA]/I.8) sowie in den zugehörigen Kommentarbänden, deren gigantisches Volumen von über 5000 Druckseiten nicht in erster Linie auf ausufernde Kommentartätigkeit der Herausgeberinnen und Herausgeber zurückgeht, sondern auch auf den Abdruck aller relevanten Zeugnisse sowohl von Goethe selbst als auch aus dem Kreis seiner Zeitgenossen (Goethe

Es ist ausgeschlossen, eine in sich stimmige Geschichte zu erzählen, in der alles vorkommt, was Goethe nachweislich gegen Newton und zugunsten seiner eigenen physikalischen Sicht geschrieben, gesehen, gelesen, gelehrt, übersetzt, interpretiert, probiert, experimentiert, gezeichnet, koloriert und diskutiert hat. Ja, es ist für Normalsterbliche sogar ausgeschlossen, all dieses Material auch nur zu kennen, geschweige denn zu beherrschen.

Aus diesem Grunde muss man irgendein Auswahlprinzip heranziehen. Um keinen Verdacht der unzulässigen Einseitigkeit aufkommen zu lassen, möchte ich für den vorliegenden Fall vorschlagen, das Material völlig frei von optimistischen oder pessimistischen Vorannahmen auszuwählen. Das ist einer der Gründe dafür, dass ich eine wissenschaftliche Doppelbiographie zu Goethe und Ritter vorlege: Anders als im Fall der gesamten Farbenforschung Goethes, die sich über mehr als vier Jahrzehnte erstreckte und schon allein deshalb ein Fass ohne Boden ist, kann man das überlieferte Material zu seiner Interaktion mit Ritter insgesamt überblicken; sie dauerte wenige Jahre und hinterließ eine Reihe handfester Spuren, aber nicht unausschöpflich viele. In der Tat werde ich *alle* Belege einbeziehen, die Aufschluss über ihre Zusammenarbeit und ihre Auseinandersetzungen verheißen. Zwar bleibt es denkbar, dass mir ein entscheidender Beleg entgangen ist, doch vor einem nachträglichen Veto der Quellen ist kein Wissenschaftshistoriker sicher.

Man kann Goethes und Ritters Wechselwirkung also wie einen Lackmustest für die gesamte physikalische Forschung Goethes nutzen. Wenn seine Arbeit nach damaligen Standards physikalisch haltlos war, dann müsste sich das auch in seiner Wechselwirkung mit Ritter zeigen; und wenn sie halbwegs auf der Höhe der Zeit war, dann müsste sich das dort ebenfalls zeigen.

Ist es ein Zeichen von einseitigem Optimismus, ausgerechnet Ritter in den anvisierten Lackmustest hineinzuziehen? Nein – immerhin gilt in der Literatur auch das Verhältnis zwischen Goethe und Ritter als deutliches Beispiel für Goethes Scheitern in der Physik seiner Zeit; die Zitate aus der Biographie Richters in § I.I.4 illustrieren gut, wie es die Mehrzahl der Autoren sieht: fatal für Goethe. Wer die Geschichte stattdessen voller Optimismus neu darstellen will, macht es sich also alles andere als einfach.

Vertiefungsmöglichkeit. Vereinzelt Kommentatoren sehen das Arbeitsverhältnis zwischen Goethe und Ritter ähnlich harmonisch wie ich; eine ausführliche Ausarbeitung dieser

[LA]/II.3, Goethe [LA]/II.4, Goethe [LA]/II.5A, Goethe [LA]/II.5B.1, Goethe [LA]/II.5B.2, Goethe [LA]/II.6 sowie Goethe [LA]/II.1A, Goethe [LA]/II.1B).

Deutung liegt aber bislang nicht vor. Am weitesten geht der Physiker Martin Schlüter, in dessen Dissertation beide Forscher getrennt dargestellt, aber gemeinsam als wegweisend für eine alternative Art von Naturwissenschaft rekonstruiert werden.⁴⁵ Eine andere Deutung mit einer ähnlichen Harmoniethese stammt aus der Literaturwissenschaft, verzichtet aber auf eine wissenschaftsphilosophische Wertung. Und zwar stellt der Literaturwissenschaftler Walter Dominic Wetzels den Physiker Ritter (ohne eingehende Diskussion) als Anhänger der Newton-Kritik Goethes dar; er lässt es offen, ob das für Goethe oder gegen Ritter spricht.⁴⁶ Dieses nahezu alleinstehende Votum hat deshalb hohes Gewicht, weil Wetzels die wohl erhellendste Gesamtdarstellung der wissenschaftlichen und philosophischen Denkbewegungen Ritters vorgelegt hat; ohne sich in Details zu verlieren, verknüpft er die wichtigsten Experimente Ritters mit zeittypischen Momenten des naturphilosophischen, frühromantischen Weltverständnisses um 1800.⁴⁷

Wahlfreiheiten beim Interpretieren

§ 1.1.10. Das letzte Stichwort dürfte bei allen die Alarmglocken schrillen lassen, die immer noch nicht einsehen mögen, wie wenig eindeutig Geschichtsschreibung funktioniert. Ich habe es ausdrücklich zugegeben: Ja, ich *möchte* die Geschichte von Goethe und Ritter *optimistisch* darstellen, indem ich mich gedanklich in ihre damalige Forschungssituation hineinversetze und von diesem Standpunkt aus konstruktiv mitdenke. Da ich versprochen habe, alle Belege zu berücksichtigen, muss der Optimismus meines Narrativs von anderen Faktoren herrühren als von der Auswahl der Belege. Woher?

Zunächst einmal liegt es auf der Hand, dass aus der bloßen Aufstellung der zu berücksichtigenden Belege alleine keine Geschichte hervorgeht; der Erzähler muss immer noch strukturierend eingreifen, und hierbei kommen seine Erzählziele an den verschiedensten Stellen ins Spiel. Zum Beispiel beim Interpretieren: Die wenigsten überlieferten Texte zeigen ihre richtige Interpretation eindeutig an der Textoberfläche, und wenn sie es nicht tun, dann haben Interpreten Wahlfreiheiten.

Wo es ohne Überdehnung geht, werde ich den Texten unserer Protagonisten kluge Gedanken entnehmen. Wo es sich anbietet, werde ich ihre Gedanken möglichst attraktiv weiterdenken. Und wo sie z. B. ein Experiment beschreiben, das nach heutiger Sicht nicht funktioniert haben kann, da gilt es, mit langem Atem nach einer Erklärung zu suchen, wie es doch funktioniert

45 Schlüter [GRÜB].

46 Wetzels [JWR]:34 *et passim*. Ohne auf stilistische und wissenschaftsmethodologische Wertungen zu verzichten, hat sich Wetzels insgesamt auf Enthaltensamkeit bei der *naturwissenschaftlichen* Beurteilung der Forschung Ritters festgelegt (Wetzels [JWR]:VIII, 100).

47 Wetzels [JWR]:18-65 *et passim*.

haben müsste – statt zu früh aufzugeben und mit der billigen, defaultistischen Hypothese weiterzumachen, dass Goethe und Ritter falsch beobachtet oder sogar falsch berichtet hätten. Einen solchen Defaitismus muss man sich im Fall des Falles verdienen; er ist nur als *ultima ratio* berechtigt – wenn kein anderer Ausweg in Sicht ist. Daher sollten wir sogar versuchen, angeblich zum Scheitern verurteilte Experimente aufzubauen und zum Erfolg zu führen. Wenn das gelingt, werden wir diese Experimente aus heutiger Sicht aller Wahrscheinlichkeit nach anders erklären müssen, als es damals nahegelegen haben mag; doch die Versuchsergebnisse selbst sind unabhängig von einem solchen Perspektivenwechsel.

Kurzum, ich möchte das Beste aus den Belegen machen, das sich aus ihnen machen lässt – aber natürlich nicht ohne Rücksicht auf Verluste, sondern im Rahmen dessen, was sich rational verteidigen lässt. Was soll das heißen?

Zeitliche Kohärenz

§1.1.11. Wie man es meiner Ansicht nach nicht machen sollte, lässt sich an einem weiteren Zitat aus Richters Ritter-Biographie illustrieren:

»Wenn Goethe sich auch von Ritter bei der Einrichtung eines physikalischen Kabinettes hinsichtlich der Apparate beraten ließ, beklagte er sich doch andererseits auch, wenn ihn »der böse Engel der Empirie anhaltend mit Fäusten geschlagen« hatte [...] Es konnte nicht ausbleiben, daß es bei der unterschiedlichen Veranlagung der beiden Persönlichkeiten und bei den unterschiedlichen Standpunkten zu Meinungsverschiedenheiten kommen mußte«.48

Wer diese Passage liest, muss zu dem Schluss gelangen, dass Goethe sich mit dem Ausdruck »der böse Engel der Empirie« auf Ritter bezog. Es klingt, als hätten Goethe und Ritter gemeinsam vor einem Experiment Ritters gestanden, das nicht zu Goethes Farbforschung gepasst und daher wegen dessen Starrsinns einen Streit heraufbeschworen hätte.

Sobald wir hinter die Kulissen schauen, stellt sich heraus: Der Streit zwischen Goethe und Ritter, auf den Richter hinauswill, fand im September 1801 statt, doch das Goethe-Zitat stammt aus einem Brief an Friedrich Schiller vom 14. 7. 1798 – von einem Zeitpunkt, zu dem sich Ritter und Goethe vielleicht noch nicht begegnet waren; sollten sie einander überhaupt schon im Jahr 1798

48 Richter [LPJW]:77; fast dieselbe Aussage findet sich in Berg et al (eds) [EzEB]/A:9.

persönlich kennengelernt haben, dann wohl erst kurz nach Abfassung des Briefs.⁴⁹ Ritter wird in dem gesamten Brief nicht erwähnt, stattdessen erfahren wir dort von derjenigen Forschungsmethode, in der sich Goethe und Ritter ab 1801 einig waren und auf die ich in den nächsten Kapiteln zurückkommen werde: die Suche nach Polaritäten in den verschiedensten Bereichen.⁵⁰

Was uns Richter in der zitierten Stelle anbietet, muss man als extrem laxen Umgang mit den Belegen bezeichnen. Für seine pessimistischen Erzählziele *suchte* er nach einem zitierfähigen Gegensatz zwischen Goethe und Ritter, wartete aber nur mit irgendeinem Goethe-Zitat auf, das dessen zeitweilige Schwierigkeiten mit Versuchsergebnissen dokumentiert – ohne jeden nachweisbaren Bezug zu Ritter. Diese Art der freien Montagetechnik von Belegen werde ich sorgfältig vermeiden.

Es gibt eine gute Regel, deren Beherzigung Richter hätte davor bewahren können, so wie zitiert über die Stränge zu schlagen: zeitliche Kohärenz. Überall, wo es möglich ist, werde ich streng auf das Entstehungsdatum unserer Belege achten und ihnen nur diejenigen Zusammenhänge entnehmen, deren Abfolge mit der zeitlichen Ordnung der Belege harmoniert. Die Ursachen eines Konflikts müssen beispielsweise vor seiner Austragung liegen, und sein Auslöser muss kurz vor Konfliktbeginn stattgefunden haben.

Zeitliche Kohärenz ist vielleicht nicht bei jedem wissenschaftsgeschichtlichen Thema das Mittel der Wahl, wohl aber beim Thema meiner Untersuchung. Ritter hat in seinen Schriften und Briefen immer wieder präzise Datierungen seiner Entdeckungen und Überlegungen untergebracht, und zwar fast schon so, als wäre er von einem Datumszwang besessen gewesen. Hierin haben wir eine wichtige Ressource für die Rekonstruktion der wahrscheinlichen Abläufe, die ich ausgiebig nutzen werde.⁵¹

Fazit zur Methode

§ 1.1.12. Man kann endlos über Methoden der Wissenschafts-Historiographie philosophieren; wie ich hoffe, habe ich meine Methode zur Darstellung des

49 Gleichwohl entnimmt Richter dem Brief an Schiller vom 14. 7. 1798 ohne jeden Anhaltspunkt ausdrücklich einen »Hinweis auf Ritter-Besuch« (Richter [LPJW]:234).

50 Für den Wortlaut und den polaristischen Gehalt dieses Briefs s. u. § 1.4.6; für Details zum Streit zwischen Goethe und Ritter im Spätsommer 1801 siehe Kapitel 4.2 und Kapitel 4.3.

51 Für ein Beispiel s. u. § 2.3.6.

wissenschaftlichen Austausches Ritter und Goethe ausführlich genug begründet. Hier noch einmal die drei wichtigsten Leitplanken meines Vorgehens:

Erstens werde ich (noch völlig wertneutral) sämtliche Belege zu Goethes und Ritters Wechselspiel einbeziehen, die überliefert sind. Ich werde, zweitens, deren zeitliche Ordnung (völlig wertneutral) im Auge behalten, also nur diejenigen Abläufe darlegen, die in die belegte Reihenfolge passen. Und ich werde drittens sämtliche Belege so positiv deuten, wie es die Sache erlaubt – ich werde mithin soweit möglich mit der Leitidee arbeiten, dass meine Protagonisten sauber zu arbeiten vermochten, kluge Gedanken fassten, vernünftige Argumente ersannen, beim Bericht von Versuchsergebnissen nicht logen, sich beim Beobachten nicht irrten, ehrlich miteinander umgingen und auf Augenhöhe.

Diese umfassende Leitidee formt mein Narrativ. Wohlgemerkt, ich werde nicht behaupten, dass man Goethes und Ritters Modellen, Ideen, Theorien usw. aus heutiger Sicht recht geben darf; sie sind aus heutiger Sicht obsolet. Trotzdem werde ich einen entschiedenen Optimismus an die Belege herantragen, der nicht zwingend aus ihnen folgt. Er schwebt nicht völlig frei in der Luft; Bodenhaftung bekommt er an folgenden Punkten: Beide Forscher waren erwiesenermaßen keine Dummköpfe, wie sie bei vielen gut dokumentierten Gelegenheiten zu erkennen gaben – auch außerhalb der Geschichte, die ich darstellen werde. Zudem tut diese Darstellung den Belegen keine Gewalt an; es gibt also kein Veto der Quellen gegen das, was ich entfalten werde. Darüber hinaus ist die Darstellung (meiner Ansicht nach) in sich stimmig, verstößt nicht gegen plausible psychologische Annahmen, lässt sich, im Gegenteil, bestens verstehen und ermöglicht uns einen guten Überblick über tausenderlei Einzelheiten.

Der Wert dieses letzten Gesichtspunktes ist besonders schwer zu durchschauen. Ich behaupte nicht, dass die hier vorgelegte Geschichte die einzig mögliche ist, doch halte ich sie für instruktiv genug, um sie in Buchform herauszubringen. Wer die Voraussetzungen meines Narrativs nicht teilt, ja wer – Gott behüte – lieber seiner Freude an pessimistischen Narrativen freien Lauf lassen möchte, dem kann ich die gegenteilige Sichtweise nicht argumentativ aufzwingen.

Denn es bleibt dabei, ich setze in meiner Arbeit tentativ auf optimistische Leitideen (nicht anders als viele Physiker ebenfalls tentativ auf Symmetrien und Einfachheit setzen). Gleichwohl gab es beim Start in dieses wissenschaftsgeschichtliche Wagnis keine Garantie dafür, dass sich die überlieferten Belege auf narrativ stimmige Weise so darstellen lassen würden, wie ich es vorhatte. Man könnte also sagen, dass ich mein Narrativ getestet habe: Ich habe versucht, das Wechselspiel zwischen Goethe und Ritter positiv zu erzählen, und

erst bei der Durchführung des Versuchs konnte sich herausstellen, ob der Plan aufgeht. Ich bin mit dem Ergebnis nicht unzufrieden, möchte aber das abschließende Urteil darüber lieber in Ihre Hände legen.

Vertiefungsmöglichkeit. Wie gesagt gelten meine beiden Protagonisten außerhalb der hier dargestellten Geschichte nicht als wissenschaftliche Irrläufer. Stellvertretend für viele andere naturwissenschaftliche Errungenschaften außerhalb unseres Themas erinnere ich nur daran, dass Ritter bis heute wegen seines umfassenden Nachweises galvanischer Prozesse bei allen Lebensprozessen gepriesen wird.⁵² Und Goethe wird bis heute wegen seiner Entdeckung des menschlichen Zwischenkieferknochens bewundert.⁵³

Lug, Trug und Verschwörung

§ 1.1.13. Wer die hier dargestellte Geschichte nicht stimmig genug findet, mag es stattdessen mit einem pessimistischen Narrativ zu Goethes Wissenschaftlichkeit versuchen. Die Hürde dafür ist hoch; das pessimistische Narrativ des Ritter-Biographen Richter zum Beispiel ist zwar ebenfalls in sich stimmig – aber es tut manchen Belegen Gewalt an, vernachlässigt andere und hat ihre zeitliche Ordnung nicht immer im Blick; ich werde auf diese Schwächen jeweils an Ort und Stelle hinweisen.

Das heißt nicht, dass überhaupt keine negative Geschichte über unsere beiden Protagonisten möglich wäre; hier nur eine Andeutung, wie man diese Geschichte anpacken könnte. Und zwar könnte man Goethe eine partielle Schizophrenie mit präzise auf die Optik beschränktem Wirklichkeitsverlust attestieren.⁵⁴ Dann wären immer noch Ritters positive Auslassungen über Goethes Farbenforschung zu erklären – wie kann es sein, dass ein Mann vom Kaliber Ritters den Wirklichkeitsverlust Goethes nicht bemerkt hat?

Eine Antwort auf diese Frage drängt sich auf: Ritter war stets von Geldsorgen geplagt und erhoffte sich insbesondere während seiner Jahre im Herzogtum Sachsen-Weimar finanzielle und berufliche Protektion von Goethe. Um nun diesen potentiellen Gönner bei der Stange zu halten, um ihn nicht zu verschrecken oder zu verärgern, musste Ritter so tun, als ließe er sich voll und ganz auf Goethes Forschungsprogramm ein. In Wirklichkeit aber ging es ihm nur ums Geld, und so log er, dass sich die Balken bogen.

52 Ritter [BDBG]; zu diesem Thema siehe z. B. Specht [PaK]:124-129.

53 Goethe [VaVK], dazu Wenzel (ed) [GHS]/2:716/7 sowie Wenzel [ES]:250-255; für eine differenzierte Gesamtwertung ohne den leisesten Hauch eines Goethekults siehe Wenzel [GD]:292 *et passim*.

54 So argumentiert in zwei dicken Bänden mit einer reichen Fülle an Belegen (aber ohne jeden Bezug zu Ritter) der Psychoanalytiker Eissler [G].

Völlig ausgeschlossen ist diese Sichtweise nicht. Doch bedenken Sie: Mit so einer Geschichte geraten Sie hart an die Grenze einer Verschwörungstheorie. Denn Sie müssen nicht nur Ritters konstruktive Aussagen gegenüber Goethe für Lug und Trug erklären, sondern auch seine gleichartigen Aussagen aus späteren Veröffentlichungen, wie sie für die Zeit nach dem Weggang aus dem Herzogtum dokumentiert sind.

Um Missverständnissen vorzubeugen: Richters Ritter-Biographie ist nicht vom verschwörungstheoretischen Bazillus befallen. Obschon sein Ritter im Netz von Schulden gefangen ist, zeigt er ihn noch stärker in den Fängen der Begeisterung für die Wissenschaft. Er beschreibt Ritters Geschick und Fortune beim Experimentieren, lässt aber auch die Episoden nicht aus, in denen er scheitert. Das ist alles andere als pessimistisch, vor allem wenn man bedenkt, dass jeder große, kühne Naturwissenschaftler seine dunklen Seiten hat.

In der Tat, mit Blick auf Ritter bietet uns Richter ein optimistisches Narrativ, voller Respekt und Wohlwollen für seinen Protagonisten – genau so, wie ein Biograph mit seinem Thema umgehen sollte (mit der Ausnahme von Hitler- und Stalinbiographen). Aber gerade weil Richter seinen Protagonisten gut dastehen lassen möchte, glaubt er, den wissenschaftlichen Austausch zwischen Ritter und Goethe schlechtreden zu müssen. Woran das liegt, ist leicht zu verstehen: Wer voraussetzt, dass es mit Goethes wissenschaftlicher Respektabilität um 1800 nicht weit her gewesen ist, und wer Ritters wissenschaftliche Respektabilität hochhalten möchte, für den darf die Zusammenarbeit zwischen beiden nicht funktioniert haben. Doch wie gesagt, diese Mischung aus Optimismus mit Blick auf Ritter und Pessimismus mit Blick auf Goethe ist schwer durchzuhalten; angesichts der Quellen sitzen beide im selben Boot. Das jedenfalls werde ich ausführlich nachzuweisen versuchen.

Ritter als Schiffbrüchiger?

§1.1.14. Bevor wir uns in die Einzelheiten des Nachweises vertiefen, gilt es einen umfassenden Verdacht anzusprechen, der sich an meinem Vorgehen entzünden könnte. Wenn Ritter und Goethe wirklich im selben Boot sitzen sollten: Was spräche dann dagegen, ihren gemeinsamen Schiffbruch im Meer der Physik auszurufen?

In der Tat lässt sich in Ritters Forschung manch ein dubioses Element dingfest machen. Erstens hat er Behauptungen über Wünschelruten publiziert, bei denen man sich die Haare raufen möchte. Zweitens hat er in seinen Forschungen weitgehend auf den Einsatz mathematischer Methoden verzichtet. Und drittens orientierte er sich an polaristischen Leitideen, die aus heutiger Sicht

obsolet sind. Ich werde diese Gesichtspunkte im Lauf meiner chronologischen Darstellung jeweils an Ort und Stelle schonungslos ausleuchten – ohne dabei die wissenschaftshistorische Gerechtigkeit aus den Augen zu verlieren.⁵⁵

Ritter stand in diesen Dingen unter den prominenten Naturwissenschaftlern seiner Zeit keineswegs alleine da. Wir wären nicht gut beraten, allen Forschern den Ehrentitel respektabler Wissenschaftlichkeit abzusprechen, deren Fehltritte uns aus heutiger Sicht irritieren. Es ist instruktiver, sich einerseits an den bleibenden Errungenschaften früherer Forscher zu orientieren, andererseits ihre Fehltritte vor dem Hintergrund damals verbreiteter Standards und Annahmen verständlich zu machen – um ein respektabler Naturwissenschaftler zu sein, muss man nicht unfehlbar sein.

Wie sich im Laufe meiner Darstellung ergeben wird, hatte das polaristische Boot mit den Passagieren Ritter und Goethe eine Reihe seinerzeit namhafter Forscher an Bord: unter anderem den Entdecker der Thermoelektrizität Thomas Seebeck, den Entdecker der elektromagnetischen Wechselwirkung Hans Christian Ørsted, den Chemiker Johann Friedrich August Göttling, den Physiker Benjamin Thompson (*alias* Graf Rumford) und den Mediziner Samuel Thomas Soemmerring; sogar der Physiker und Spätaufklärer Georg Christoph Lichtenberg gehörte zu den Mitreisenden – obwohl er nicht viel in die Fahrt investiert hat, löste er seine Fahrkarte früher als die meisten anderen.

Abgesehen davon war Goethes und Ritters mathematische Enthaltbarkeit noch um 1800 alles andere als eine dilettantische Besonderheit.⁵⁶ Und – *horribile dictu* – sogar in der Affäre mit den Wünschelruten stand Ritter nicht alleine da: Die Sache wurde von dem bedeutenden Mineralogen Christian Weiß ins Rollen gebracht und z. B. von dem nicht minder bedeutenden Physiker Marc-Auguste Pictet ernstgenommen; Goethe übrigens hat sich in dieser Angelegenheit bedeckt gehalten, wie Sie sehen werden.

55 Siehe unten z. B. § 5.3.2 (zu den Wünschelruten) sowie § 6.4.4 (zum Mangel an Mathematik in Ritters Forschung).

56 Siehe die allgemeine Darstellung in Caneva [fGtE] und (speziell mit Bezug zu Ritter) Paulus [RiLW].

1.2. Goethes frühe Arbeiten in der Optik

Eine sehr kurze Geschichte der Polarität vor Goethe

§1.2.1. Es war nicht Goethe, der die Idee der Polarität in die Naturwissenschaft eingeführt hat; vielmehr folgte er in seiner Forschung einem seinerzeit verbreiteten Trend, wenn auch mit ungewöhnlicher Hartnäckigkeit, und so kann man sagen, dass er den Polaritätsgedanken besonders weit getrieben hat.

Es lässt sich kaum eindeutig feststellen, wann ein genuiner *Begriff* von Polarität in die Naturwissenschaft gelangt ist. Bei dieser Frage hilft uns die Entstehungs- und Verwendungsgeschichte des *Wortes* »Polarität« oder seiner anderssprachigen Gegenstücke (beispielsweise des englischen »polarity«) nicht viel weiter.⁵⁷ So wurden die fraglichen Wörter etwa in der Seefahrt zunächst ohne die theoretischen Voraussetzungen eingesetzt, die später für Goethes und Ritters Gedanken zur Polarität wichtig werden sollten.⁵⁸ Umgekehrt kann man die Grundannahmen des Denkens in Polaritäten beachten und mit ihnen arbeiten, ohne dafür ein eigenes Wort zu benutzen; der frühe Kant ist ein Beispiel dafür – er redete von »Realrepugnanz«, »Realopposition«, »realer« bzw. »wirklicher Entgegensetzung« und »Realentgegensetzung«.⁵⁹

Einerlei, wie man ihn nennt: Unser Begriff ist einigermaßen abstrakt. Aber das macht ihn nicht unverständlich; er hat zunächst (so wie auch das zugehörige Wort) mit der weit konkreteren Rede von jeweils zwei Polen zu tun, die einander gegenüberstehen und in gewisser Hinsicht entgegengesetzt sind.

Das Wort »Pol« leitet sich vom griechischen *πόλος* ab – Wirbel. Unter geozentrischen Vorzeichen ging es der Antike dabei um die beiden Himmelspole, also die fix erscheinenden Endpunkte derjenigen Achse, um die das Himmelszelt wie in einem Wirbel rotierte (scheinbar, aus heutiger Sicht).

57 Ohne mich auf eine ausgefeilte Theorie vom Begriff festlegen zu wollen, werde ich hier zwischen Wörtern und Begriffen in dem Sinne unterscheiden, dass Wörter sprachliche Zeichen für außersprachliche Begriffe sind, dass also ein und derselbe Begriff verschiedene Wörter entsprechen können, ja dass man sogar über einen Begriff verfügen kann, ohne dafür ein Wort zu haben.

58 Ein besonders frühes (wenn nicht das früheste) Vorkommen von »polarity« betraf eine gewitterbedingte Umpolung aller Kompassnadeln an Bord der Albemarle am 24. 7. 1681 (siehe R. S. [RoEo]:520/1).

59 Kant [VBNG]:172, 175, 174 bzw. 176 und 177.

Für die Navigation auf unserer Hemisphäre war insbesondere das nördliche Zentrum dieser scheinbaren Wirbelbewegung von großer Bedeutung.⁶⁰ So boten helle Sterne aus dem Großen und Kleinen Bären (die am Firmament ganz in der Nähe eines dieser beiden Pole liegen) einen groben Anhaltspunkt zur Orientierung Richtung Norden; ähnlich unterhalb des Äquators mit dem Kreuz des Südens. (Im Laufe der Jahrtausende verschieben sich die Sternbilder nicht unerheblich, und so bietet der Polarstern aus dem Kleinen Bären erst in unserer Zeit eine zunehmend gute Annäherung an den nördlichen Himmelspol).

Irgendwann wurde bekannt, dass sich frei beweglich installierte Magnetnadeln mit dem einen Ende nach Norden ausrichten, mit dem anderen nach Süden – das war die Erfindung des Kompasses. Und so hat man die astronomische Rede von zwei Polen kühn auf Kompassnadeln, ja überhaupt alle Magneten übertragen, um schließlich die beiden Pole in einem weiteren, kühnen Schritt auf die Erde zu projizieren; dies führte zu der Annahme, dass die Erde ein einziger großer Magnet sei. Auffälligerweise benutzte man zur Erleichterung dieses Transfers zunächst einen Magneten, dessen Kugelgestalt an diejenige der Erde erinnerte und der spätestens um 1600 den schönen Namen *Terrella* bekam (»kleine Erde« – Abb. 1.2.1).

Nach einem weiteren kühnen Schritt gewann diese Übertragung noch mehr Suggestionskraft: Wer unseren Planeten gedanklich in Rotationen versetzte, konnte auch unabhängig vom Magnetismus auf der Erde zwei Pole lokalisieren, nämlich Nord- und Südpol als Endpunkte der Achse der Erdrotation. Eine damals heiß diskutierte Forschungsfrage lautete also: Wie hängen die magnetischen und die geographischen Pole der Erde miteinander zusammen? Konnte es ein bloßer Zufall sein, dass sie in enger Nachbarschaft liegen, ja vielleicht ineinsfallen?

Wie dem auch sei, nachdem der Polbegriff im Laufe der Zeit auf eine wachsende Zahl von Gegenständen angewendet wurde, von Punkten am *Himmel* über Punkte auf der *Erde* bis hin zu Punkten auf jedem *Magneten*, konnte man mit Polen experimentieren und z. B. untersuchen, unter welchen Bedingungen ein eiserner Gegenstand Magnetpole in einer ganz bestimmten

60 Siehe hierzu und zum folgenden Steinle [GFoC]:109-110 mit Verweisen auf die Originalliteratur; demzufolge ist die Rede von Magnetpolen offenbar bereits im 13. Jahrhundert von Petrus Peregrinus de Maricourt geprägt worden, der zwar über kein eigenes Fachwort für die abstraktere Rede von Polarität verfügte, wohl aber Elemente einer Theorie der magnetischen Polarität vorzulegen wusste.

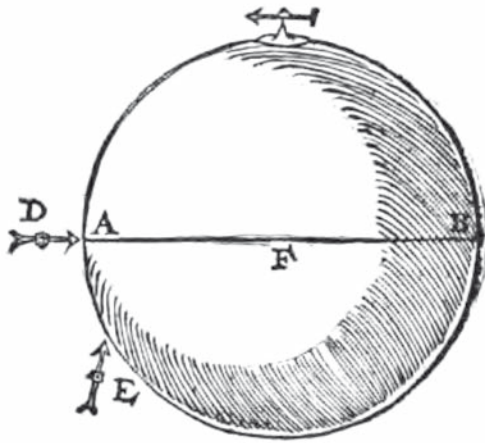


Abb. 1.2.1: Die Erde als Magnet.

Um sich über die magnetischen Beziehungen zwischen den Polen der Erde und denen einer Magnetnadel oder eines beliebigen Magneten Klarheit zu verschaffen, schliff Gilbert einen Magnetstein in Form einer Kugel – er nannte diesen Stein *terrella*, kleine Erde. Schon in der ältesten erhaltenen westlichen Schrift zum Magnetismus hatte Petrus Peregrinus de Maricourt mit kugelrunden Magnetsteinen gearbeitet und dadurch motiviert, dass man den Polbegriff aus Astronomie und Navigationskunst auf den Magnetismus übertragen kann. [Graphik aus Gilbert [oLMB]:25; vergl. Gilbert [dMMC]:13].

Anordnung ausbildet und unter welchen Manipulationen die Pole eines Magneten ihre Plätze tauschen.⁶¹

In derartigen Fällen erschien es praktisch, ein neues Wort zu nutzen. Statt beispielsweise zu sagen, dass der ehemalige Nordpol eines Magneten nun die Stelle von dessen ehemaligem Südpol eingenommen hat und umgekehrt, konnte man im Stenogrammstil sagen:

»Die Polarität des Magneten hat sich umgedreht.«⁶²

61 Solche Fragen untersuchte z. B. im Jahr 1694 ein britischer Forscher mit den Initialen J. C. (siehe J. C. [PaMC]:257, 261 (§10)).

62 Im englischen Original mit etwas mehr Kontext: »a needle whose Polarity was quite changed« (R. S. [RoEo]:520).

Wenn ich recht sehe, entwickelte diese zunächst nur zur Vereinfachung erfundene Redeweise bald ein Eigenleben. Das hatte auch damit zu tun, dass in neuen Phänomenbereichen Effekte entdeckt wurden, die den Polaritäten am Magneten ähneln.

Beispielsweise war lange bekannt, dass sich gleichnamige Magnetpole abstoßen (z. B. zwei Südpole), ungleichnamige Magnetpole dagegen anziehen (siehe Farbtafel 1 links).⁶³ Es war ein großer Triumph, als man in der Mitte des 18. Jahrhunderts strukturell dieselben Verhältnisse an elektrostatisch geladenen Körpern aufzeigen konnte.⁶⁴

Wer z. B. mit einem elektrostatisch geladenen Turmalin das eine Ende eines zweiten elektrostatisch geladenen Turmalins abstößt, kann diese Abstoßungskraft durch Drehung des zweiten Turmalins in eine Anziehungskraft verwandeln. Da lag es nahe, auch elektrostatisch geladenen Körpern Pole zuzuschreiben.⁶⁵

Es ging noch weiter; den entgegengesetzten *Wirkungen* umgedrehter Polaritäten korrespondierten auch auf Seiten der *Ursachen* entgegengesetzte Verhältnisse. Beispielsweise konnte man einem Turmalin durch Erwärmung eine ganz bestimmte elektrische Polarität aufprägen, durch Abkühlung dagegen die entgegengesetzte Polarität.⁶⁶

Angesichts dieser Beobachtungen drängte sich die Vermutung auf, dass die verschiedensten Sachverhalte über ein umfassendes Netz an Polaritäten miteinander verknüpft sein müssten: Der Nord/Süd-Magnetismus und die Plus/Minus-Elektrizität schienen nun mit dem Gegensatz zwischen Anziehungs- und Abstoßungskräften, ja mit dem Gegensatz zwischen Warm und Kalt zusammenzuhängen.

Und so fragte man, ob solche polaren Gegensätze nicht vielleicht für viele weitere Naturphänomene verantwortlich sein könnten, etwa für die Kristalli-

63 Der *locus classicus* für die systematische Untersuchung dieses und vieler weiterer magnetischer Sachverhalte wurde zu Beginn des 17. Jahrhunderts veröffentlicht (Gilbert [dMMC]).

64 Siehe hierzu und zum folgenden die bahnbrechenden Ergebnisse des Naturforschers Franz Ulrich Theodosius Aepin (Aepin [ARvA]/B:16/7). Zu einigen Details siehe O. M. [KGP], dritter Abschnitt.

65 So ausdrücklich bei Wilke [GT]:111/2; laut Kant hat Aepin diese Redeweise eingeführt (Kant [VBNG]:185). Ohne eine Fundstelle zu nennen, bezog sich Kant offenbar auf Aepin [ARvA]/B:16/7, 32 (oder auf Parallelstellen aus anderen Ausgaben dieses Textes).

66 Das war ein Ergebnis der Forschung von Bergman [AvTE]:61; vergl. das damalige Resümee in Wilke [GT]:112.

sation.⁶⁷ Mehr noch, könnte es nicht sein, dass die gesamte Welt im Innersten durch eine einzige große, allumfassende Polarität zusammengehalten wird? Das ungefähr ist die naturwissenschaftliche Polaritätsidee, mit der Denker und Dichter wie Goethe und Schelling, aber auch Experimentalphysiker wie Lichtenberg um 1800 liebäugelten.⁶⁸

Vor dem skizzierten Hintergrund werde ich untersuchen, ob und, wenn ja, wie sich Polaritäten in der Optik dingfest machen lassen. Doch bevor wir dahin kommen, möchte ich auf eine Besonderheit derjenigen Art des Denkens in Polaritäten aufmerksam machen, die im folgenden beleuchtet werden wird. Und zwar lässt sich die Idee der Polarität recht unabhängig von substantiellen Details der Theorien irgendwelcher Wirklichkeitsbereiche einsetzen. Sie enthüllt nämlich nur bestimmte Oberflächenstrukturen in der beobachtbaren Welt, ganz unabhängig von theoretischen Hypothesen über die Natur des fraglichen Wirklichkeitsbereichs.⁶⁹

Einerlei, ob die Natur der statischen Elektrizität auf verschiedene Materien wie z. B. Flüssigkeiten zurückgeführt wird, und einerlei, ob die Natur des Magnetismus mit Wirbeln oder magnetischen Materien oder Kräften erklärt wird: auf Hypothesen über diese Tiefenstrukturen kommt es nicht an, wenn man nur feststellen will, ob sich bei Vertauschung zweier Pole die beobachtbaren Wirkungen umdrehen. Aus diesem Grunde habe ich in meiner sehr kurzen Geschichte der Polarität guten Gewissens darauf verzichten können, die vielen konkurrierenden Hypothesen zu nennen, die bis in die Goethezeit

67 Bergman [PBE]/2:284n; soweit ich sehe, findet sich genau in dieser übersetzten Fußnote das allererste deutschsprachige Vorkommen des Wortes »Polarität«. Newton, auf den sich Bergman (leider ohne Quellenangabe) in der Fußnote berief, hatte das Wort »polarity« zwar nirgends benutzt; doch hatte er in einer Textstelle, die Bergman möglicherweise meinte, tatsächlich von Abstoßungs- und Anziehungskräften bei kleinen Partikeln in Salz und Vitriol (wie z. B. Kupfersulfat) geschrieben, allerdings mit Blick nicht auf Kristallisationsprozesse (wie in Bergmans Kontext), sondern mit Blick auf deren Gegenteil, die *Auflösung* von Kristallen im Wasser (Newton [O]:250/1 (= Book III, Query 31)).

68 Siehe z. B. Schelling [vW]/A:25-27, 128, 154-162 *et passim*, Schelling [EzSE]:45n; Lichtenberg in Erxleben et al [AN]/C:530 (§ 569), Lichtenberg [S]/II:324 (= Heft J §1784). Zur polaristischen Verbindung zwischen Lichtenberg und Goethe siehe O. M. [WBV]; zu derjenigen zwischen Schelling und Goethe siehe O. M. [GpMS].

69 Einen verwandten Gedanken formuliert die Physikerin und Philosophin Brigitte Falkenburg für den Einsatz des Symmetriegedankens in der modernen Physik, der ihr zufolge eine provisorische mathematische Systematisierung bietet und von der hochabstrakten Theoriebildung zu unterscheiden ist (Falkenburg [URoS]:124 *et passim*).

zur Natur von Elektrizität, Magnetismus usw. vorgebracht worden waren.⁷⁰ Sie mögen wissenschaftsgeschichtlich von Interesse sein, sind für meine Zwecke aber weniger wichtig.

Insofern sich der Polaritätsgedanke unabhängig von theoretischen Kausal-erklärungen formulieren und durchführen lässt, wäre es irreführend, von einer Polaritätstheorie zu sprechen. Daher habe ich mich entschlossen, die Sache unter weniger verfängliche Überschriften zu bringen, also lieber einem Polaritätsgedanken, einer Polaritätsidee oder einem polaristischen Argument das Wort zu reden (und genau keinem polaritätstheoretischen Argument).

Worauf, genau, das Denken in Polaritäten hinausläuft, wird sich in meiner Untersuchung nach und nach anhand von Beispielen herausstellen; eine umfassende Begriffserklärung kann ich daher erst im letzten Kapitel vorschlagen. Jetzt schon möchte ich Ihnen eine grobe Orientierung anbieten. Für Polarität im hier interessierenden Sinne müssen sich (a) exakt zwei Faktoren gegenüberstehen, die (b) einander bedingen, die sich (c) gegenseitig auslöschen können und in diesem Sinne Gegensätze sind, die schließlich (d) eine ganz bestimmte Form von Vertauschungssymmetrie aufspannen. Der letzte Gesichtspunkt ist entscheidend und bringt z. B. beim Experimentieren folgende Handlungsanleitung mit sich: Man suche nach jeweils zwei entgegengesetzten Faktoren in einem Versuchsaufbau, deren exakte Vertauschung auch entgegengesetzte Wirkungen zeitigt.

Newton und das Licht

§1.2.2. Wie dargelegt versuchten eine Reihe von Naturforschern des 18. Jahrhunderts, die beim Magnetismus zuerst entdeckte und benannte Nord/Süd-Polarität per Analogie auf andere Phänomenbereiche auszudehnen, zuallererst auf Phänomene der Elektrizität, aber auch auf solche der Kristallisation sowie der Wärme und Kälte.

Die Lehre vom Licht und der Dunkelheit kam in dieser Geschichte nicht vor; polare Sichtweisen lagen den meisten Experten für Optik fern. Warum? Die Antwort hierauf hängt mit dem durchschlagenden Erfolg der newtonischen Lichttheorie zusammen, die im Jahr 1672 an die Öffentlichkeit gekommen war und spätestens seit dem Erscheinen der *Opticks* im Jahr 1704 das Feld bestimmte.⁷¹ Laut Newton und laut unserer heutigen Sicht, die auf ihn zurückgeht, hat eine polare Hell/Dunkel-Theorie optischer Phänomene deshalb

⁷⁰ Einen ausführlichen Überblick liefert Moiso [MEG].

⁷¹ Newton [LoMI], Newton [O]; zur Durchsetzung der Theorie siehe Shapiro [GAoN].

keine Aussicht auf Erfolg, weil das Gegenteil des Lichts, die Finsternis, keineswegs als eigenständig wirkender Faktor konzeptualisiert werden darf, sondern nichts anderes darstellt als Abwesenheit von Licht.⁷²

Helligkeit und Dunkelheit sind demzufolge keine entgegengesetzten Existenzen, können also auch nicht für einen polaren Gegensatz in Anspruch genommen werden; stattdessen beziehen sich alle optischen Gesetzmäßigkeiten immer nur auf Licht. Mit dieser Sichtweise haben Fachphysiker im Verlauf des gesamten 18. Jahrhunderts (und bis auf den heutigen Tag) erfolgreich Optik betrieben.

Vertiefungsmöglichkeit. In den *Opticks* findet sich (bei dem Thema, das wir heute unter der Überschrift der Newtonringe führen) eine einzige Stelle, in der Newton Weiß und Schwarz »entgegengesetzt (opposite)« nannte und diesen Gegensatz sogar auf die Komplementärfarben ausgedehnt hat:

»Als ich die Farbenringe aus Reflexion und Transmission miteinander verglichen habe, stellte ich fest: Weiß stand dem Schwarz gegenüber [opposite], Rot stand dem Blau gegenüber, Gelb dem Violett und schließlich Grün einer Mischung aus Rot und Violett.«⁷³

Ob Newtons Formulierung »opposite« einfach nur räumlich gemeint war oder ob er eine komplementäre Gegensätzlichkeit der Farben mitschwingen lassen wollte, muss ich offenlassen; der Sache nach liegen hier komplementäre Farbverhältnisse vor.⁷⁴ Unabhängig davon brachte Newton erstaunlicherweise bei Doppelbrechungen am Kalkspat (dem Isländischen Kristall), die heutzutage der Polarisation des Lichts zugeschrieben werden, Magnetpole ins Spiel.⁷⁵ Der Kalkspat wird in meiner Darstellung noch einen kurzen Auftritt haben (§ 4.3.1k).

Newton's Vorgänger scheitern alle

§1.2.3. Der Erfolg der newtonischen Theorie und ihrer Nachfolgerinnen macht nur zur Hälfte verständlich, woran es lag, dass die Polarität in der Optik seit Newton keine große Anhängerschar gefunden hat. Die andere

72 Offenbar scheint nicht einmal Kant, der Aepins Resultat zur Polbildung an Turmalinen schwungvoll aufgegriffen hatte (Kant [VBNG]:185) und im Anschluss daran sogar die Kälte als realen Gegensatz zur Wärme aufzufassen vorschlug (Kant [VBNG]:186/7), den analogen Schachzug bei der Finsternis für sonderlich erwägenswert gehalten zu haben, wie sein gelehriger Verweis auf Newtons Prisma nahelegt (Kant [VBNG]:188, vergl. aber Kant [VBNG]:172).

73 Vergl. Newton [OAüS]:135. Hier der Wortlaut im englischen Original: »Comparing the coloured rings made by reflexion, with these made by Transmission of the light; I found that White was opposite to Black, Red to Blue, Yellow to Violet, and Green to a compound of Red and Violet« (Newton [O]:129 (= Book II, Part I, Observation 9)).

74 Siehe dazu Vine (ed) [EC]:68/9.

75 Newton [O]:240/1 (= Book III, Query 29), dazu Abendroth in Newton [OAüS]:277/8n40.

Hälfte der Erklärung liegt bei denjenigen optischen Theorien, die vor Newton gang und gäbe waren. Diese Theorien hatten seit der Antike zwei Gemeinsamkeiten. Erstens stimmten sie darin überein, dass Licht und Finsternis sehr wohl gleichberechtigte Faktoren in der Optik sind; insbesondere wurden (bei allen Unterschieden im Detail) die bunten Farben aus dem Wechselspiel von Helligkeit und Dunkelheit erklärt.⁷⁶ Diesen Theorien war das Denken in Polaritäten implizit eingeschrieben, doch kamen in ihnen die Wörter »Pol« oder »Polarität« nicht ausdrücklich vor. Die wurden ja (wie eingangs in diesem Kapitel dargetan) erst um 1750 vom Magnetismus auf andere Bereiche übertragen, also zu einem Zeitpunkt, als Newtons *Opticks* längst zum Klassiker avanciert waren und als für polare Hell/Dunkel-Theorien kein Platz war.

Das führt uns zur zweiten Gemeinsamkeit der polar organisierten Farb- und Lichttheorien, die vor Newton verbreitet waren: Sie funktionierten nicht; jedenfalls kamen sie mit einer Reihe newtonischer Experimente nicht zurecht, die Newton problemlos erklären konnte.⁷⁷ Für ihn stand damit fest, dass Farben keineswegs in der Dunkelheit verborgen sein können:

»Jetzt braucht man nicht länger darüber zu diskutieren, ob die Dunkelheit Farben enthält.«⁷⁸

Nur das Licht und sonst nichts bot laut Newton die Erklärung für Farberscheinungen. Nachdem er also die Farben überaus erfolgreich als Bestandteile des weißen Lichts gedeutet hatte, ohne dabei auf Finsternis zurückgreifen zu müssen, hatte sie optisch und farbtheoretisch ausgespielt. Und ohne Finsternis kann man die Optik schwerlich in die Reihe der polaren Wirklichkeitsbereiche einordnen.

Um Ihnen vor Augen zu führen, wie geschickt Newton die Bevorzugung des Lichts und die Benachteiligung der Finsternis einfädelte, werde ich im kommenden Paragraphen das berühmteste newtonische Experiment besprechen, auf das Goethe und Ritter immer wieder zurückkommen sollten.

76 Viele aufschlussreiche Einzelheiten und Literaturverweise zu diesen sog. Modifikationstheorien bieten z. B. Zemplén [EfOT], Zemplén [HoVC]:203-212 *et passim*, Shapiro [NDoL]:197-202, Shapiro [KO], section 4.1 sowie Nakajima [TKoM]:262-273.

77 Insbesondere das *experimentum crucis* sperrte sich gegen Erklärungen, wie sie vor Newton das Feld beherrschten (Newton [LoMI]:3078/9; dazu Lohne [EC], Lampert [NvG]:260-275 und O. M. [ML], Kapitel I.4 und I.5).

78 Vergl. Newton [NTüL]:30. Im englischen Original: »it can be no longer disputed, whether there be colours in the dark« (Newton [LoMI]:3085). – Vergl. aber Lohnes abweichende Interpretation mithilfe eines Boyle-Zitats (Boyle in Newton [NTüL]:38n35).

Newtons Grundexperiment

§1.2.4. An einem schönen Sonnentag schloss Newton alle Türen und Fensterläden eines nach Süden gelegenen Zimmers, löschte sämtliche Lichter, bohrte in einen der Fensterläden ein winziges kreisrundes Loch, brachte unmittelbar hinter dieser Lochblende ein Glasprisma an und fing mit einer weißen Tafel zweiundzwanzig Fuß (knapp sieben Meter) hinter dem Prisma an geeigneter Stelle alles Licht auf, das aufgrund der Brechung am Prisma seine Richtung verändert hat (Farbtafel 1 rechts). Solche Brechungen z. B. beim Übergang von optisch dünnen Medien (wie Luft) in optisch dichte (wie Glas) waren schon länger bekannt und wurden durch das Brechungsgesetz beschrieben, das Snellius formuliert hatte.⁷⁹

Doch die Sache kam nicht exakt so heraus, wie es das Gesetz erwarten ließ; Newton registrierte zwei überraschende Tatbestände: Der aufgefangene Lichtfleck ist nicht weiß, sondern regenbogenbunt, und nicht rund, sondern fünfmal so lang wie breit. An seinem oberen Ende ist der Farbstreifen blauviolett, am entgegengesetzten Ende rot; dazwischen türkis, grün und gelb. Dies Versuchsergebnis bezeichnen wir heute als Newtonspektrum (Farbtafel 2 links).

Durch sorgfältige Messung und Berechnung fand Newton heraus, dass die Breite des aufgefangenen Farbstreifens den Erwartungen entspricht, so wie sie sich aus der Größe der Sonnenscheibe am Himmel, der Winzigkeit des Fensterladenlochs, dem Abstand der Tafel vom Prisma, der Orientierung des Prismas usw. berechnen lässt.⁸⁰

Überraschend ist die Länge des Newtonspektrums – und seine Farbigkeit. Wenn man sich nun das buntgefärbte Spektrum der Länge nach zusammengesetzt denkt, und zwar aus einem blauvioletten, einem türkisen, einem grünen, einem gelben und einem roten Sonnenbild, dann drängt sich der Verdacht auf, dass verschiedenfarbige Lichtstrahlen oder -bündel in leicht unterschiedlicher Richtung aus dem Prisma herausgetreten sein müssen. Diese Spreizung wird heute als Dispersion bezeichnet; Newton nannte es »diverse Refrangibilität«, also unterschiedlich starke Brechbarkeit.⁸¹

Das Prisma hat demzufolge das weiße Lichtbündel in verschiedenfarbige Lichtbündel zerlegt, indem es dessen blauvioletten Anteil stärker gebrochen bzw. refrangiert hat als den türkisen, den türkisen stärker als den grünen usw.

79 Siehe Hecht [O]:173-179.

80 Newton [LoMI]:3077/8, Newton [LOOL]:52-61.

81 Im englischen Original »different Refrangibility« (Newton [MINA]:5092; vergl. Newton [LoMI]:3079 und Newton [O]:21 (= Book I, Part I, Proposition II)).

Kurz, das weiße Licht der Sonne ist laut Newton eine Mischung verschiedenfarbiger Lichtstrahlen mit unterschiedlicher Refrangibilität, also mit einem in Kleinstschritten variablen Parameter, der bei Newton eine ähnliche Rolle spielte wie die unterschiedlichen Wellenlängen, die wir den verschiedenen Spektralfarben heute zuschreiben.

Vertiefungsmöglichkeit. Dass das natürliche Sonnenlicht bereits vor der ersten prismatischen Brechung zusammengesetzt ist, hat Newton zu Beginn seiner Publikationstätigkeit behauptet.⁸² Später ist er in dieser Angelegenheit etwas vorsichtiger geworden, und so taucht die verschiedene Farbigkeit der Sonnenlichtstrahlen in den *Opticks* nicht als Proposition mit eigener Nummer auf, sie folgt aber logisch aus der diversen Refrangibilität und aus dem ersten Teilsatz der Proposition II des zweiten Teils des ersten Buchs der *Opticks*.⁸³ In der Tat ist Newton bis in die Goethezeit hinein (und sogar bis heute) so verstanden worden, als behaupte er, dass die Spektralfarben bereits vor der Refraktion im weißen Sonnenlicht enthalten sind. Wie sich bei genauer Lektüre zeigt, formulierte er zuweilen insofern etwas zurückhaltender, als er den Strahlen streng genommen keine Farben zuschreiben wollte.⁸⁴

* * *

Im allgemeinen genügt es nicht, nur fünf verschiedenfarbige Lichtstrahlen zu betrachten. Man kann zwischen den fünf genannten Farben viele feine Abstufungen ausmachen.⁸⁵ In Übereinstimmung mit der heutigen Sichtweise sprach Newton zuweilen von unendlich vielen verschiedenen Spektralfarben – dann aber wieder von sieben, manchmal von fünf, manchmal von drei Farben. Ich bleibe hier und im folgenden bei der Rede von fünf Farben, um die Darstellung nicht unnötig kompliziert werden zu lassen. Die Farbnuancen des Newtonspektrums unterscheiden sich streng genommen von den Farben der meisten – und untereinander sehr verschiedenen – Regenbögen, die sich in freier Natur beobachten lassen. Das zeigt sich besonders am blauvioletten Ende des Spektrums (das sozusagen blauer ist als dessen zuweilen sogar lila aufscheinendes Gegenstück im Regenbogen).

* * *

Interessanterweise herrscht unter Farbforschern eine größere Uneinigkeit über die Farben dieses kaltfarbigen Endes des Spektrums als auf der gegenüberliegenden warmfarbigen Seite, wo die meisten Forscher einvernehmlich von Rot und Gelb sprechen. Anders als in meinen anderen Texten bezeichne ich den farbterminologisch umstrittenen Endpunkt des Spektrums diesmal als Blauviolett (statt wie sonst als Blau oder Dunkelblau), und zwar aus zwei Gründen: Erstens sieht man dort am im Dunklen verschwimmenden Ende wirklich eine dunkle Blaunance, die einen leichten Stich ins Rötliche zeigt.⁸⁶ Und zweitens geht es im vorliegen-

82 Newton [LoMI]:3083, Punkt 7.

83 Newton [O]:78.

84 Newton [O]:80 (= Book I, Part I, Proposition II, Definition).

85 Dem ist im Lauf der Jahrhunderte ab und zu widersprochen worden, so z. B. im Jahr 1792 seitens Christian Ernst Wünschs Dreifarbentheorie (Wünsch [VBüF]), neuerdings seitens Armin Zinkes Sechsfarbentheorie (Zinke [BvL]). Ich muss darauf verzichten, diese Frage zu erörtern.

86 Ähnlich Matthaei [GF]:204.

den Buch prominent um das Ultraviolett; spräche ich am sichtbaren Ende des Spektrums von Blau, so müsste ich einem Ultra-Blau das Wort reden – und das wäre zu ungewohnt. Den hellblauen Farbton, der sich im Spektrum (Farbtafel 2 links) unter dem Blauviolett zeigt, nenne ich Türkis; vielleicht wäre es etwas treffender, von einem Cyanblau zu sprechen, aber ich möchte an diesem Punkt lieber ohne Fremdwort auskommen. Gleichwohl führt meine Rede vom Türkis insofern leicht in die Irre, als der gemeinte Farbton nicht so stark ins Grüne gezogen ist wie viele handelsübliche Türkistöne. Um das zu betonen und um mich stellenweise etwas enger an einige Formulierungen Goethes anlehnen zu können, der das Wort »Türkis« in diesem Zusammenhang zugunsten von »Blau« vermieden hat, werde ich den Farbton zuweilen als »Türkisblau« bezeichnen.⁸⁷ Fazit: Weil keine Farberminologie voll und ganz überzeugen kann, müssen wir in dieser Sache mit Krompromissen leben.

Übrigens habe ich eben nebenbei einen Unterschied zwischen warmen und kalten Farben eingeführt, über den man gleichfalls streiten kann; intuitiv ist er klar genug. Ich nutze die beiden Begriffe einstweilen nur zur visuellen Unterscheidung der beiden Enden des Newtonspektrums, ohne dabei auf etwaige Temperaturmessungen in den Spektralfarben abzielen: Blauviolett und Türkis nenne ich im folgenden kalt oder kaltfarbig, Rot und Gelb dagegen warm oder warmfarbig. Wer diese Terminologie etwa für die Malerei differenzierter einsetzen möchte, um z. B. von einem warmen Blauton zu sprechen oder von einem kalten Rotton, dem möchte ich meine Redeweise nur für die Zwecke dieses Buchs als terminologische Vereinbarung anbieten, mit deren Hilfe sich viele Formulierungen abkürzen lassen. Goethe hat eine solche Terminologie seit Beginn seiner Farbstudien nicht viel anders genutzt.⁸⁸ Es wird sich noch zeigen, dass sich hinter der intuitiven Rede von warmen und kalten Farben einige polaristische Analogien verbergen.

Sag mir, wo das Dunkle ist

§1.2.5. Welche Rolle spielte die Dunkelheit in Newtons Experiment und in seiner Argumentation? Gar keine. Das Experiment fand im Dunklen statt, in der Dunkelkammer, der *camera obscura*. Sie bot die neutrale Bühne für das experimentelle Geschehen: Newton führte die Farben seines Spektrums auf die am Prisma gebrochenen Sonnenstrahlen zurück, ohne irgend einen Einfluss der Finsternis zu benötigen. Im Gegenteil, er war geradezu beruhigt, wenn er seine Experimente in tiefster Dunkelheit aufzubauen vermochte. Warum? Weil er dann sicher sein durfte, dass seine Versuchsergebnisse nicht von Störfaktoren in Mitleidenschaft gezogen werden würden.

So riet er seinen Lesern, bei den kniffligsten optischen Experimenten besonders sorgfältig darauf zu achten, dass die Umgebung des Geschehens dunkel sein müsse:

87 Zum gemeinten Farbton vergl. Matthaei [GF]:201. – In seinen Notizen benutzte Goethe das Wort »Türkisfarb« offenbar ein einziges Mal (Goethe [WA]/II.5.2:104).

88 Goethe [GAVI]:363 (volles Zitat in §1.3.9); Goethe [EiP]:16 (volles Zitat in §1.3.5); vergl. §1.3.3, Fußnote 130.

»Man muss den Raum *sehr dunkel* machen; sonst wird sich allerlei Restlicht mit der Farbe vermischen, sie stören und abschwächen.«⁸⁹

Laut Newton schützt Dunkelheit also vor unerwünschten Störungen, und das bedeutet, dass er der Finsternis in seiner Experimentierpraxis von vorneherein keinen eigenständigen Einfluss auf optische Geschehnisse zutrauen mochte. Damit hat er sich schon beim Experimentieren bewusst oder unbewusst gegen die Polaritätsidee in der Optik festgelegt, und zwar bevor er überhaupt mit der Theoriebildung begann.

Der jahrhundertelange Erfolg sollte ihm recht geben; selbst wenn Newton die Finsternis nicht durch ausdrücklichen Beweis, sondern nur durch implizite Vorfestlegung aus dem Reich des physikalisch Existierenden verbannte, so lässt sich nicht daran rütteln, dass er auf dieser Grundlage alle zuvor bekannten optischen Theorien zu übertrumpfen wusste. Nur Newtons unpolare Theorie konnte einer breiten Anzahl von Experimenten Rechnung tragen.

Vertiefungsmöglichkeit. Es steht auf einem anderen Blatt, dass Newton beanspruchte, nicht einfach nur eine im Ganzen überzeugendere Theorie der optischen Phänomene zu liefern als seine Vorgänger – vielmehr wollte er die einzig mögliche Theorie liefern, und zwar per Beweis direkt aus Experimenten erschlossen.⁹⁰ Da ich diesen Anspruch woanders ausführlich dargestellt und entkräftet habe, brauche ich darauf hier nicht näher einzugehen.⁹¹

Goethe meutert

§1.2.6. Goethe glaubte kein Wort von dem, was ich zuletzt skizziert habe. Seiner Ansicht nach beruht Newtons Theorie auf einer einseitigen Auswahl von Experimenten. In einem Aufsatz aus dem Jahr 1792 schrieb er:

»Es entstehen durch eine solche Bemühung meistens Theorien und Systeme, die dem Scharfsinn der Verfasser Ehre machen [...] Man wird bemerken können, daß ein guter Kopf nur desto mehr Kunst anwendet, je

89 Vergl. Newton [NTül]:33. Im englischen Original: »[...] 'tis requisite that the Room be made *very dark*, least any scattering light, mixing with the colour, disturb and allay it« (Newton [LoMI]:3087, meine Hervorhebung; ähnlich in Newton [O]:47 (= Book I, Part I, Proposition IV, Experiment 11)). Newton bezog sich hier auf die Versuche, mit deren Hilfe er die farbliche Unveränderbarkeit homogener Strahlen nachzuweisen wusste und die zunächst niemand replizieren konnte (dazu Shapiro [GAoN]:101-117 sowie O.M. [zSUF], 10. Kapitel).

90 So beispielsweise Newton, Brief an Oldenburg vom 6. 7. 1672 (siehe Turnbull (ed) [CoIN]/I:209), dazu Lampert [NvG]:269-273.

91 O.M. [ML], Teil IV. Philosophische Kritik daran formuliert Lampert [UP].

weniger Data vor ihm liegen; daß er, gleichsam seine Herrschaft zu zeigen, selbst aus den vorliegenden Datis nur wenige Günstlinge herauswählt, die ihm schmeicheln, daß er die übrigen so zu ordnen weiß, daß sie ihm nicht geradezu widersprechen, und daß er die feindseligen zuletzt so zu verwickeln, zu umspinnen und beiseitezubringen weiß, daß wirklich nunmehr das Ganze nicht mehr einer freiwirkenden Republik, sondern einem despotischen Hofe ähnlich wird.«⁹²

Zwar erwähnte Goethe seinen englischen Gegner in diesem Aufsatz nirgends, aber er wird ihn gemeint haben, wie sich mühelos aus dem Kontext meines Zitats nachweisen ließe.⁹³ In Notizen, die er im Folgejahr schrieb, nannte er im selben Zusammenhang ausdrücklich Ross und Reiter.⁹⁴ Und er untermauerte seine Kritik an Newton, indem er dessen Experimente systematisch variierte.⁹⁵ Das Ergebnis dieser Übung fiel in Goethes Augen vernichtend aus. In einem Aufsatz vom Oktober 1793 schrieb er:

»Da man einmal bei der Refraktion eine so wichtige Erscheinung gesehen hatte, da eine ganz neue und beim ersten Anblick Mißtrauen erregende Theorie der ganzen Licht- und Farbenlehre darauf erbauet war, hätte man nicht sorgen sollen, *alle Fälle zu sammeln* und in einer gewissen Ordnung aufzustellen?«⁹⁶

Wenn Goethe empfahl, alle einschlägigen Fälle zu sammeln und zu ordnen, so formulierte er damit einen scharfen Gegensatz zu Newtons Vorgehensweise, der sich auf einige wenige Einzelfälle von besonders starker Beweiskraft berufen hatte.⁹⁷ Mit der empfohlenen Ausweitung des Horizonts machte Goethe ernst und stützte seine Newton-Kritik auf eine ungeheure Vielfalt von

92 Goethe [VaVv]/A:16. Ähnlich äußerte sich Goethe im Jahr 1793 (Goethe [üNHD]:154) und im Jahr 1810 (Goethe [EF]:§176; Goethe [ETN]:§6). Nicht viel anders kritisierte Ritter in einem Fragment die Taschenspielertricks der Chemiker, die eine eigene Theorie haben (Ritter [FaNJ]/2:§643 (undatiert)). Das Fragment stammt aus Ritters erhaltenen handschriftlichen Notizen (Ritter, Arbeitsjournal unter dem 16. 8. 1801 (siehe Ritter [VD]:150, No. 45)).

93 Siehe Neubauer in Goethe [MA]/4.2:1077.

94 Goethe [LA]/I.3:142/3.

95 Wie Steinle herausgearbeitet hat, stellen Goethes Versuche einen Fall des explorativen Experimentierens dar, der in der Geschichte der Naturwissenschaft nicht selten vorgekommen ist (Steinle [NaNR]:185-196).

96 Goethe [üNHD]:162; meine Hervorhebung.

97 Newton [LoMI]:3079.

Experimenten, die er z. T. selber entwickelt, z. T. von anderen Experimentatoren übernommen hat; ich möchte mich auf eine kleine Auswahl aus diesen Experimenten konzentrieren, und zwar auf diejenigen, die in der späteren Zusammenarbeit mit Ritter wieder auftauchen sollten.

Vertiefungsmöglichkeit. In seiner ersten Veröffentlichung leitete Newton aus dem *experimentum crucis* seinen wichtigsten Lehrsatz von der Heterogenität des weißen Lichts ab.⁹⁸ Nachdem er sofort für seinen Beweis kritisiert worden war, stützte er sich in seinen Er widerungen zunächst ausschließlich auf dieses Experiment; so hat er während der Kontroverse mit dem Jesuitenpater Anthony Lucas im Jahr 1676 seine Beweisambition auf die Spitze getrieben und offiziell behauptet, dass er seine Theorie aus einem einzigen Experiment – dem berühmten *experimentum crucis* – beweisen könne, dass es daher überflüssig sei, weitere Experimente auch nur in Augenschein zu nehmen.⁹⁹ Dies steht in der Tat im diametralen Gegensatz zu Goethes Forderung, bei der Theoriebildung möglichst viele Phänomene zu berücksichtigen. Doch war der inoffizielle Newton in seinen Notizen inzwischen von seinem hohen Ross heruntergestiegen und hatte bereits im Vorjahr festgehalten, dass der Theoretiker sämtliche relevante Phänomene im Blick haben soll.¹⁰⁰ Warum Newton diesen frühen Entwurf eines Vorworts für die *Opticks* nicht veröffentlicht hat, ist nicht überliefert. Jedenfalls hat er sich bei der Zusammenstellung des Materials für die *Opticks* an seine Empfehlung gehalten und bewies seine Lehrsätze nun jedesmal aus mehreren Experimenten.¹⁰¹ Sie fanden freilich allesamt in der Dunkelkammer statt. Zudem kann man darüber streiten, ob die Experimente den fraglichen Lehrsatz nach Newton nur zusammengenommen beweisen oder ob er gemeint hat, dass jedes Experiment einzeln für den Beweis hinreichen würde.

Goethe bringt Newtons Grün zum Verschwinden

§1.2.7. Eine wichtige Gruppe der neuen Experimente Goethes entsteht durch systematische Variation des Abstandes zwischen Prisma und Auffangschirm. Wie Goethe nachwies, zeigt sich das newtonische Vollspektrum:

Blauviolett

Türkis

Grün

Gelb

Rot (Farbtafel 2 links),

98 Newton [LoMI]:3079.

99 Newton, Brief an Oldenburg für Lucas vom 18.8.1676 (siehe Turnbull (ed) [CoIN]/II:79-80).

100 Newton [DoHC]:480^v. Wie Vine nachweist, beschrieb Newton hier eine Methode, die derjenigen Goethes gleich, wovon Goethe freilich nichts wissen konnte (Vine [GNKa]).

101 Siehe z. B. Newton [O]:21-42 (= Book I, Part I, Proposition II, Experiments 3-10, Scholium).

nur dann, wenn man den Abstand zwischen Tafel und Prisma sehr fein auf die Größe der Sonnenscheibe abstimmt. Wenn man die Tafel zu nah ans Prisma heranrückt (oder wenn man – *per impossibile* – die Größe der Sonnenscheibe am Himmel steigert), dann fehlt plötzlich die grüne Mitte aus Newtons Farbspektrum.¹⁰² An deren Stelle sieht man eine unbunte weiße Lücke, die oben an den türkisen Teil aus Newtons Spektrum grenzt und unten an den gelben:

Blauviolett

Türkis

Weiß

Gelb

Rot (Farbtafel 2 rechts).

Und die weiße Lücke in der Mitte nimmt einen umso größeren Anteil des Gesamtbildes ein, je kleiner der Abstand zwischen Prisma und Schirm ist.

Diese Tatsache ist seit Goethes Tagen immer wieder beobachtet worden; und sie war Newton bekannt, ja in dessen allerersten Experimenten hatte der Auffangschirm genau den geringen Abstand vom Prisma, den Goethe später so wichtig nehmen sollte.¹⁰³ Newton ließ diese Versuchsergebnisse in seiner ersten Veröffentlichung unter den Tisch fallen, behandelte sie aber später erfolgreich in den *Opticks*, wenn auch an keiner prominenten Stelle.¹⁰⁴

Und zwar war für ihn das Versuchsergebnis aus Farbtafel 2 rechts ein spezieller Sonderfall, der sich aus seiner Theorie gut erklären lässt (Abb. 1.2.7). Die weiße Mitte entsteht demzufolge aus der Überlagerung aller farbigen Lichtbündel, die vom Prisma in unterschiedliche Richtungen gebrochen werden, sich aber allzu nah am Prisma noch nicht weit genug voneinander entfernen können, um sich nicht mehr gegenseitig zu stören; nur bei größerem Abstand treten sie einzeln aus ihrem weißen Gemisch heraus und werden farbig sichtbar.

Das ist eine plausible Erklärung. Doch in den kommenden Paragraphen möchte ich dartun, wie anders man die Sache sehen kann, wenn man Goethe ein Stückweit zu folgen bereit ist. Damit lade ich Sie ein, sich gedanklich in die Zeit um 1800 zu versetzen und unser gegenwärtiges Wissen der spektralen

102 Details dazu in O. M. [GcNo]:78-82.

103 Siehe Lohne [NPoS]:393-395, Lohne [IN]:131-132, Hall [SINN]:247. An den zuletzt genannten beiden Textstellen findet sich die Übersetzung aus Newtons Notizbuch, für das lateinische Original siehe Newton [QQP]:122'.

104 Zum folgendem siehe Newton [O]:102 (= Book I, Part II, Proposition VIII).

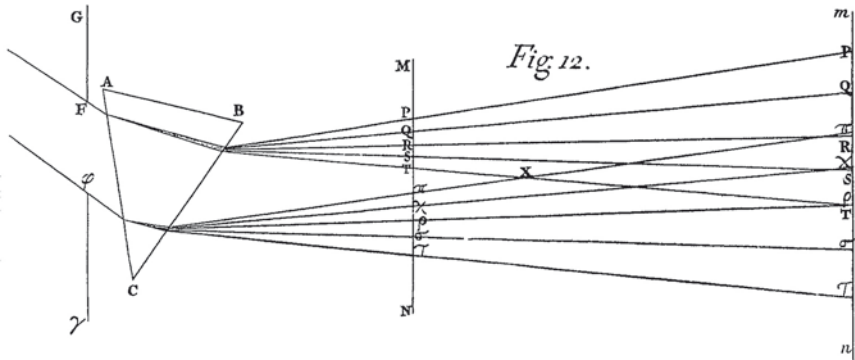


Abb. 1.2.7: Newtons schematische Erklärung der Kantenspektren.

Ein breites weißes Lichtbündel tritt durchs Fensterladenloch $F\phi$ und trifft links aufs Prisma ABC. Rechts vom Prisma zeigt Newton fünf breite, verschiedenfarbige Strahlenbündel, die in etwas unterschiedlichen Richtungen weiterreisen; am stärksten refrangibel ist laut Newton das (blauviolette) Strahlenbündel $PP\pi\pi$, am schwächsten refrangibel das (rote) Strahlenbündel $TT\tau\tau$; entsprechend für drei weitere mittelfrangible Strahlenbündel. In der Mitte eines nahen Schirms NM überlagern sich demzufolge alle diese Strahlenbündel und summieren sich zu einem Weißendruck (zwischen T und π auf dem Schirm); oberhalb davon gelangt weder das rote Strahlenbündel noch das gelbe; so erklärt Newton den dort vorherrschenden bläulichen Farbeindruck; entsprechend unterhalb der weißen Mitte. [Diese Abbildung heißt bei Newton »Fig. 12« (Newton [O], LIB. I PAR. II TAB. III). Seitenverkehrte Darstellung von Matthias Herder].

Phänomene für mehr als einen Moment einzuklammern. Während wir zuguterletzt an unserem Wissen festhalten werden, mag es sich lohnen, ungewohnte Alternativen zu durchdenken. Das ist in der Naturwissenschaft allemal eine gute Übung: Der Verhaltensbiologe und Nobelpreisträger Konrad Lorenz hat die zugespitzte Empfehlung ausgegeben, jeden Tag vor dem Frühstück mindestens eine Lieblingshypothese einzustampfen.¹⁰⁵

Vertiefungsmöglichkeit. Den schrittweisen Übergang vom Newtonspektrum mit grüner Mitte zum Spektrum mit weißer Mitte beschrieb Goethe schon im Jahr 1791.¹⁰⁶ Diese Experimente führte er damals in dem Sinne subjektiv durch, dass er ins Prisma hineinblickte und die farbigen Erscheinungen auf seine Retina projizierte. Ihm war aber früh klar, dass sich an den Ergebnissen nichts wesentliches ändert, wenn die Farberscheinungen stattdessen (so wie bei

¹⁰⁵ Lorenz [SB]:20.

¹⁰⁶ Goethe [BzO]/I:§ 45, § 51, § 58, § 59 sowie Karten 6, 9, 15; ähnlich zwei Jahre später Goethe [üFWb]:180, erster und zweiter Fall (§ 55).

Newton) auf einen Schirm projiziert werden, im sog. objektiven Experiment.¹⁰⁷ Da sowohl subjektive als auch objektive Versuche schon bei Newton vorgekommen waren und da sich Goethe in der Farbenforschung genau wie Newton auf beide Arten von Experimenten gestützt hat, sollte man den Unterschied zwischen den beiden Versuchsaufbauten nicht heranziehen, um Goethe für subjektive Naturwissenschaft zu kritisieren oder Newton für objektive Naturwissenschaft zu loben; den im hier erläuterten Sinne subjektiven Experimenten kommt kein Makel der Beliebigkeit, Unwissenschaftlichkeit oder Irrationalität zu.¹⁰⁸

Gestaltwechsel

§1.2.8. Um Goethes unorthodoxe Interpretation der bislang gezeigten Experimente zu motivieren, möchte ich fragen: Was genau gehört im neuen Experiment (bei kleinem Abstand zwischen Prisma und Schirm) zum Versuchsergebnis dazu? Wer der Finsternis so wie Newton und so wie wir heute jedes Existenzrecht abspricht, wird das Ergebnis nicht anders aufschreiben, als ich es vorhin getan habe:

Blauviolett
Türkis
Weiß
Gelb
Rot (Farbtafel 2 rechts).

Doch nehmen wir die Finsternis für einen Augenblick ernster; das gezeigte Spektrum verliert sich (genau wie Newtons Spektrum aus Farbtafel 2 links) im Finsternen, und wenn wir dieser Tatsache unvoreingenommen – also ohne Voraussetzung heutiger Sichtweisen – Rechnung tragen wollen, sollten wir das Ergebnis vielleicht besser so festhalten:

Schwarz
Blauviolett
Türkis
Weiß
Gelb
Rot
Schwarz.¹⁰⁹

107 Goethe [üFWb]:189 (§ 83); vergl. pp. 165, 168 (§ 3, § 16) sowie Goethe [LA]/I.3:145.

108 Gegen z. B. Mausfeld [WNAS]:16. Mehr dazu in O. M. [ML]:§ I.3.1–§ I.3.6.

109 Ob Goethe selber eine solche Darstellung jemals gewählt hat, ist mir nicht bekannt; jedenfalls liegt sie angesichts seiner Überlegungen nahe (siehe z. B. Matthaei et al in Goethe [LA]/II.4:272). Anfang 1801 hat Ritter in seinem Arbeitsjournal Überlegungen angestellt, die gut zu meiner Darstellung oben passen (Ritter, Arbeitsjournal unter dem 24. I. 1801 (siehe Ritter [VD]:93); für den Wortlaut s. u. § 3.1.9).

Und wer sagt uns eigentlich, dass wir hier das Ergebnis eines einzigen Experiments vor Augen haben? Könnten es nicht zwei Effekte sein, die sich bloß zufälligerweise untereinander auf dem Schirm zeigen?

Selbstverständlich lassen sich die Farben auf dem Schirm zu den unterschiedlichsten Einheiten zusammenstellen; ich werde nicht alle Möglichkeiten durchgehen, sondern einfach nur zwei – experimentell naheliegende – Zusammenstellungen nennen, mit denen wir in größere Nähe zu Goethe gelangen. Und zwar könnte man das Versuchsergebnis genau in der Mitte zerschneiden und beispielsweise behaupten, dass untereinander diese beiden Einzeleffekte zu erkennen sind:

Schwarz
Blauviolett
Türkis
Weiß (Farbtafel 3 links).

Weiß
Gelb
Rot
Schwarz (Farbtafel 3 rechts).

Wie Sie sehen, kommt das Weiß in dieser Betrachtungsweise nicht anders als das Schwarz insgesamt zweimal vor, obwohl es auf der Schirmmitte nur ein einziges Feld einnimmt. Wäre es willkürlich, das dortige Weiß mehrfach zu Buche schlagen zu lassen? Keineswegs; bei sehr geringen Abständen zwischen Prisma und Schirm nimmt die weiße Mitte im Gesamtergebnis so viel Platz ein, dass sie bei erstem Hinsehen mit Fug und Recht mehrfach verbucht werden darf. (Wie weit sich diese Sichtweise durchhalten lässt, wird sich erst im Laufe der weiteren Arbeit herausstellen).

Es gibt noch eine weitere Möglichkeit, das Gesamtergebnis mittig in zwei Einzeleffekte zu zerteilen. Man kann nämlich sagen, dass die beiden unbunten Farben Schwarz und Weiß ihre bunten Gegenstücke nur einrahmen und selber nicht zum Effekt dazugehören. Dann wäre folgendes eine treffende Beschreibung des Versuchsergebnisses:

Blauviolett
Türkis (Farbtafel 3 links).

Gelb
Rot (Farbtafel 3 rechts).