

Zeitschrift
für
philosophische Forschung

Band 69/2015 Heft 4

Herausgegeben von Gerhard Ernst (Erlangen-Nürnberg)
und Christof Rapp (München)

persönliches Exemplar,
nur gemäß den Richtlinien
der Zeitschrift zu verwenden

KLOSTERMANN

DISKUSSIONEN UND BERICHTE

Olaf L. Müller, Berlin

Précis zu *Mehr Licht. Goethe und Newton im Streit um die Farben*¹

I. Einleitung

Goethe ist der einzige Dichter von Weltrang, der es gewagt hat, eine etablierte naturwissenschaftliche Theorie anzugreifen. Seine umfangreichste Schrift, die tausendseitige *Farbenlehre* (1810) bietet eine Generalattacke auf Newtons *Opticks* (1704). Sie besteht aus drei Teilen: dem didaktischen, polemischen und historischen Teil. Der mittlere polemische Teil hatte eine besonders schlechte Presse. Dort übersetzte Goethe den wichtigsten Teil von Newtons *Opticks*, und zwar in kleingedruckter Schrift, um seine eigene Kritik immer gleich an Ort und Stelle in großgedruckter Schrift zu platzieren. Diese Kritik ist meiner Ansicht nach besser als ihr Ruf. Genauer gesagt, sie trifft ins Schwarze.

Goethe war nicht verrückt. Er war weit davon entfernt, die unbestreitbaren Beobachtungen zu leugnen, die Newton in seiner Dunkelkammer gemacht hatte. Er bestritt lediglich die Beweiskraft dieser Beobachtungen. Und obwohl er sich genau wie Newton auch für die Farben der Maler interessierte, für Farben, die an den Gegenständen kleben, nahm er in erster Linie vergänglichere Farben in den Blick: Himmelsblau, Abendrot, Feuerschein, farbige Schatten, Regenbögen und die bunten Phänomene, die sich mithilfe von Glas- oder Wasserprismen hervorzaubern lassen.

II. Newtons Theorie von der Heterogenität des weißen Lichts

Schauen wir zunächst Newton bei der experimentellen Arbeit über die Schulter. An einem schönen Sonnentag des Jahrs 1666 verdunkelte Newton ein nach Süden gelegenes Zimmer, bohrte in den Fensterladen eine winzige kreisrun-

¹ Thema der nachfolgenden Beiträge sind Gedanken aus dem Buch *Mehr Licht. Goethe mit Newton im Streit um die Farben* von Olaf L. Müller (Frankfurt/Main: Fischer, 2015). Auf ein Précis folgen Kommentare von Brigitte Falkenburg und Niko Strobach und auf diese wiederum Repliken von Olaf Müller. Mit »ML [Seitenzahl]« wird in den Kommentaren auf das Buch *Mehr Licht*, mit »P [Seitenzahl]« auf das Précis Bezug genommen, und mit Seitenzahlen in runden Klammern wird in den Repliken auf die Kommentare verwiesen.

de Lochblende, brachte unmittelbar hinter dieser Blende ein Glasprisma an und fing mit einer weißen Tafel weit hinter dem Prisma alles Licht auf, das von der sonnenbeschienenen Lochblende durchs Prisma gefallen ist und dabei (gemäß Brechungsgesetz) seine Richtung verändert hat. Newton beobachtete zweierlei. Der aufgefangene Lichtfleck ist nicht weiß, sondern regenbogenbunt, und nicht rund, sondern fünfmal so lang wie breit. Am einen Ende ist dieser Farbstreifen blau, am anderen Ende rot; dazwischen türkis, grün und gelb. Natürlich sind die Übergänge zwischen allen diesen Farben fließend, aber um nicht immer von allen Zwischentönen reden zu müssen, können wir mit diesen fünf Farben des Spektrums vorliebnehmen.

Durch sorgfältige Messung und Berechnung fand Newton heraus, dass die Breite des aufgefangenen Farbstreifens den Erwartungen entspricht, so wie sie sich aus den geometrischen Parametern der Situation (aus dem Radius der Sonne und der Blende, dem Abstand der Tafel vom Prisma usw.) berechnen lässt. Überraschend ist die Länge des Farbstreifens – und seine Farbigkeit. Wenn man sich nun den buntgefärbten Streifen der Länge nach zusammengesetzt denkt, und zwar als Nebeneinander aus einem blauen, einem türkisen, einem grünen, einem gelben und einem roten Farbfleck, dann drängt sich der Verdacht auf, dass verschiedenfarbige Lichtstrahlen das Prisma in leicht unterschiedlicher Richtung verlassen haben müssen. Das Prisma hat also den farblosen Lichtstrahl (der von der Sonne durch die Lochblende aufs Prisma gelangte) in verschiedenfarbige Lichtstrahlen zerlegt, indem es dessen blauen Anteil stärker vom Weg abgelenkt hat als den türkisen, den türkisen stärker als den grünen usw. Kurz, das weiße Licht der Sonne ist eine Mischung verschiedenfarbiger Lichtstrahlen, die auf dem Weg durchs Prisma verschieden stark gebrochen werden. Und um die Probe aufs Exempel zu machen, vereinigte Newton die getrennten Farben wieder, indem er sie allesamt (in der pechschwarzen Umgebung seiner Dunkelkammer) mit einer Linse auf einen Punkt warf. Ergebnis: ein weißer Fleck, der also eine Mischung der verschiedenen Farben sein muss (Weißsynthese).

Natürlich hat Newton wesentlich mehr Experimente zugunsten seiner Theorie aufgeboten. Doch seiner Ansicht nach kommt es nicht auf die schiere Anzahl von Experimenten an, zu denen eine Theorie dann mehr oder minder gut passt. Vielmehr suchte er nach *dem* einen optimalen Experiment: nach dem Experiment, aus dem sich die Theorie eindeutig und zwingend ergibt. Und bei dieser Suche hatte er Erfolg. Sein berühmtes *experimentum crucis* liefert – in meiner Interpretation – tatsächlich alle Beobachtungen, aus denen sich im Rahmen der naturwissenschaftlichen Spielregeln die newtonische Theorie beweisen lässt. Newton hat diesen Beweis nicht im Detail ausgeführt, und in der Literatur gibt es dazu verblüffend wenig Rekonstruktionsvorschläge. Die wenigsten Autoren haben Newtons hohe Ambition mit Wohlwollen ernst genommen. Demgegenüber habe ich im ersten Teil meines Buchs ausführlich dargelegt, wie Newton hätte argumentieren können. Der Beweis, den ich ihm ohne exegetische Garantie zuschreibe, ist unter zwei Voraussetzungen wasser-

dicht: Erstens muss man für den Beweis Naturkonstanz voraussetzen, zweitens, dass es Lichtstrahlen gibt. Die erste Voraussetzung wird kein Naturforscher bestreiten, der noch bei Sinnen ist. Und die zweite ist eine Selbstverständlichkeit. Oder?

III. Goethes Gegenexperimente

Goethe glaubte Newton kein Wort. Aber statt (wie die ewigen Skeptiker) nörgeled im Lehnstuhl sitzen zu bleiben, sprang Goethe auf, ersann eigene Experimente. Er variierte die Parameter der newtonischen Experimente, „vermannigfaltete die Erfahrungen“. Dabei machte er eine erstaunliche Entdeckung. Wenn man die Rollen von Licht und Dunkelheit in Newtons Experimenten systematisch vertauscht, wenn man etwa das Sonnenlicht nicht durch eine winzige Blende in die Dunkelkammer schickt (wie Newton), sondern stattdessen bei offenem Fenster einen winzigen schwarzen Pappkreis aufs Prisma klebt, dem Sonnenlicht also einen Schattenwerfer entgegengesetzt, dann zeigt sich ebenfalls ein farbiges Spektrum: auch bunt und genauso leuchtstark wie das newtonische Spektrum, aber mit anderen Farben. Genauer gesagt, lässt sich das glatte Gegenteil des newtonischen Spektrums blicken – sein Farbnegativ sozusagen (Gelb, Rot, *Purpur*, Blau, Türkis). Goethe kommentierte:

„Diese Phänomene gingen mir also völlig parallel. Was bei Erklärung des einen recht war, schien bei dem andern billig; und ich machte daher die Folgerung, daß wenn die [newtonische – O. M.] Schule behaupten könne, das weiße Bild auf schwarzem Grunde werde durch die Brechung in Farben aufgelöst, getrennt, zerstreut, sie eben so gut sagen könne und müsse, daß das schwarze Bild durch Brechung gleichfalls aufgelöst, gespalten, zerstreut werde“ (Goethe, LA I.7:86).

IV. Gleichberechtigte Theorien

Jetzt haben wir also zwei Theorien über die Farben. Laut Newton sind alle spektralen Farben im weißen Sonnenlicht enthalten, laut Goethe kann man das glatte Gegenteil behaupten und sagen, dass alle Farben des Komplementärspektrums in der Dunkelheit enthalten sind. Und um die Probe aufs Exempel zu machen, können wir (genau wie Newton) die Farben des komplementären Spektrums vor weißer Umgebung zusammenführen und bekommen einen schwarzen Fleck; das ist die Schwarzsynthese. Schwärze und Finsternis bestehen dieser Sicht zufolge aus *Schattenstrahlen* verschiedener Farben. Und Newtons Voraussetzung zur Existenz von *Lichtstrahlen* ist laut neuer Theorie schon im Ansatz falsch.

Goethe verfocht die Theorie nicht, er legte sie nur zum Zwecke des Arguments auf den Tisch – um Newtons Theorie die Alleinherrschaft abspenstig zu

machen und ihr eine gleichberechtigte Alternative entgegenzustellen; Goethe fand beide Alternativen nicht etwa gleich gut, sondern gleich *schlecht*. Laut seiner eigener Theorie entstehen die Farben nicht aus weißem Licht allein und nicht aus Finsternis allein, sondern wenn Licht *und* Finsternis in trüben optischen Medien *zusammenspielen*. Wie er das gemeint hat, ist aus heutiger Sicht schwer zu verstehen, doch an dieser Front habe ich mich in meinem Buch nicht abgekämpft.

Stattdessen bin ich Goethe bei einem Schlüsselement seiner Theorie beige-sprungen, das sich unabhängig von deren Rest halten lässt: Wie ich im zweiten Teil des Buchs vorführe, infiziert Goethes Hell/Dunkel-Symmetrie *sämtliche* Experimente, die Newton zugunsten seiner Theorie vorgebracht hat – auch das *experimentum crucis*. An diesem Punkt war Goethe steckengeblieben. Wer nämlich die Rollen von Licht und Dunkel in irgendeinem Experiment *konsequent* vertauschen will, muss die newtonische Dunkelkammer in einen Hellraum verwandeln, dessen Wände allesamt gleichmäßig weiß leuchten; und zu Goethes Zeit war das technisch unmöglich. Daher vermochte er nur einige wenige einfache Experimente Newtons umzukehren – und erntete bis heute Hohn und Spott der Kommentatoren für seine weitergehenden Behauptungen.

Um Goethe an diesem neuralgischen Punkt beizuspringen, habe ich eine überraschende Tatsache ans Licht gebracht: Aus Newtons eigener Theorie folgt zwingend, dass jedes seiner Experimente ein umgekehrtes Gegenstück haben muss (in dem die Rollen von Licht und Dunkel vertauscht sind und in dem jede Farbe durch ihr Komplement ersetzt wird, bei unveränderter Geometrie von Versuchsaufbau und -ergebnis). Dass diese Symmetrie auch empirisch gilt, konnten Forscher nachweisen, mit denen ich zusammengearbeitet habe.

Dies Ergebnis ist ein Schlag in Newtons Gesicht. Zwar bleibt seine Theorie ohne empirische Widerlegung; sie sagt die umgekehrten Gegenexperimente ja sogar voraus. Aber die Theorie unterminiert ihre eigenen Beweisansprüche: Welche Experimente auch immer Newton zugunsten seiner Theorie hätte aufbieten mögen und welche Beweise auch immer er aus ihnen hätte vorschlagen können: stets gibt es strukturgleiche Gegenexperimente und Gegenbeweise, aus denen sich *mit derselben Logik* die Heterogenität der Finsternis ableiten lässt. Goethe hat das intuitiv geahnt – Newton war blind dafür. Was bedeutet das für die Wissenschaftsphilosophie? Diese Frage möchte ich zum Abschluss dieser kleinen Zusammenfassung noch kurz streifen.

V. Das bestmögliche Beispiel für Quines These von der Unterbestimmtheit

Im scharfen Gegensatz zu Newton hat Goethe verblüffend präzise das verfochten, was wir heute – Quine folgend – als Unbestimmtheit der Theorie durch ihre Daten bezeichnen.² Diese These geistert in den unterschiedlichsten

² Goethe, LA I.8:182, Quine 1975.

Versionen durch die Literatur. Viele Versionen sind harmlos, andere haltlos überzogen. Und für die interessantesten Versionen der These fehlte es bislang an überzeugenden Beispielen. Wie ich im letzten Teil meines Buchs demonstriere, hat Goethe mit der von ihm spielerisch eingeführten Heterogenität der Finsternis das wohl bislang beste funktionierende Beispiel für eine empirisch gleichwertige Alternativtheorie auf den Tisch gelegt.

Erstens handelt es sich um eine Alternative zu einer bis heute hochrespektierten Theorie (derjenigen Newtons, deren Grundzüge wir sogar nach mehreren Revolutionen immer noch richtig finden). Zweitens sind die beiden Theorien nicht nur empirisch, sondern auch mit Blick auf die wichtigsten außerempirischen Kriterien der Theorienwahl gleich gut: Sie sind gleichermaßen einfach, sparsam, elegant usw.

Natürlich wäre die dunkle Alternative ein Fremdkörper in unserer heutigen Naturwissenschaft; es gebricht ihr also an einer weiteren Tugend, die man wichtig nehmen muss: Anschlussfähigkeit an umgreifende erfolgreiche Theorien. Aus diesem Grund werden wir uns heute sicher nicht auf die Heterogenität der Finsternis einlassen. Aber was folgt daraus? Für oder gegen Newton mussten sich die Forscher zu einem Zeitpunkt entscheiden, als jene umgreifenden Theorien (etwa von Photonen) noch nicht vorlagen. Und wir wissen nicht, welche Theorien wir heute hätten, wenn damals der alternative Pfad eingeschlagen worden wäre; wäre dann z. B. heute von purpurnen Dunkelteilchen die Rede anstelle von grünen Photonen?

In so einem alternativen Rahmen könnte heute sehr wohl die Theorie Newtons ein Fremdkörper sein. Kurzum, wer Newtons Theorie durch Blick auf die heutige Wissenschaft vor ihrer damals gleichwertigen Alternative auszuzeichnen versucht, argumentiert zirkulär. Er setzt voraus, was erst zu zeigen ist: dass der Weg der Wissenschaft auf eindeutigen Bahnen verlaufen muss.

Hat Goethe auf ganzer Linie gewonnen? Um das (mit Blick auf die Heterogenität der Finsternis) herauszufinden, müssten wir zweihundert Jahre Wissenschaftsgeschichte komplementär nachvollziehen. Oder wir müssten (mit Blick auf Goethes eigene Lehre) nach einer übergreifenden Theorie suchen, in der Helligkeit und Finsternis gleichberechtigt dastehen. Warum diese Suche nicht völlig verrückt wäre, habe ich am Ende des Buchs aufblitzen lassen. Vielleicht hat Newton in der Optik denselben Fehler gemacht, den ihm Einstein in der Mechanik mit vollem Recht vorgeworfen hat? Ob es sich so verhält, müssen andere herausfinden.

Literatur

- Goethe, Johann Wolfgang LA: *Die Schriften zur Naturwissenschaft*, Leopoldina-Ausgabe, Weimar 1947 ff.).
 Quine, Willard Van Orman 1975: *On empirically equivalent systems of the world*, in: *Erkenntnis* 9, 313–328.