

experimentum lucis

Ausstellung | Experimentallabor | Workshop

Lichthof der Humboldt-Universität zu Berlin, Unter den Linden 6, D-10099 Berlin

Workshop:

Zur Verallgemeinerung von Newtons Experimentum Crucis 19. September 2010, 19:00 Uhr bis 22. September, 13:00 Uhr

Im Rahmen des Workshops werden neue experimentelle Ergebnisse vorgestellt, die sich ergeben, wenn man nach der Darstellbarkeit der wissenschaftstheoretischen und experimentellen Ideen Goethes mit Mitteln der modernen Optik fragt. Anknüpfend an die Experimente Newtons wird gezeigt, unter welchen optischen Bedingungen sich komplementärfarbige Spektren simultan realisieren lassen und wie unter dieser Voraussetzung eine invertierte Form des Experimentum Crucis Newtons möglich wird. Diese Experimente zu studieren und nach ihrer physikalischen, historischen und wissenschaftstheoretischen Bedeutung zu fragen, ist das Ziel des Workshops.

Der Hintergrund – Wie hätte Goethe heute experimentiert?

Über wenige wissenschaftliche Auseinandersetzungen ist so viel geschrieben worden wie über den Dissens zwischen Goethe und Newton. Die Beschäftigung damit hält – wie ein Blick in die Literatur verschiedenster Wissenschaftsdisziplinen zeigt – bis in die Gegenwart hinein an. Dass der Farbenlehre Goethes vielfältige Anregungen zur Farbwahrnehmung, zu Ordnungen von Farbräumen und zu einem künstlerischen Umgang mit Farben zu verdanken sind, gilt als unbestritten. Aus physikalischer Sicht gilt der Fall indessen als erledigt. Goethes Farbversuche gehören ins Museum, in die Schubladen von Liebhabern oder in Experimentierkästen für Kinder. Gleichwohl erscheint vor dem Hintergrund wissenschaftstheoretischer Neubewertungen von Goethes optischen Experimenten die Frage interessant, wie Goethe seine methodologischen und optischen Gesichtspunkte vertreten hätte, wenn ihm die experimentellen Mittel der modernen physikalischen Optik zur Verfügung gestanden hätten (Müller 2002, Ribe & Steinle 2002). Wie hätte Goethe heute experimentiert? Im Jahr des 200jährigen Jubiläums der "Farbenlehre" sieht es so aus, als könne auf diese Frage eine durchaus überraschende Antwort gegeben werden (Grebe-Ellis 2010).

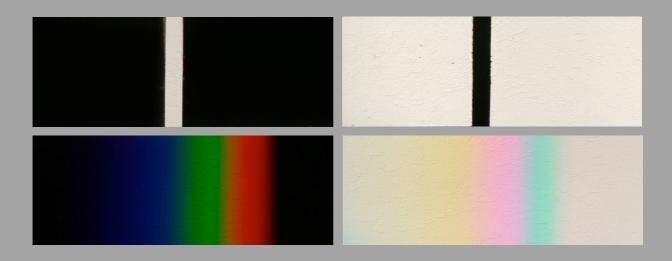


Fig. 1: Spalt- und Stegspektren einer Halogen-Lampe. Die geometrischen Eigenschaften der Spektren sind identisch – ihre Erzeugung geht auf dasselbe optische Bauteil zurück.

Die Erzeugung des zu Newtons **Spaltspektrum** komplementären **Stegspektrums** bildete die experimentelle Grundlage für Goethes These, dass es prinzipiell möglich ist, in optischen Anordnungen Hell und Dunkel symmetrisch zu vertauschen und dementsprechend Newtons Lichttheorie formal zu invertieren (Fig. 1 und 2). In Bezug auf Spektren führte ihn das zu der Überzeugung, dass eine allgemeine Theorie der Dispersion die **Komplementarität** der Spektren übergreifen müsse und nicht nur auf die Eigenschaften einer Unterklasse spektraler Phänomene abgestützt werden dürfe (Bjerke 1961, Nussbaumer 2008). Die wissenschaftstheoretische Bedeutung dieser These ist in den letzten Jahren verschiedentlich zugunsten Goethes neu bewertet worden. In diesem Zusammenhang wurde insbesondere die Frage gestellt, wie weit die **Verallgemeinerung der Experimente Newtons** aus der Perspektive Goethes konzeptionell und praktisch durchführbar ist. Die damit formulierte experimentelle Herausforderung spitzt sich in der Frage zu, ob es möglich ist, das **Experimentum Crucis** Newtons, mit dem dieser den Nachweis für die Zerlegbarkeit des Lichts erbrachte, im Sinne Goethes zu invertieren (Fig. 3) (Lohne 1968, Lampert 2000).

Der norwegische Physiker Torger Holtsmark hat 1970 erstmalig eine theoretische Konzeption zur Invertierung des Experimentum Crucis vorgelegt (Holtsmark 1970). Einem Mitarbeiter Holtsmarks, dem schwedischen Physiker Pehr Sällström, ist vor einigen Jahren die experimentelle Realisierung der Ideen Holtsmarks gelungen (Sällström 2010). Vor diesem Hintergrund wurde von Matthias Rang ein Experiment entwickelt, das über die Konzeption Holtsmarks und Sällströms in abbildungsoptischer Hinsicht einen entscheidenden Schritt hinausgeht. So ist es 2009 erstmals in der Geschichte der Farbenlehre gelungen, das Experimentum Crucis Newtons und die in Frage stehende Umkehrung desselben im Sinne Goethes simultan zu realisieren (Rang 2009). Auf diese Weise kann nicht nur experimentell nachgewiesen werden, dass der von Newton für die Farben des Spaltspektrums erbrachte Homogenitätsnachweis ebenso für die Farben des umgekehrten Stegspektrums erbracht werden kann. Das Experiment zeigt darüber hinaus, dass beide Nachweise formal identisch sind und streng genommen einander bedingen (Rang & Müller 2009).

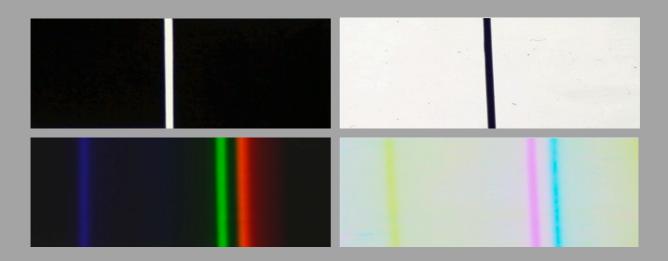


Fig. 2: Spalt- und Stegspektrum einer Hg-Lampe. Jeder Linie im Spaltspektrum entspricht eine komplementärfarbige Linie im Stegspektrum. Die geometrischen Eigenschaften der Spektren sind identisch – ihre Erzeugung geht auf dasselbe optische Bauteil zurück: die Spiegelblende.

Das Experiment – Mehrfachanwendung einer Spiegelblende

2001 wurde erstmals gezeigt, wie mit einer variablen **Spiegelblende** Spalt- und Stegspektrum als sich bedingende Teilphänomene eines optischen Aufbaus simultan erzeugt werden können (Rang & Grebe-Ellis 2009). Die damit gegebene optische Lösung des mechanischen Problems, eine Stegblende variabler Breite herzustellen, kann als experimenteller Durchbruch in der Erforschung komplementärer Spektren bezeichnet werden, wenn man berücksichtigt, dass die Schwierigkeiten bei der Realisierung insbesondere infinitesimal feiner Stegbreiten seit den Untersuchungen des Psychologen und Physikers August Kirschmann in den Jahren 1917-1924 wesentlich zu einer Vernachlässigung des umgekehrten Spektrums in der Forschung beigetragen hat (Kirschmann 1926).

Die Mehrfachanwendung der Spiegelblende gestattet die simultane Realisierung des Experimentum Crucis Newtons und des invertierten Gegenstücks im Sinne Goethes: In einer ersten Stufe werden das Newton- und das Goethespektrum erzeugt. In der zweiten Stufe werden aus diesen Spektren simultan jeweils komplementäre Bereiche isoliert und einer weiteren Dispersion unterworfen. Dabei entsteht eine Matrix mit vier optischen Designs, die vielfältige Symmetrieeigenschaften aufweisen. Sie repräsentieren die Gesamtheit der mit dem Experimentum Crucis Newtons in abbildungsoptischer Hinsicht realisierbaren Fälle (Rang 2009).

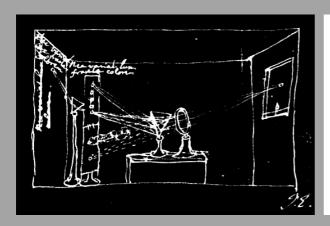
Ziel des Workshops ist es, dieses verallgemeinerte Experimentum Crucis mit seinen Vorstufen live vorzuführen und unter physikalischen, historischen und wissenschaftsphilosophischen Gesichtspunkten zu diskutieren.

Johannes Grebe-Ellis

Informationen

Der Workshop findet zweisprachig Englisch/Deutsch statt.

Weitere Informationen, Termine und Veröffentlichungen finden Sie im Internet unter: http://www.experimentum-lucis.de



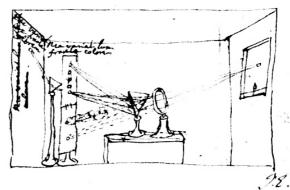


Fig. 3: Das Experimentum Crucis Newtons. Rechts eine Originalabbildung aus dem Jahre 1721. Links die Schwarz-Weiß-Invertierung der Abbildung, die der tatsächlichen Versuchsanordnung entspricht: Zerlegung des weißen Sonnenlichts in einem sorgfältig abgedunkelten Raum (Newton). Entsprechend kann die Originalabbildung als Zerlegung eines "Schattenstrahls" in heller Umgebung gelesen werden (Goethe).

Veranstaltungen

Ausstellung und Experimentallabor

Vernissage: 04. September 2010, 19:00 Uhr, Finissage: 25. September 20:00 Uhr

Bitte beachten Sie auch die künstlerische Umsetzung des Themas in der Ausstellung des Wiener Künstlers **Ingo Nussbaumer**:

"See what happens by cutting out" Working Shade. Formed Light. A Serial Color Project.

Vernissage: 08. September 2010, Finissage: 10. Oktober 2010, Invalidenstr. 42

Veröffentlichungen zu den Experimenten:

Bjerke, André (1961): Neue Beiträge zur Farbenlehre. Stuttgart.

Grebe-Ellis, Johannes (2010): Die Verallgemeinerung von Newtons *Experimentum Crucis* aus der Perspektive Goethes. [In Vorbereitung].

Holtsmark, Torger (1970): Newton's Experimentum Crucis Reconsidered. Am. J. Phys. 38 (10) S. 1229-1235.

Kirschmann, August (1926): Das umgekehrte Spektrum und seine Farben sowie seine Bedeutung für die optische Wissenschaft. In: Krüger, F. (Hrsg): *Licht und Farbe*. München: Beck'sche Verlagsbuchhandlung, S. 411- 442.

Lampert, Timm (2000): Zur Wissenschaftstheorie der Farbenlehre. Bern Studies in the History and Philosophy of Science

Lohne, J. A. (1968): Experimentum Crucis. Notes and Records of the Royal Society of London 23 (2), S. 169-199.

Müller, Olaf L. (2002): Goethes philosophisches Unbehagen beim Blick durchs Prisma. In: Steinbrenner, J., Glasauer, S. (Hg.): Farben. Betrachtungen aus Philosophie und Naturwissenschaften. Frankfurt a. M., S. 64-101.

Nussbaumer, Ingo (2008): Zur Farbenlehre. Entdeckung der unordentlichen Spektren. Wien.

Rang, Matthias & Grebe-Ellis, Johannes (2009): Komplementärspektren – Experimente mit einer Spiegelspaltblende. *Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht (MNU)* 62 (4), S. 227-231.

Rang, Matthias (2009): Mehrfachanwendung von Spiegelspaltblenden und Prismen – eine moderne Form von Newtons experimentum crucis. In: Nordmeier, V., Grötzebauch, H. (Hg.): *Didaktik der Physik*. Frühjahrstagung der DPG in Bochum 09. Berlin.

Rang, Matthias & Müller, Olaf L. (2009): Newton in Grönland. Philosophia naturalis 46, S. 61-114.

Ribe, Neil & Steinle, Friedrich (2002): Exploratory Experimentation: Goethe, Land, and Color Theory. Phys. Today 55 (7), S. 43-49.

Sällström, Pehr (2010): Monochromatische Schattenstrahlen – Ein Film über die Rehabilitation der Dunkelheit. Hrsg. von J. Grebe-Ellis. Dreisprachige DVD, Stuttgart

