Zeitschrift: Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG

Herausgeber: Eisenbibliothek

Band: 90 (2018)

Artikel: Farben im 18. Jahrhundert : Praxisfelder und Systemversuche

Autor: Steinle, Friedrich

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-787107

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

FRIEDRICH STEINLE

Farben im 18. Jahrhundert: Praxisfelder und Systemversuche

Für den Umgang mit und das Wissen von Farbe war das 18. Jahrhundert eine besondere Periode: In allen gewerblichen und wirtschaftlichen Bereichen der Farbe, aber auch hinsichtlich des Wissens um Farbe, fand eine enorme Steigerung hinsichtlich Quantität und Vielfalt statt. Zu Ende des 18. Jahrhunderts lag ein radikal anderer Zustand vor als zu dessen Beginn. In diesem Artikel möchte ich nach einem Hinweis auf die ökonomische Dimension einen skizzenhaften Überblick zum Wissen um Farben versuchen und dabei die praktischen Verwendungen im Blickfeld behalten. Wenngleich sich die unterschiedlichen Bereiche nicht immer scharf trennen lassen, sind solche Einteilungen zum Zwecke des Zeichnens wichtiger Linien doch hilfreich.

Farbstoffe waren schon lange wichtige Handelsgüter. Wir haben, wenn ich das richtig sehe, bisher keine breite systematische Erfassung von Farbhandel und Farbherstellung, jedoch existieren Einzelstudien mit markanten Ergebnissen. Alexander Engel diagnostiziert für das späte 18. Jahrhundert ein «exponentielles Wachstum der Farbstoffmärkte» in ganz Europa.[1] Dies hatte vor allem mit einer analogen Entwicklung der Textilproduktion und des Textilhandels zu tun. Der Farbstoffhandel war stark international ausgerichtet, etwa mit Indigo aus Mittelamerika und Indien oder Cochenille aus Mittelamerika. Am Beispiel England stellt Engel über das 18. Jahrhundert hinweg eine kontinuierliche Steigerung des Anteils der Farbstoffe am Gesamtvolumen des Handels fest. Im späten 18. Jahrhundert waren immerhin fünf Prozent aller importierten Güter Farbstoffe, deren Handelswert bei der Hälfte von jenem der Baumwollimporte und zugleich dem Doppelten des vereinigten Importwertes von Eisen, Buntmetallen und Erzen lag.[2] Solche Zahlen signalisieren die hohe und durch das 18. Jahrhundert stark ansteigende wirtschaftliche Bedeutung der Herstellung und des Handels mit Farbstoffen. Dabei handelte es sich um eine grosse Vielfalt unterschiedlicher Färbemittel: Indigo, Krapp und Cochenille bildeten die stärksten Gruppen, hinzu kamen aber auch Kermes, Safflor, Waid, Rotholz und Berliner Blau. Überwiegend ging es um Farbstoffe für die Textilfärbung, aber auch Pigmente nahmen zunehmend Raum ein.

Ökonomie der Farben im 18. Jahrhundert

In welchem Ausmass die Herstellung und Verwendung von Farbmitteln ein wirtschaftlich hochbrisantes Thema war, wird nicht zuletzt auch daran deutlich, dass in einigem Um-

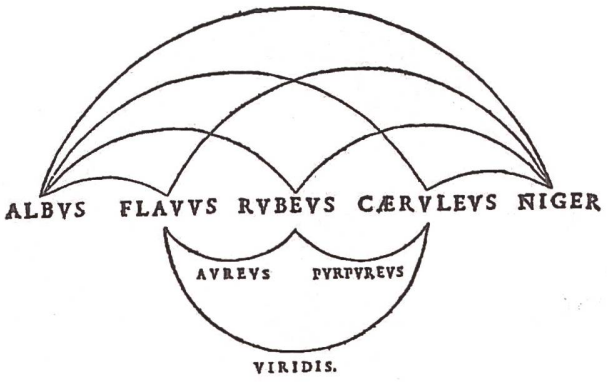
fang durchaus kriminelle Energie geweckt oder zumindest halblegale Aktivitäten unternommen wurden. Zwei Beispiele mögen dies illustrieren: In der Pariser Gobelin-Manufaktur, einem weltweiten Zentrum der Färberei, geriet 1779 der Färber Antoine Quémizet, bekannt für seine höchst innovativen und experimentell erarbeiteten Färbetechniken, mit dem Betreiber der Manufaktur aneinander. Es ging um die Rechte und die Entlohnung für die innovativen Färbeprozesse, die Quémizet mit grossem Erfolg eingeführt hatte. Der Streit eskalierte und endete mit dem Tod des Betreibers. Quémizet selbst floh aus Paris und beging wenig später Selbstmord. Seine Aufzeichnungen zu den Färbeprozessen wurden vermutlich entwendet und sind verschollen – ein Indikator für das in ihnen vermutete wirtschaftliche Potential.[3] Ein anderes, grossmassstäbliches Beispiel betrifft die Herstellung des roten Farbstoffs aus den Cochenille-Läusen. Lange Zeit war das Wissen um diese Prozesse und die entsprechenden Tiere und Wirtspflanzen nur in Mittelamerika, also im spanischen Herrschaftsbereich verfügbar. Die britische East India Company versuchte im letzten Drittel des 18. Jahrhunderts händeringend, Wissen und Materialien um die Cochenille-Laus von dort aus nach Indien zu schmuggeln und in ihrem eigenen Herrschaftsgebiet eine eigene Produktion aufzubauen. Die Geschichte dieser Bemühungen liest sich streckenweise wie ein Kriminalroman mit Spionage, Verwicklungen, Missverständnissen, Desinformationen, Befehlsverweigerungen usw. Letztlich war dem Vorhaben nur insofern teilweiser Erfolg beschieden, als dass in Indien schliesslich eine Läuseart kultiviert werden konnte, die aber nicht das bestmögliche Ergebnis in der Farbstoffproduktion ergab.[4]

Diese kurzen Hinweise mögen die stark anwachsende ökonomische und auch kulturelle Bedeutung der Materialien und des Wissens um Farbstoffe illustrieren. Dieses Wissen selbst befand sich im 18. Jahrhundert in einer höchst dynamischen Entwicklung, die in den folgenden Abschnitten skizziert werden soll.

Farbwissen im frühen 18. Jahrhundert

Zur Entwicklung von Farbwissen und Farbforschung im 18. Jahrhundert gibt es zahlreiche Einzelstudien, durchaus auch übergreifende Sammlungen, jedoch nur wenige Versuche, in der grossen Vielfalt der Aktivitäten Linien, Überschneidungen und Abgrenzungen zu erkennen, also ein strukturiertes Gesamtbild zu entwerfen.[5] Wenn ich im Folgenden einen Schritt in diese Richtung unternehme, kann das nicht mehr als der Versuch sein, aus den existierenden Befunden und manchen derzeit laufenden Forschungen wichtige Tendenzen herauszuarbeiten. Abschliessend ist dies schon aufgrund der lückenhaften Forschungslage nicht möglich, und alles Folgende ist unter dem Vorbehalt des Provisorischen zu verstehen, das im gegebenen Rahmen eben nur knapp und skizzenhaft ausfallen kann.

Die Grundkonstellation allen Farbenwissens im 18. Jahrhundert ist durch zwei inkompatible konzeptuelle Ansätze geprägt. Zum einen hatte die Dreifarbentheorie hohe Präsenz, wonach es die drei Grundfarben Gelb, Rot,

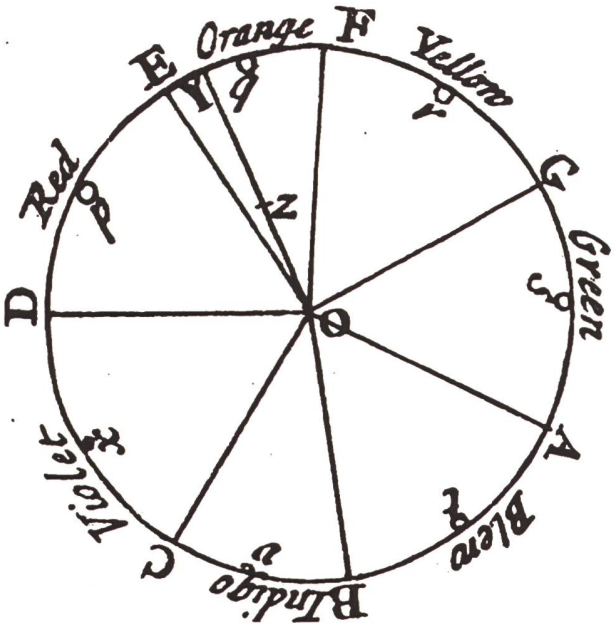


1 Aguilonius' Farbendiagramm von 1613.

Blau gibt, aus denen alle anderen durch Mischung erzeugt werden können. Dieser Ansatz reichte weit zurück und hatte Anfang des 17. Jahrhunderts eine sehr markante Artikulation erfahren: Francois d'Aguilon, Mathematiker und Rektor des Jesuitenkollegs in Antwerpen, hatte in enger Zusammenarbeit mit dem Maler Peter Paul Rubens ein Farbenschema erarbeitet, das die drei Grundfarben auf einer Skala zwischen Schwarz und Weiss einspannte und unterhalb dieser Skala die drei hauptsächlichen Mischfarben daraus platzierte, oberhalb hingegen die Mischungen der drei mit Schwarz und Weiss, also Abdunkelungen und Aufhellungen.

In seiner Struktur griff das Schema auf musikalische Schemata der Renaissance zurück; der Abdruck in Aguilonius' Werk im Jahr 1613 stellt den ersten Druck eines zweidimensionalen Farbschemas dar, den wir kennen.[6] Rubens, der offenbar an der Erarbeitung Anteil genommen hatte, gab seinerseits dem Dreifarbenansatz in manchen Werken künstlerischen Ausdruck, unter anderem in seinem Gemälde «Juno und Argus». Wie stark diese Dreifarbentradition für unterschiedliche Bereiche von Farbwissen und Farbpraxis des 18. Jahrhunderts prägend wurde, werde ich im Weiteren illustrieren.

Zum anderen war der theoretische Ansatz des Mathematikers und Naturphilosophen Isaac Newton ebenso stark prägend, wenngleich auf ganz andere Weise. In seinem erstmals 1704 erschienenen Buch zur Optik[7] behauptete er, dass alle Denkansätze, die Farben als eine Mischung oder Interaktion von Licht und Finsternis, Hell und Dunkel ansahen – und das war die gängige Auffassung seit der Antike –, falsch seien. Demgegenüber seien die Farben allesamt schon immer im weissen Licht enthalten und würden durch optische Mittel oder durch Farbstoffe nur daraus hervorgelockt. Newton ging aber noch viel weiter: Er behauptete, dass sich aus den Farben des Spektrums, von denen er in ausdrücklicher Analogie zur musikalischen Tonleiter sieben identifizierte und die er als elementar ansah, alle anderen ermischen liessen. Er gab dafür ein mathematisches Rechenschema an. Schliesslich konstatierte er – ganz im Gegensatz zu seinem Ausgangspunkt –, dass sich dieses Rechenschema auch für Pigmente und allgemein für Farbstoffe verwenden liess und weckte damit brei-



2

2 Newtons Farbenkreis und Mischungsschema.

3a Le Blons Porträt des Kardinals de Fleury.

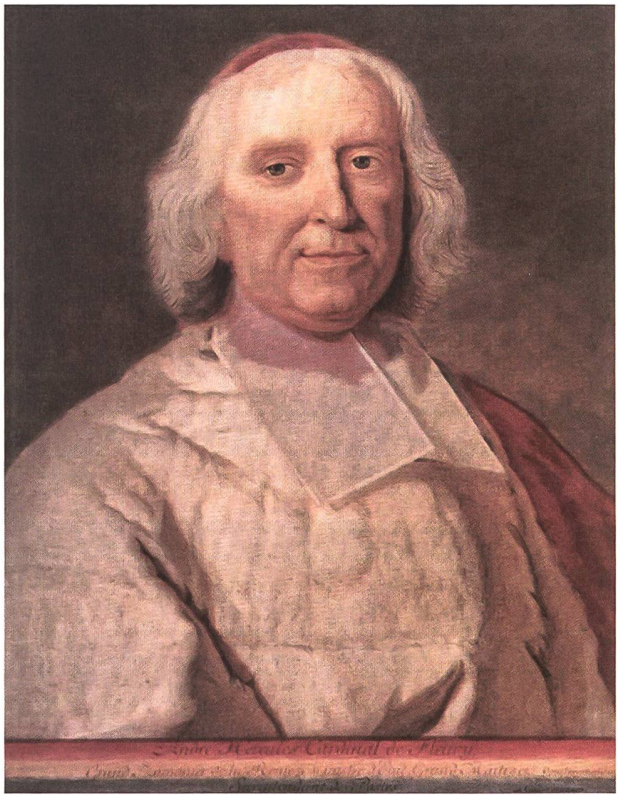
3b Andrucke zu Le Blons Porträt des Kardinals de Fleury.

te Hoffnungen auf ein rationales Verständnis und auf eine Berechenbarkeit der Farbmischung. Damit – und erst damit – begab er sich in direkte Konkurrenz zur Dreifarbenlehre, und zugleich wurde eine tiefe Unvereinbarkeit deutlich: Sowohl die Siebenzahl der Grundfarben als auch deren konkrete Anordnung im Kreis war mit der Dreifarbentheorie nicht in Einklang zu bringen.[8]

Durch die Popularisierung von Newtons Naturphilosophie im 18. Jahrhundert wurde auch seine Farbenlehre rasch europaweit bekannt, und viele, die zu Farben veröffentlichten, sahen es als eine Notwendigkeit, sich zu ihr ins Verhältnis zu setzen. Wichtig dabei war der sich rasch zeigende Befund, dass sich das Newtonsche Mischungsschema, und damit auch sein Farbenkreis, in der Praxis weitestgehend als nicht erfolgreich erwiesen: Im Folgenden werde ich einige Bereiche aufzeigen, in denen das Wissen um Farben im 18. Jahrhundert prominent diskutiert und weiterentwickelt wurde.

Das wirtschaftlich bedeutendste Gebiet des Farbeneinsatzes und des Farbwissens im 18. Jahrhundert war, wie schon erwähnt, die Textilfärbung. Auch hier wurden von manchen zunächst grosse Hoffnungen in den Newtonschen Ansatz gesetzt; diese wurden hier aber ebenso enttäuscht wie in anderen Praxisfeldern. Als illustrativen Fall aus Lyon, einem Zentrum der Seidenherstellung und -färberei, sei der jesuitische Gelehrte Louis-Bertrand Castel erwähnt, der sich neben mathematischer Naturphilosophie auch ausführlich mit Farben befasste und u. a., basierend auf Newtons Analogie zwischen Farben und Tönen, ein Farbenklavier entwickelte, für das Georg Philipp Telemann Stücke komponierte.[9] Castel wandte sich aber wegen der Nichteinlösbarkeit des Newtonschen Versprechens bald von dessen Farbenlehre ab und versuchte, die Gründe des Misserfolgs zu finden. Dazu befasste er sich mit den optischen Grundexperimenten und befand sie als fehlerhaft. In einer veröffentlichten Abhandlung äusserte er seine Kritik sehr scharf. Sein zentraler Vorwurf lag darin, dass Newton die Phänomene, die sich nach dem Lichtdurchgang durch das Prisma am Rande des Lichtbündels zeigen, ignoriert und in ihrer Bedeutung unterschätzt habe. Über die Kritik hinaus wird bei Castel auch die Hoffnung deutlich, mit Hilfe des Dreifarbenansatzes bessere Ergebnisse für die Praxis zu erzielen. Wie schon vor ihm Le Blon und andere war er der Überzeugung, aus den drei Grundfarben alle Farben ermischen zu können. Es wird berichtet, er habe mit Garnen, die in den drei Grundfarben gefärbt waren, einen siebenfarbigen Regenbogen, also die Ikone der Newtonschen Lehre, weben lassen.[10] Die Episode macht zudem deutlich, wie bedeutsam hier der Kontext der Textilfärbung und wie wichtig die Hinwendung zur Praxis für Castel war: Immerhin richtete er sein Werk ausdrücklich an Maler und Färber; dementsprechend war es nicht im akademischen Latein, sondern auf Französisch verfasst.

In der Kunstmalerei hatte die Newtonsche Herausforderung intensive Debatten nach sich gezogen, insbesondere in der Pariser Akademie der Künste.[11] Wiederkehrendes Thema war die Zahl der Primärfarben – drei, fünf oder sieben – und die Formulierung von Mischungsregeln angesichts des praktischen Scheiterns der Newtonschen Vorschläge. Die Diskussionslage war vielfältig und unübersichtlich, aber tendenziell setzte sich eine Anti-Newtonsche Grundhaltung durch. Aus der Kunstmalerei entwickelte sich im frühen 18. Jahrhundert die Grundidee und Praxis eines neuen Verfahrens des Farbdruckes: die eines Vollfarbendrucks, der eben mit drei Grundfarben und der Ermischung aller anderen aus diesen arbeitete.[12] Wesentliches Mischungsprinzip war dabei, neben der materiellen Mischung der Farbstoffe, auch die «optische» Mischung durch sehr dichtes Nebeneinanderlegen unterschiedlicher Farben, das technisch durch gekonntes Aufrauen der Druckplatten erreicht wurde und Rückgriff auf Stich- und Schabtechniken nahm. Der Erfinder und zentrale Protagonist dieser Technik, der Miniaturenmaler Jacob Christoph Le Blon, hatte dazu in den 1710er-Jahren zusammen mit anderen Experimente durchgeführt und schliesslich ein praxistaugliches Druckverfahren entwickelt. Im Resultat, so behauptete er, konnte er unter Verwendung nur der drei Grundfarben Gelb, Rot und Blau vollfarbige Drucke herstellen. In seinem bekanntesten Druck – einem Porträt des Kardinals de Fleury (1738) – gab er dieser Überzeugung einen markanten künstlerischen Ausdruck: Er veröffentlichte nicht nur das fertige Resultat, sondern auch die mit ein oder zwei Primärfarben gefertigten Andrucke, und er unterlegte das fertige Porträt mit einem Balken in den drei Grundfarben, um auf diese Weise dieser Grundlegung auch visuell Ausdruck zu geben. Wirtschaftlich war Le Blons Werkstatt – das Picture Office in London – ein Fehlschlag, und er musste schliesslich vor seinen Gläubigern nach



3a

3b

Paris fliehen, wo er abermals ein königliches Privileg erhielt, aber auch hier konnte er mit seinem Gewerbe offenbar nicht florieren.[13]

Le Blon verfasste überdies eine farbentheoretische Schrift, in der es wesentlich um maltechnische Regeln der Abschattung, Tönung usw. ging, die er aber mit der plakativ dargestellten Grundaussage einleitete, dass es genau die drei Grundfarben Gelb, Rot, Blau gäbe und alle anderen Farben daraus ermischt werden könnten. Le Blon war sich der Unverträglichkeit dieser Auffassung mit der Newtonschen Lehre sehr wohl bewusst und erachtete es als notwendig, sich dazu zu äussern. Er machte dazu einen salomonischen Vorschlag: Newtons Lehre bezöge sich ausschliesslich auf die «couleurs impalpables», die «unberührbaren Farben», wohingegen es die Dreifarbenlehre mit den «couleurs materielles» zu tun habe.[14] Dieser Vorschlag lief darauf hinaus, den Gültigkeitsanspruch der Newtonschen Lehre, entgegen der von Newton in den «Opticks» beanspruchten Erweiterung, wieder auf den Bereich der Lichtfarben einzugrenzen.

Weitergeführt und erweitert wurde die Technik des Vollfarbdruckes vom französischen Maler Jacques Fabien Gautier d'Agoty, der vermutlich eine Zeit lang bei Le Blon mitgearbeitet hatte und später einen eigenen Betrieb eröffnete. Inhaltlich setzte er sich von Le Blon zunehmend scharf ab und betonte, dass schon immer Schwarz als vierte Druckfarbe notwendig gewesen sei (und dass Le Blon das einfach unterschlagen habe). Thematisch verlegte er sich auf das Genre der menschlichen Anatomie und veröffentlichte 1759 erstmals einen umfangreichen anatomischen Atlas.[15] Zum möglichen wirtschaftlichen Erfolg von Gautier d'Agotys Werkstatt liegen bislang keine historischen Untersuchungen vor. Wie schon Le Blon setzte sich auch Gautier d'Agoty mit der Unverträglichkeit seiner Praxis mit Newtons Farbsystem auseinander, ging dabei aber viel weiter als Le Blon. Und wie Castel ging er auf die Grundlage der Newtonschen Optik, also dessen prismatische Experimente, zurück und schloss sich Castels Kritik an. Seiner zunehmend polemischen Haltung gegenüber der Newtonschen Farbenlehre gab er in weiteren Schriften markanten Ausdruck.[16]

Trotz solcher Aktivitäten setzte sich die Technik des Vierfarbendrucks im 18. Jahrhundert nicht durch. Ob das an verfahrenstechnischen Fragen, an den Pigmenten (ihrer Verfügbarkeit, Handhabbarkeit, Haltbarkeit usw.), am Markt oder weiteren Faktoren lag, wissen wir nicht. Klar ist nur, dass farbige Buchillustrationen trotz hoher Nachfrage bis weit ins 19. Jahrhundert mittels Handkolorierung durchgeführt wurden. Kärin Nickelsen hat jüngst beispielhaft verdeutlicht, welch ausserordentlich hoher Aufwand an Personal, Kosten und Kommunikation mit dieser Praxis einherging und wie schwierig es war, dieses Verfahren auch nur zu einer mittelmässig befriedigenden Zuverlässigkeit zu bringen.[17] Der Vollfarbdruck kam erst im Zuge der Lithografie im frühen 19. Jahrhundert zur Weiterentwicklung und breiten Verwendung.

Das späte 18. Jahrhundert

In der zweiten Jahrhunderthälfte trat die direkte Auseinandersetzung mit Newton in den Hintergrund. Stattdessen erhielten schon bestehende Entwicklungslinien neue Dynamik und weitere traten hinzu.

Versuche der Farbsystematisierung hatten eine lange Tradition – der oben erwähnte Entwurf Aguilonius' von

1613 illustriert das beispielhaft. Das Ziel solcher Farbsysteme lag darin, die Vielfalt der Farben in eine Ordnung zu bringen, die es erlaubte, gegenseitige Bezüge herzustellen. Häufig war damit das Bestreben verbunden, aus dem System auch praktische Prozeduren abzuleiten und kontrolliert möglich zu machen, insbesondere den Vorgang der Farbmischung. Newtons Farbsystem von 1704 etwa versprach, über die bislang rein qualitativen Aussagen hinaus auch quantitative Mischungsvorschriften zu geben – ein Versprechen, das es allerdings nicht erfüllte. Wohl deshalb griffen die gegen Mitte des 18. Jahrhunderts verstärkt stattfindenden Anstrengungen, Farbsysteme mit quantitativem Voraussagepotential zu entwerfen, nicht auf Newton, sondern ausnahmslos auf die Dreifarbenlehre zurück. Sie gingen von der Grundidee aus, durch quantitative Angaben der Mengenverhältnisse der drei Grundfarben die Resultate der Mischung eindeutig anzugeben und damit Farbsysteme zu etablieren, in denen eindeutige quantitative Verhältnisse vorlagen.

Von den zahlreichen Systementwürfen möchte ich nur wenige markante herausgreifen. Tobias Mayer (1723–1763), Mathematikprofessor in Göttingen, ist vor allem durch seine weit anerkannten Leistungen in der Astronomie bekannt. Daneben hatte er sich mit Farben beschäftigt, vermutlich vor dem Hintergrund seiner Erfahrungen als zeitweiliger Kupferstecher und Kartograf (wo die Praxis der Handkolorierung eine zentrale Rolle spielte). 1758 stellte Mayer in einem Akademievortrag den Entwurf eines Farbsystems vor, in dem es zentral um die eindeutige Bestimmbarkeit ging. Es handelte sich dabei um eine Dreiecksanordnung, in deren Ecken die Grundfarben Rot, Gelb und Blau platziert waren. Dazwischen waren auf den Kanten jeweils zwölf Zwischentöne angeordnet, die sich durch Mischung von jeweils zwei Farben ergaben; im Innern des Dreiecks befanden sich alle Farben, die aus der anteiligen Mischung aller drei Grundfarben entstanden. Am inneren Zentralpunkt des Dreiecks ergab sich als gleichanteilige Mischung aller drei Grundfarben Grau. Das Schema, das insgesamt 91 Farbtöne umfasste, verkörperte schon im geometrischen Aufbau die Grundannahme aller Dreifarbenansätze. Mayer verwies überdies darauf, dass man das Farbschema eigentlich dreidimensional in die Form einer Doppelpyramide erweitern müsse, an deren beiden Spitzen sich die Farbtöne Weiss und Schwarz befänden. Die Unvereinbarkeit seines Systems mit der Newtonschen Theorie war Mayer offenbar bewusst, wurde von ihm aber nur indirekt durch den Hinweis thematisiert, dass auch alle Farben des Regenbogens (und damit auch alle prismatischen Farben) unter diese Regel fielen und sich also aus den drei Grundfarben ermischen liessen.[18]

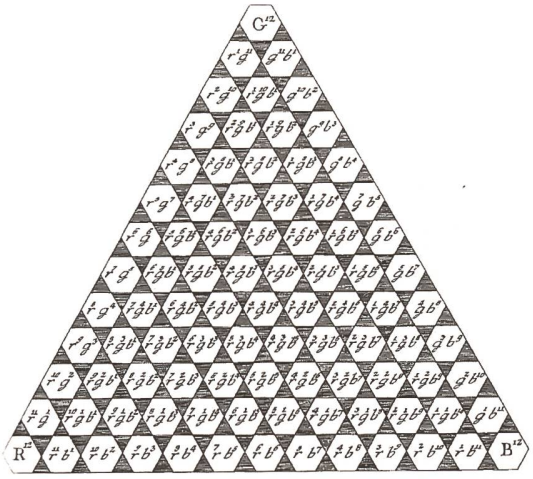
Zu Mayers Akademievortrag war zunächst nur eine kurze Zusammenfassung erschienen; der ausführlichere Text wurde erst 1771, und damit nach Mayers frühem Tod, durch seinen Nachlassverwalter Lichtenberg publiziert. Lichtenberg hatte offenbar selbst Interesse an dem Farbsystem und bemühte sich, es zu vereinfachen und zugleich auch farbig zu publizieren. Die Lichtenbergsche Variante des Systems umfasste mit 28 Farben deutlich weniger als diejenige Mayers und entfernte sich damit vom Ziel der Erfassung einer differenzierten Farbenpalette, brachte dafür aber das Grundprinzip deutlicher zur Erscheinung. Allerdings gab Lichtenberg keine konkreten Farbstoffe an, mit denen die Grundfarben realisiert werden sollten – ein erhebliches Hindernis, wenn es um konkrete Verwendung gehen sollte.

Nicht zuletzt aus Einsicht in dieses Defizit machte sich Johann Heinrich Lambert, ein mathematisch-physikalisch interessierter Forscher an der Berliner Akademie der Wissenschaften, an eine weitere Ausarbeitung. In einer bemerkenswerten Zusammenarbeit mit dem Preußischen Hofmaler Benjamin Calau entwarf er ein dreidimensionales Farbsystem, die sogenannte Farbenpyramide, zu der er 1772 eine ausführliche Beschreibung veröffentlichte.[19] Wie bei Mayer beruhte das System auf der Mischung von Pigmenten, anders als Mayer gab er aber konkret an, um welche Pigmente und welches Bindemittel es sich handelte. Überdies ergänzte er die von Mayer angegebenen Mischungsverhältnisse durch Gewichtungsfaktoren für die drei Pigmente, mit deren Hilfe ihrer unterschiedlichen Färbekraft Rechnung getragen werden sollte. Dieser Schritt, der durch breites empirisches Arbeiten begründet wurde, brachte das System deutlich näher an eine praktische Verwendbarkeit. Lambert ging davon aus, dass die Angabe der Mischungszahlen eindeutig zu einem bestimmten Farbton führte und nahm für sein System ausdrücklich die Idee der Praxistauglichkeit in Anspruch: In seinem Text nannte er den Gebrauch u. a. als Farbenmuster im Handel mit farbigen Waren (Textilien, Leder usw.), für Kunstmaler bei der Landschaftsmalerei und bei allerlei Spezialeffekten, aber auch zur Berechnung der erforderlichen Mischungsverhältnisse beim Farbdruck. Inwieweit solche Nutzungsvorstellungen tatsächlich umgesetzt wurden, ist eine offene Forschungsfrage.

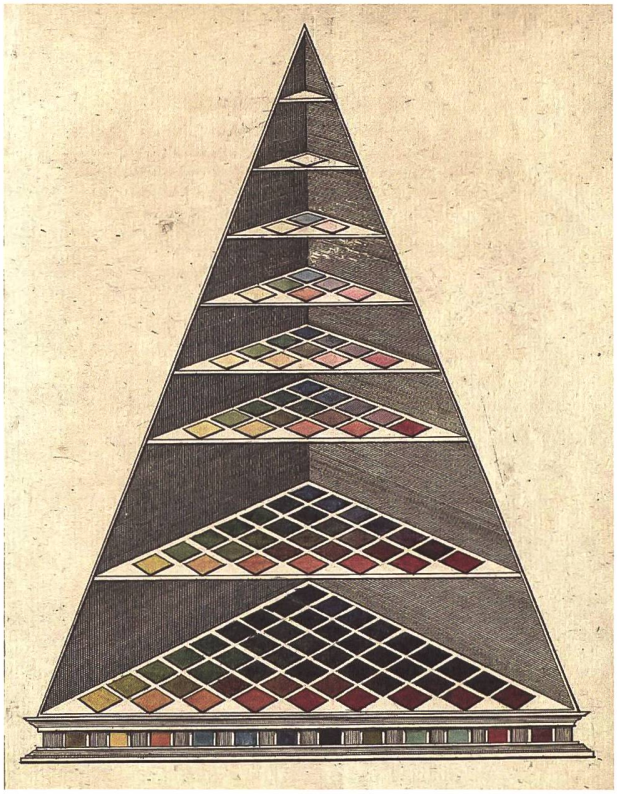
Dass eine kommerzielle Umsetzung der Grundidee durchaus möglich war, wird an der Initiative des Hannoveraner Farbfabrikanten August Ludewig Pfannenschmid deutlich. Nicht nur machte er sich das Mayersche Dreiecksystem zu eigen, wenngleich in vereinfachter Form mit 64 Farben, sondern er setzte es auch praktisch um, indem er die drei benötigten Grundfarbstoffe als Wasserfarben fertig zum Verkauf anbot. Er bot aber auch einen Satz von zwölf schon angemischten Farben an, mit denen durch weitere Mischung alle 64 Farben hergestellt werden konnten. Schliesslich, für diejenigen, denen das eigene Mischen nicht genehm war, verkaufte er auch den vollen 64er Satz an Farbstoffen. Zu alledem veröffentlichte er, in Zusammenarbeit mit einem befreundeten Pfarrer, eine ausführliche Beschreibung von System und Mischungsregeln in Form eines kleinen Buches.[20] Der Umstand, dass das Buch nicht nur eine weitere Auflage erlebte, sondern auch ins Französische übersetzt und dort in zwei Auflagen gedruckt wurde, verweist darauf, dass die Unternehmung mit Interesse zur Kenntnis genommen wurde. Über den kommerziellen Erfolg wissen wir nichts; ebenso ist bislang unklar, ob es weitere, ähnliche Initiativen gab.

4 Mayers Farbdreieck.

5 Lamberts Farbenpyramide.



4

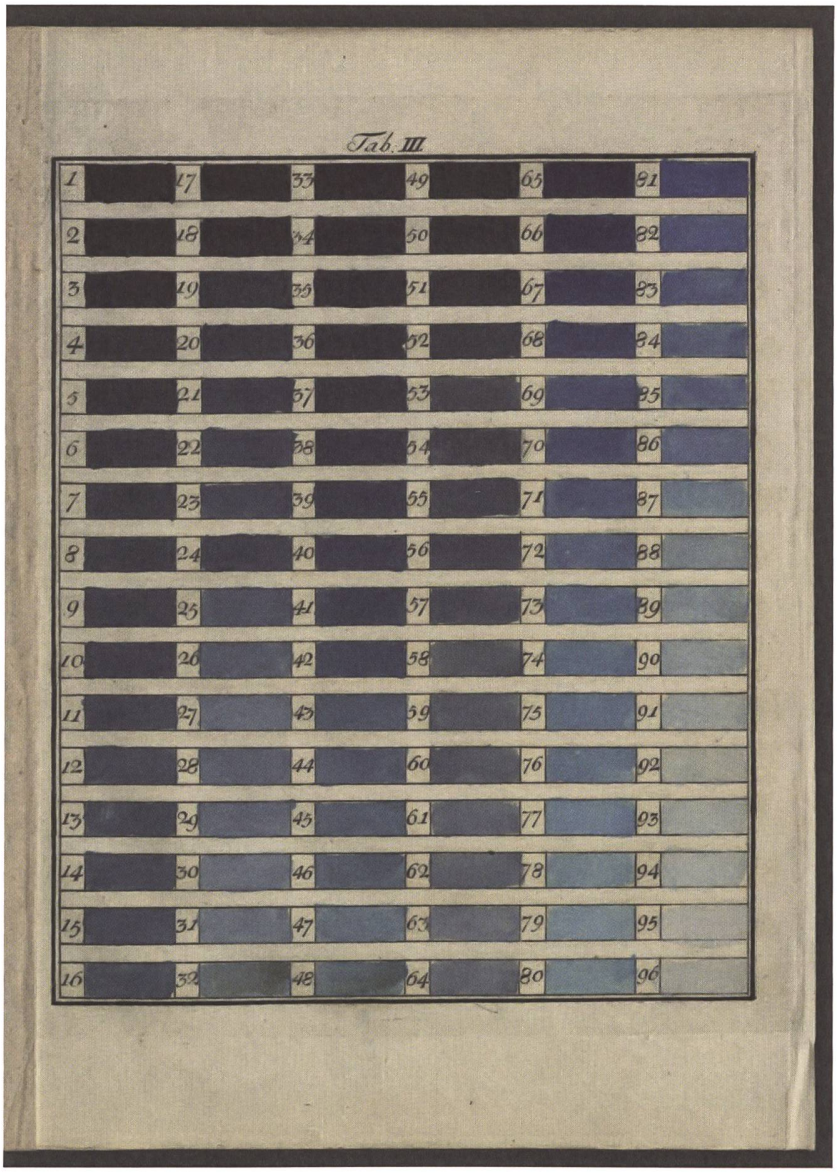


5

An Lambert und Pfannenschmid wird, deutlicher als bei Mayer und Lichtenberg, eine Intention erkennbar, die über die Angabe einer «inneren» Systematik hinausging: die Herstellung einer eindeutigen Kommunikationsmöglichkeit über Farben. In beiden Fällen sollte diese Kommunikation über ein ausserfarbliches Medium erfolgen, nämlich durch die Angabe von Namen oder Zahlen, die die Reproduktion der Farben eindeutig ermöglichen sollten. In der Tat stieg in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts das Bedürfnis nach eindeutiger Kommunikation über Farben enorm an. Bezeichnend dafür ist der Umstand, dass neben den Farbsystemen auch ein anderes Verfahren mit sehr hoher Dynamik weiterentwickelt wurde: die Herstellung und Zirkulation von Farbmustern. Diese Dynamik stellt eine zweite wichtige Entwicklungslinie des Farbwissens im späten 18. Jahrhundert dar.

Die direkte Kommunikation mit Farbmustern zum Ermöglichen eindeutiger Farbreferenzen hatte lange Tradition und war in kleinen Zirkeln sehr erfolgreich praktiziert worden, beispielsweise in der Korrespondenz unter kooperierenden Illustratoren naturgeschichtlicher Werke, wie jüngst am Fall der Brüder Bauer, die in London und auf weltweiten Forschungsreisen kolorierte Pflanzenzeichnungen anfertigten, eindrucksvoll untersucht wurde.[21] Auf diese Weise – man könnte von Standardisierung durch persönliche Kommunikation sprechen – konnte auch das Ideal eines «painting by numbers» erfolgreich realisiert werden, allerdings stets nur in kleinen Kreisen, in denen die dafür notwendigen Farbmuster direkt oder per Brief übermittelt werden konnten. Ähnlich kann man sich durchaus auch Farbkommunikation in überschaubaren handwerklichen und künstlerischen Kreisen vorstellen. Wenn demgegenüber weitere Kreise miteinbezogen werden sollten, kam diese direkte Kommunikation an ihre Grenzen, und es mussten andere Verfahren gesucht werden. Zumindest würde das einen plausiblen Hintergrund für den historischen Befund darstellen, dass im letzten Drittel des Jahrhunderts gleich mehrere gross angelegte gedruckte Werke entstanden, die Farbmuster präsentierten und vor allem den Anspruch hatten, damit Kommunikation zu ermöglichen. André Karliczek kommt das Verdienst zu, diese Werke und die gesamte Tradition für die moderne Geschichtsschreibung erstmals wieder ins Rampenlicht gerückt zu haben.[22]

Zur Illustration seien nur drei grosse Referenzwerke genannt. Jacob Christian Schäffer (1718–1790), Geistlicher, Botaniker und Insektenforscher, veröffentlichte 1769 ein umfängliches Werk mit dem bezeichnenden Titel «Entwurf einer allgemeinen Farbenverein oder Versuch und Muster einer gemeinnützlichen Bestimmung und Benennung der Farben». Er stellte darin zum einen konkrete Muster von sieben Hauptfarben in ersten Differenzierungen bereit. Bei der Auswahl von Rot, Grün, Gelb, Blau, Braun, Weiss und Schwarz war allerdings klar, dass keinerlei Bezüge zu den sieben Newtonschen Farben bestanden. Zum anderen gab er eine Anleitung, wie für jede derselben weiter detaillierte Tafeln angelegt werden konnten, die mit sehr vielen konkreten Farbmustern ausgefüllt werden sollten. Zur Illustration fügte er eine solche Tafel für die Farbe Rot bei, in der 33 der vorgesehenen 150 Musterfelder ausgefüllt waren. Das Werk stellte gleichermassen ein konkretes Muster wie auch eine Anleitung zum Erstellen von viel ausführlicheren Tafeln dar.[23]



6 Farbtafel bei Prange.

Ein solches ausführliches Tafelwerk erschien in der Tat einige Jahre später: Christian Friedrich Prange (1752–1836), Professor der Philosophie und Freien Künste, Gründer und Leiter der Provinzial-Kunstschule in Halle, gab 1782 ein «Farbenlexicon» heraus,[24] das neben 470 Seiten Text, in dem sehr viele Farben einzeln behandelt wurden, auch 48 Tafeln mit über 4600 Farbmustern enthielt. Zu den Tafeln gab es ausführliche Erläuterungen: Für jede einzelne Farbe wurde die Rezeptur angegeben. Die Farbmuster selbst bestanden aus ca. 2 x 5 cm grossen papiernen Rechtecken; jede der 48 Tafeln enthielt 96 solcher Rechtecke. Der Aufwand, der zur Herstellung dieser Farbmuster betrieben wurde, war enorm: Sie wurden offenbar aus viel grösseren, einheitlich bemalten Bögen ausgeschnitten und einzeln in die Tafeln des Buches eingeklebt. Allein elf Tafeln mit insgesamt über 200 Farben waren dem sogenannten Inkarnat (fleischfarben) gewidmet – ein klares Indiz für den kunstmalerischen Hintergrund Pranges. Offenbar war damit der Bedarf immer noch nicht gedeckt: Abermals zwölf Jahre später, 1794, erschien in Wien ohne Angabe eines Autors ein weiteres grosses Werk derselben Gattung, das «Wiener Farbenkabinet, oder vollständiges Musterbuch aller Natur- Grund- und Zusammensetzungsfarben»,[25] das ausdrücklich auf Pranges Lexikon fusste, dieses erweiterte und erläuterte, und nun in zwei Bänden erschien. Es enthielt noch ausführlichere Anleitungen und umfasste ebenfalls ca. 4600 konkrete Farbmuster, die nach demselben Verfahren wie bei Prange hergestellt worden waren. Ein Systemcharakter wurde in diesen Werken nur insofern beansprucht, als dass man die ungeheure Fülle der Farben ordnen und gruppieren musste. Dies erfolgte aber eher nach pragmatischen Kriterien als nach der Leitlinie irgendeiner Farbtheorie, sei es die traditionelle der drei Farben oder die Newtonsche der sieben Farben.

Solche Werke müssen enorm kostspielig gewesen sein; ihre Verlags-, Vertriebs- und Rezeptionsgeschichte ist allerdings bislang nicht untersucht worden. So sind wir in Bezug auf die Frage des Adressatenpublikums vor allem auf die Ankündigungen der Autoren angewiesen. Prange gab schon im Titel bekannt, für wen das Buch gedacht war, nämlich «Zum Gebrauch für Naturforscher, Mahler, Fabri-

kanten, Künstler und übrigen Handwerker, welche mit Farben umgehen». In dieselbe Richtung wies der Untertitel des Wiener Farbenkabinets: «Herausgegeben zum Gebrauche aller Naturforscher, Eltern und Erzieher, Maler, Färber, Drucker, Fabrikanten, Künstler und Handwerker, und überhaupt aller Menschen, die sich mit Farben beschäftigen». In beiden Fällen ist zentral auf die Praktiker verwiesen, und das zeigt sich auch in der Art und Weise, in der Farben dann in den Werken behandelt wurden: Neben Mischungsangaben gab es ausführliche Farbrezepte und Verfahrensschilderungen. Möglicherweise entstanden solche Werke also als Versuch, eine der für die Praxis drängendsten Herausforderungen im Umgang mit Farben anzugehen: die stabile Reproduzierbarkeit und möglichst eindeutige Kommunikation.

Die Breite, in der die beiden Werke die Praxistauglichkeit in Anspruch nehmen, muss allerdings mit Blick auf den Inhalt der Werke in zwei Hinsichten vorsichtig gelesen werden. Eine Einschränkung betrifft das Färbereiwesen. Wenngleich im Titel der Werke auch immer die Färberei genannt war, behandelten sie vor allem den Umgang mit Pigmenten. Von Färbemitteln war weniger die Rede. Das war insofern auch eher schwierig, als sich bei Färbereiprozessen die entstehenden Gewebefarben bisweilen erst ganz am Ende der Prozesse überhaupt zeigen, also die bei Pigmenten mögliche direkte Mischung sich gar nicht notwendigerweise auf die Färbemittel des Färbereiwesens übertragen lässt. Dass im Färbereiwesen eine eigene Literatur zum Umgang mit Farben existierte, ist wahrscheinlich, aber bislang nicht untersucht.

Die zweite Einschränkung geht in eine ganz andere Richtung: In beiden Werken war im Titel als Adressatenkreis auch die Naturforschung genannt. Aber auch dazu war in den Werken selbst nicht viel zu finden. Die Nützlichkeit für die Naturkunde wurde vermutlich in den konkreten Farbmustern gesehen, die im Felde mit den Farben der Naturdinge abgeglichen werden konnten. Diese Zielrichtung war bei Schäffer, der selbst von der Insektenforschung kam, viel zentraler gewesen: Er hatte für die Naturkunde und besonders die «Insectenlehre» das Fehlen einer eindeutigen Kommunikation ausdrücklich benannt und als Abhilfe den Vergleich mit Farbmustern vorgeschlagen.[26] Er kann von daher auch als Repräsentant einer ganzen Gruppe von Farbwerken gelten, die, ausdrücklich von der Naturgeschichte herkommend, auf sie gerichtete Farbenmuster und Farbensysteme entwarfen. Zumindest in den Bereichen der Naturgeschichte, in denen Farben doch als zentrales Klassifikationskriterium unabdingbar waren, nämlich Mineralogie und Insektenkunde (und weniger ausgeprägt in der Botanik und allgemeinen Zoologie), entstanden solche Werke: Abraham Gottlieb Werner, einer der Gründerväter der Geologie und Mineralogie, entwarf für die Mineralogie ein eigenes Farbreferenzsystem und liess die darin angegebenen Farbmuster sogar auf Porzellantäfelchen brennen, um ihnen damit maximale Haltbarkeit zu geben.[27] In der Insektenkunde entstanden gleich mehrere Werke, die wie Schäffer sowohl Farbreferenz durch Farbmuster zum Ziel hatten, als auch, über Schäffer hinausgehend, auf eine Systematik der Farbordnung zielten. Dies war etwa für die nahezu zeitgleich erschienenen Werke des Wiener Schmetterlingsforschers Ignaz Schiffermüller und des Londoner Entomologen Moses Harris der Fall.[28] Es ist bezeichnend, dass in diesen Fällen das Farbsystem allein nie als ausreichendes Referenzwerkzeug für die Praxis angesehen wurde, sondern immer auch konkrete Farbmuster in Form von Tafeln beigefügt waren.

Bei den bislang von mir genannten Systementwürfen und Mustertafeln handelt es sich vermutlich nur um die Spitze eines Eisberges: Eine Gesamterhebung von derartigen Werken in Europa ist derzeit in Berlin im Gange und deutet schon jetzt darauf hin, dass sich eine mittelgrosse zweistellige Zahl ergeben wird. Vor dem Hintergrund des deutlich gewordenen Aufwandes, der mit der Herstellung solcher Werke verbunden war, wird augenscheinlich, dass hier offenbar ein spürbarer Bedarf an Standardisierung vorgelegen haben muss, der vermutlich aus Handwerk und Praxis ebenso entstand wie aus der Wissenschaft der Naturgeschichte.

Zur Ergänzung und mit Blick auf das 19. Jahrhundert seien noch zwei Linien der Farbforschung erwähnt, die im späten 18. Jahrhundert zunächst separiert voneinander und von den bislang geschilderten Entwicklungen entstanden. Zum einen hatte schon 1747 der Pariser Naturforscher Buffon auf Farben verwiesen, die gelegentlich (deshalb hatte er sie «couleurs accidentelles» genannt) als Nachbilder erscheinen und offenbar im Auge hervorgerufen werden. 1765 wurde dieses Phänomen vom Grazer Mathematiker und Naturforscher Karl Scherffer S. J. diskutiert und als «Scheinfarben» bezeichnet; 1786 schliesslich unternahm der englische Arzt Robert Darwin eine ausführliche Untersuchung dieser von ihm als «ocular spectra» bezeichneten Farben und sah sie als pathologische Erscheinungen an. Erst Goethe erfasste diese Farben als regelmässige Kontrastreaktionen des gesunden Auges und untersuchte sie sowohl in ihrer simultanen als auch sukzessiven Form.[29]

Zum anderen zog das Phänomen der farbigen Schatten zunehmend Aufmerksamkeit auf sich. Erwähnt worden war dieses Phänomen schon bei Scherffer im Jahr 1765, erstmals legte aber der Pariser Gelehrte Jean Henri Hassenfratz 1782 ein umfängliches Werk vor, in dem er zahlreiche Experimente und Beobachtungen im Versuch, allgemeine Regeln aufzustellen, zusammenfasste. Wenig später veröffentlichte der portugiesische Adlige und Malteserritter Diego de Carvalho e Sampayo insgesamt drei Arbeiten zu diesem Thema und gründete auf den Untersuchungen der farbigen Schatten ein ganzes Farbsystem – vermutlich das einzige Farbsystem im 18. Jahrhundert, das nicht mit Bezug auf Pigmentfarben oder auf die Farben des Prismas entwickelt wurde. Weitgehende Untersuchungen zu farbigen Schatten legte schliesslich der deutsch-britische Reichsgraf Benjamin Thompson alias Count Rumford vor.[30]

Insgesamt ergibt sich aus dem gegenwärtigen Forschungsstand ein vielgestaltiges und durchaus hetero-

genes Bild zu Farbwissen und Farbforschung im 18. Jahrhundert, hinsichtlich der Intentionen und des Grundansatzes ebenso wie in Bezug auf Materialien und Methoden. Wenngleich das Bild durchaus als provisorisch zu bezeichnen ist, wirft es doch die Frage auf, inwieweit die unterschiedlichen Bereiche des Farbwissens in Färberei, Kunstmalerei, Handwerk, Handel, Naturgeschichte, physikalischer Farbtheorie, Wahrnehmungsforschung und neugieriger Erschliessung weiterer Farbphänomene miteinander zu tun hatten, ob sie verbunden oder eben auch nicht verbunden waren. Eine umfassend begründete Antwort wird erst nach umfangreicher weiterer Forschung möglich sein.

Um 1800: Synthese und neue Dynamik

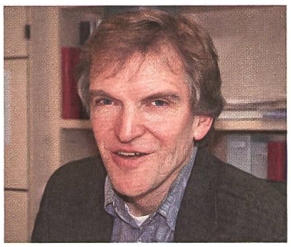
Im letzten Abschnitt sei kurz darauf hingewiesen, dass dieser fragmentierte Zustand offenbar als unbefriedigend empfunden wurde: Jedenfalls ist um 1800 eine bemerkenswerte Häufung von Syntheseversuchen oder Brückenschlägen zu verzeichnen, die erst jüngst ins Bewusstsein geraten ist. Aus der Naturgeschichte kommend verfolgte der Pariser Zoologe Jean-Baptiste Lamarck bereits in den 1790er-Jahren ein solches Ziel, wie Ulrike Boskamp und Rolf Kuehni jüngst gezeigt haben.[31] Am bekanntesten und zugleich am umfassendsten ist die «Farbenlehre», die Johann Wolfgang von Goethe 1810 nach fast zwanzigjähriger Arbeit veröffentlichte und die prismatischen und physiologischen Farben ebenso einschloss wie Körperfarben und eine Farbästhetik. Seinen Farbenkreis sah er als integrierende Darstellung der Gesetzmässigkeiten, die in all diesen Bereichen gleichermassen herrschten. Goethes Werk erschliesst sich historisch in neuer Form, wenn man es als Syntheseversuch des Farbenwissens der Zeit versteht, für den die Polemik gegen Newton (die häufig als das zentrale Ziel gelesen wird) nur als Mittel diente.[32] Auch der bayerische Hofmaler Matthias Klotz veröffentlichte 1816 eine «Gründliche Farbenlehre», die sowohl die Farben der Malerei als auch die der Prismen und optischen Mittel umfasste.[33] Mit einem grundlegend anderen Ansatz ging der englische Physiker und Universalgelehrte Thomas Young an eine Vereinheitlichung der Farbenforschung.[34] Als anfänglich überzeugter Anhänger von Newtons Licht- und Farbentheorie hatte er bei Lichtenberg in Göttingen studiert und dabei die Dreifarbentheorie Mayers kennen- und schätzen gelernt. Seine eigene Theorie von drei Typen von Farbrezeptoren auf der Retina war weniger anatomischen oder physiologischen Befunden geschuldet, sondern stellte einen durchaus spekulativen Versuch dar, den Dreifarbenansatz mit einer physikalischen Licht- und Farbentheorie in Verbindung zu bringen. Schliesslich ist in dieser Reihe noch der englische Maler und Botaniker James Sowerby zu erwähnen, der schon im Titel seines 1809 erschienenen Werkes das Ziel deutlich machte, die prismatischen Farben und die Körperfarben in einer gemeinsamen Theorie zu erfassen, und dies unter der deutlichen Leitfunktion der Dreifarbentheorie.[35] So unterschiedlich und unvereinbar diese Unternehmungen sich bisweilen auch ausnehmen, so waren sie doch alle getragen von der Unzufriedenheit mit der Fragmentierung der Farbenforschung und dem Bestreben, diese zu überwinden. Weshalb sich gerade um 1800 die Syntheseversuche häuften, ist eine offene historische Frage.

Abschliessend sei ein etwas späterer, aber höchst bezeichnender Fall einer übergreifenden Synthese erwähnt. Michel Eugène Chevreul hatte als ausgebildeter Chemiker ab 1824 über viele Jahre die Leitung der Gobelin-Manufaktur in Paris inne, die ich schon eingangs erwähnt hatte. Dort befasste er sich intensiv mit der Frage, warum und in welcher Weise die Farbeindrücke der produzierten Gewebe nicht nur von den Färbemethoden, sondern auch stark von den farblichen Umgebungen abhingen, in denen sie platziert wurden. Er ging dem Phänomen systematisch nach und entwickelte eine Lehre des Farbkontrasts, sowohl des Simultan- als auch des Sukzessivkontrasts. Aus diesen Kontrastphänomenen und auf der Basis des Dreifarbenansatzes entwickelte er einen Farbenkreis, den er 1839 in einem zusammenfassenden Werk veröffentlichte.[36] Ausgehend davon entwarf er eine breite Farbästhetik, immer mit Hinblick auf praktische Verwendung in der Farbgebung von Kleidung, Gebäuden, Gärten und Gemälden. Sein Werk stellt sich nahtlos in die immer dichter werdende Reihe von Farbsystemen des 18. Jahrhunderts, und mit den Bereichen Farbwahrnehmung, Farbpraxis und Farbsystematisierung kommen hier an prominenter Stelle drei der wichtigsten Linien des Farbwissens im 18. Jahrhundert zusammen. Die hohe Wirkmacht seines Werkes macht deutlich, dass die nochmals gesteigerte Entwicklungsdynamik des Farbwissens und der Farbforschung im 19. Jahrhundert nicht ohne die gesamte und teils eben unverbundene Vielfalt der Debatten und Entwicklungen des 18. Jahrhunderts verständlich gemacht werden kann. ■

Verwandter Artikel im Ferrum-Archiv:
«Magia Naturalis: Wissen als Emanationslehre in der Frühen Neuzeit» von Axel Christoph Gampp in Ferrum 86/2014: Wissensformen der Technik

Zum Autor

Prof. Dr. Friedrich Steinle



Friedrich Steinle ist seit 2009 Professor für Wissenschaftsgeschichte an der TU Berlin. Studium der Physik, Promotion in Wissenschaftsgeschichte, Habilitation an der TU Berlin. Vertretungen in Hamburg, Bern und Stuttgart, Forschungsaufenthalte am MSH (Paris) und am Dibner Institute (Cambridge MA). 2004 Professor für Wissenschafts- und Technikgeschichte an der Universität Lyon I, 2005–2009 an der Universität Wuppertal. Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina (2005) und der Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz (2011). 2012–2017 Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaften und Technik. Forschungsschwerpunkte in der Geschichte und Philosophie des Experimentierens, der Geschichte von Elektrizität und Magnetismus, der Geschichte der Farbe und der Beziehung zwischen Wissenschaft und Technik.

Technische Universität Berlin, Deutschland
friedrich.steinle@tu-berlin.de

Bildnachweis

1 Franciscus Aguilonius: Opticorum libri sex, philosophis iuxta ac mathematicis utiles. Antwerpen 1613, S. 40
2 Isaac Newton: Opticks, or, a Treatise of the Reflexions, Refractions, Inflexions and Colours of Light. London 1704, Book I, part II, plate III (zwischen S. 122 und 123)
3 Paris: Bibliothèque National de France, Département des Estampes et de la photographie, Réserve AA-4 (LE BLON)
4 Tobias Mayer: De affinitate colorum commentatio. In: Ders.: Opera inedita. Hg. v. Georg Christoph Lichtenberg. Bd. 1. Göttingen 1775, S. 31–42, tab. II
5 Johann Heinrich Lambert: Farbenpyramide. Beschreibung einer mit dem Calauschen Wachse ausgemalten Farbenpyramide wo die Mischung jeder Farben aus Weiß und drey Grundfarben angeordnet, dargelegt und derselben Berechnung und vielfacher Gebrauch gewiesen wird. Berlin 1772. Farbtafel am Ende des Werkes
6 Christian Friedrich Prange: Farbenlexicon. Halle 1782. Tab. III am Ende des Werkes

Anmerkungen

1 Alexander Engel: Farben der Globalisierung. Die Entstehung moderner Märkte für Farbstoffe 1500–1900. Frankfurt 2009, S. 212. In der Studie dient der Farbhandel zwischen 1500 und 1900 als Beispielfall für eine systematische Studie zum Marktbegriff und seine Verwendung in der Wirtschaftsgeschichte.

2 Engel (wie Anm. 1), S. 167–168. Vgl. auch Grafik 17, S. 170.

3 Bruno Belhoste: Dyeing at the Gobelins in the Eighteenth Century. The Challenge of Quémizet. In: Magdalena Bushart und Friedrich Steinle (Hg.): Colour Histories. Science, Art, and Technology in the 17th and 18th Centuries. Berlin 2015, S. 67–91.

4 Engel (wie Anm. 1), S. 71–77, gibt eine Zusammenfassung.

5 Sarah Lowengard: The Creation of Color in Eighteenth-Century Europe. New York 2006. (http://www.gutenberg-e.org/lowengard/); oder: Ulrike Boskamp: Primärfarben und Farbharmonie. Farbe in der französischen Naturwissenschaft, Kunstliteratur und Malerei des 18. Jahrhunderts. Weimar 2009; André Karliczek und Andreas Schwarz (Hg.): Farre. Farbstandards in den frühen Wissenschaften. Jena 2016, gibt eine aktuelle Sammlung von Einzelstudien und einen Katalog.

6 Franciscus Aguilonius: Opticorum libri sex, philosophis iuxta ac mathematicis utiles. Antwerpen 1613. Für seine Zusammenarbeit mit Rubens siehe Charles Parkhurst: Aguilonius' optics and Rubens' color. In: Nederlands Kunsthistorisch Jaarboek 12 (1961), S. 35–49; Wolfgang Jaeger: Die Illustrationen von Peter Paul Rubens zum Lehrbuch der Optik des Franciscus Aguilonius 1613. Heidelberg 1976; Julius S. Held: Rubens and Aguilonius: New Points of Contact. In: The Art Bulletin 61 (1979), S. 257–264.

7 Isaac Newton: Opticks, or, a Treatise of the Reflexions, Refractions, Inflexions and Colours of Light. London 1704.

8 Newton, Opticks (wie Anm. 7), Buch 1, Teil 2, S. 91 (Prop. III, Prob. I) u. S. 114–117 (Prop. VI, Prob. II); Alan E. Shapiro: Artists' Colors and Newton's Colors. In: Isis (1994), S. 600–630, hat die Hintergründe für diese Erweiterung untersucht, die insofern überraschend war, als Newtons physikalische Theorie selbst die Formulierung allgemeiner Mischungsregeln für Körperfarben eigentlich ausschloss.

9 Ausführlicheres dazu in Boskamp (wie Anm. 5), S. 125–129.

10 Boskamp (wie Anm. 5), S. 69–72.

11 Boskamp (wie Anm. 5).

12 Druck mit Farben war als solcher schon viel länger bekannt, siehe dazu: Ad Stijnman und Elizabeth Savage (Hg.): Printing Colour 1400–1700. History, Techniques, Functions and Receptions. Library of the Written Word 41. Boston, Leiden 2015.

13 Zu Le Blon siehe Otto M. Lilien: Jacob Christoph Le Blon 1667–1741. Inventor of Three- and Four Colour Printing. Stuttgart 1985.

14 Jacques Christophe Le Blon: Coloritto. Or the Harmony of Colouring in Painting. s.l. 1725. S. 6.

15 Jacques-Fabien Gautier d'Agoty: Exposition anatomique de la structure du corps humain. Marseille 1759. Für eine kurze Darstellung zu Gautier d'Agoty siehe etwa Lowengard (wie Anm. 5).

16 Etwa Jacques-Fabien Gautier d'Agoty: Chroa-Génésie ou Génération des Couleurs, Contre le Système de Newton. Paris 1750–1751.

17 Kärin Nickelsen: Illuminierungspraktiken. Zur Handkolorierung naturhistorischer Tafeln des 18. Jahrhunderts. In: Karliczek und Schwarz: Farre (wie Anm. 5), S. 101–129.

18 Tobias Mayer: De affinitate colorum commentatio. In: Ders.: Opera inedita. Hg. v. Georg Christoph Lichtenberg. Bd. 1. Göttingen 1775, S. 31–42, hier S. 33.

19 Johann Heinrich Lambert: Farbenpyramide. Beschreibung einer mit dem Calauschen Wachse ausgemalten Farbenpyramide wo die Mischung jeder Farben aus Weiß und drey Grundfarben angeordnet, dargelegt und derselben Berechnung und vielfacher Gebrauch gewiesen wird. Berlin 1772.

20 August Ludewig Pfannenschmid: Versuch einer Anleitung zum Mischen aller Farben aus blau, gelb und roth, nach beiliegendem Triangel. Hg. v. Ernst Rudolph Schulz. Hannover 1781.

21 H. Walter Lack: Die «Stenographie-Zeichnungen» und Farbkodes der Brüder Bauer. In: Karliczek und Schwarz: Farre (wie Anm. 5), S. 133–148; Nickelsen (wie in Anm. 17).

22 Etwa André Karliczek: Vom Phänomen zum Merkmal. Farben in der Naturgeschichte um 1800. In: Ders. und Margrit Vogt (Hg.): Erkenntniswert Farbe. Jena 2013, S. 83–111; siehe auch seinen Beitrag im vorliegenden Heft.

23 D. Jacob Christian Schäffer: Entwurf einer allgemeinen Farbenverein oder Versuch und Muster einer gemeinnützlichen Bestimmung und Benennung der Farben. [...]. Regensburg 1769, S. 6f.

24 Christian Friedrich Prange: Farbenlexicon. Halle 1782.

25 Anonym: Wiener Farbenkabinet, oder vollständiges Musterbuch aller Natur-Grund- und Zusammensetzungsfarben. Wien, Prag 1794.

26 Schaeffer, Farbenverein (wie Anm. 22) S. 6f.

27 Abraham Gottlob Werner: Von den äußeren Kennzeichen der Fossilien. Leipzig 1774.

28 Ignaz Schiffermüller: Versuch eines Farbensystems. Wien 1772; Moses Harris: The Natural System of Colours. London 1776.

29 George Louis Leclerc Comte de Buffon: Dissertation Sur les couleurs accidentelles. Mémoires de l'Académie Royale des Sciences. 1743, S. 147–158; Karl Scherffer: Abhandlung von den zufälligen Farben. Wien 1765; Robert Waring Darwin: New Experiments on the Ocular Spectra of Light and Colours. London 1786; Johann Wolfgang v. Goethe: Zur Farbenlehre. Tübingen 1810, Band 1, Abt. 1.

30 Jean Henri Hassenfratz: Observations sur les ombres colorées. Paris 1782; Diego de Carvalho e Sampayo: Memoria sobre a formação natural das Cores. Madrid 1791; Benjamin Thompson: An Account of Some Experiments upon Coloured Shadows. In: Philosophical Transactions of the Royal Society of London (1794), S. 107–118.

31 Jean-Baptiste Lamarck: Supplément au troisieme mémoire. Sur la formation d'une échelle chromométrique. In: Ders.: Mémoires de physique et d'histoire naturelle [...]. Paris 1797, S. 70–87; vgl. Ulrike Boskamp: Primary Colours in Eighteenth-Century France. Concepts and Uses. In: Bushart & Steinle (wie Anm. 3), S. 199–222; Rolf Kuehni: Lamarck's 'Chronometric' Color Ladder. In: Karliczek und Schwarz: Farre (wie Anm. 5), S. 65–75.

32 Goethe, Farbenlehre (wie Anm. 28); vgl. Friedrich Steinle: Goethe und die Farbenforschung seiner Zeit. In: Martin Dönike; Jutta Müller-Tamm et al. (Hg.): Die Farben der Klassik 3. Göttingen 2016, S. 255–289.

33 Mathias Klotz: Gründliche Farbenlehre. München 1816; zu Klotz vgl. Rolf G. Kuehni: Forgotten Pioneers of Color Order. Part II: Matthias Klotz (1748–1821). In: Color Research & Application 5 (2008), S. 341–345.

34 Thomas Young: The Bakerian Lecture. On the Theory of Light and Colours. In: Philosophical Transactions of the Royal Society of London (1802), S. 12–48. Zu Young gibt es nur wenig historische Forschung, vgl. John D. Mollon: The Origins of Modern Color Science. In: The Science of Color. Oxford 2003, S. 1–39.

35 James Sowerby: A New Elucidation of Colours, Original Prismatic, and Material. London 1809.

36 Michel Eugène Chevreul: De la loi de contraste simultané des couleurs. Paris 1839. Siehe dazu: Georges Roque: Chevreul's Color Standard. In: Karliczek und Schwarz: Farre (wie Anm. 5), S. 79–98.