

VORTRAGSREIHE DER SPRECHER WS 2003/2004

Farbe

WIE MAN FARBEN IN DER KARTOGRAPHIE EINSETZT, WIE FARBEN ÜBERHAUPT ENTSTEHEN, WELCHE ÄSTHETISCHE WIRKUNG SIE IN LITERATUR UND KUNST, IN DER VERGANGENHEIT UND IN DER ZUKUNFT ENTFALTEN KÖNNEN – DAS WAR THEMA DER VORTRÄGE AUS DEM (UM-)KREIS DER WISSENSCHAFTLICHEN MITARBEITER

Den Auftakt der „bunten“ Vortragsreihe, die von den Sprechern der hauptberuflich tätigen wissenschaftlichen Mitarbeiter rund um das Thema Farbe organisiert wurde, bildete der Vortrag von **Dipl.-Ing. Hermann Rentsch, Kommission für Glaziologie**.

Die farbige Markierung von Messpunkten auf der Erdoberfläche ist ein einfaches Beispiel für den Zusammenhang von **Farbe und Vermessung**. Weniger bekannt ist vielleicht, dass auch die Farbstrahlen des von der Erde reflektierten Sonnen- und Himmelslichts für die Vermessung genutzt werden: Diese sichtbare und nicht sichtbare Strahlung kann vermessungstechnisch ausgewertet werden, weil die räumliche Richtung aus der sie kommt, rekonstruierbar und ihre Intensität und spektrale Zusammensetzung messbar sind. Diese geometrischen und physikalischen Informationen werden mit Sensoren – meist von Flugzeugen oder Satelliten aus – analog oder digital aufgenommen und gespeichert, zu farbigen Abbildungen funktionell aufbereitet, und damit für den Benutzer vorstellbar gemacht. Zufällig entstehen dabei oft farbige Bildprodukte, die auch durch künstlerische Schönheit faszinieren (siehe Foto). Auch bei der Erstellung von Karten ist ein gewisser künstlerischer Einschlag beim Kartographen von Vorteil, wie Hermann Rentsch am Beispiel des Schweizer Wissenschaftlers Eduard

Imhof zeigte, der in seinem Kartenwerk der Schweiz Kunstsinne und Präzision vereinte. Dass Karten verständlich und anschaulich sind, hängt wesentlich von der Farbgebung ab. Das trifft, sowohl für die topografische Karte, die Geländeformen geometrisch wiedergibt, als auch für die thematische Karte zu, die raumbezogene Sachinformationen meist auf topografischen Hintergründen veranschaulicht.

Eine „Spielwiese für Demonstrationen“ eröffnete der **Präsident der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Prof. Dr. rer. nat., Dr. h. c. mult. Heinrich Nöth** in seinem Vortrag zur **Chemie der Farben**. Er stellte sich damit der Herausforderung, die Struktur von Verbindungen aufzuklären, die der Farbvielfalt der Natur zugrunde liegen. Eine Verbindung ist für uns Menschen farbig, wenn sie Licht aus dem für unser Auge sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums von 400 (violett) bis 760 nm (purpurrot) absorbiert. Die Gesetzmäßigkeit zwischen Lichtabsorption und Struktur erklärte Heinrich Nöth in aller Kürze: Das Licht einer definierten Wellenlänge entspricht einer definierten Energie, die durch die Einsteinsche Gleichung $E = h \cdot \nu$ gegeben ist, wobei h die Plancksche Konstante ($6.626 \cdot 10^{-34}$ Js) und ν die Frequenz des Lichtes ist. Je größer also die Frequenz, desto größer ist die mit dem Lichtquant $h \cdot \nu$ verbundene Energie.



KUNSTWERK DER ERDE, FREDERIKING & THALER

Blaues Licht ist energiereicher (größere Frequenz) als rotes.

Warum Bor grün brennt

Die Farbe informiert den Chemiker über die Energiezustände einer untersuchten Verbindung. So kann er aus den Atomspektren (Flammenfärbung) die energetischen Zustände der Elektronenhülle von Atomen messen. Insbesondere die Alkali- und Erdalkalimetalle geben charakteristische Flammenfärbungen: Lithium (rot), Natrium (gelb, Kalium (blaurot), Bor (grün) (siehe Abbildung Seite 30).

Generell gilt, dass die Farbe einer Verbindung von ihrer Struktur, d. h. ihrem stofflichen und räumlichen Aufbau abhängig ist, also von der Art der Verknüpfung der in ihr enthaltenen Atome. Chemische Verbindungen, die sichtbares Licht absorbieren, nennt man Farbstoffe, wenn es sich um lösliche Verbindungen handelt, oder Pigmente, wenn es sich um feste Verbindungen oder Mischungen handelt.

Bunte Lösungen

Die Lösungen von vielen Metallionen sind farbig. Hier hängt die Farbe ab von der Anzahl der Elektronen in den energiereichsten Zu-

Rot in der Vermessung: Ein Vulkan vom Satelliten aus aufgenommen. Physikalische Informationen werden mit Sensoren aufgenommen und zu farbigen Abbildungen aufbereitet.



ERNST KLETT SCHULBUCHVERLAG

Unterscheidung von Methanol (links) und Ethanol (rechts) durch Reaktion mit Borsäure.

ständen (in der so genannten d-Schale). Als Beispiele mögen die Farben der wässrigen Lösungen dienen: Mangan(2⁺)-Ionen: hellrosa, Eisen(2⁺)-Ionen, hellgrün, Kobalt(2⁺)-Ionen (rosarot), Nickel(2⁺)-Ionen (grün), Kupfer(2⁺)-Ionen (blau), Zink(2⁺)-Ionen (farblos). Die Anzahl der d-Elektronen in diesen Ionen sind fünf für Mangan, sechs für Eisen, sieben für Kobalt, acht für Nickel, neun für Kupfer und zehn für Zink. Alle diese Metall-Ionen binden sechs Wassermoleküle H₂O, Kupfer und Zink deren vier. Die Farbe resultiert durch einen Übergang eines Elektrons aus einem energieärmeren in einen energiereicheren Zustand durch Lichtabsorption. Dieser Übergang kann durch eine Änderung des Bindungspartners Wasser, z. B. durch Ammoniak (NH₃), verändert werden. So geht das hellblaue Cu(OH₂)₄²⁺ in tiefblaues Cu(NH₃)₄²⁺ über. Ebenso bewirkt die Änderung der Elektronenzahl an einem Metall-Kation bei gleichem Bindungspartner, z. B. dem Sauerstoff-Ion drastische Farbänderungen. Dies zeigt die Reihe MnO₄⁻ (tief violettrot, kein d-Elektron), MnO₄²⁻ (dunkelgrün, ein d-Elektron), MnO₄³⁻ (hell blau, zwei d-Elektronen), MnO₄⁺ (braun, drei

d-Elektronen). Die Farbe resultiert hier durch eine Ladungsübertragung von Elektronen des Sauerstoff-Ions auf das Metall-Ion).

Indikatoren, Weißmacher und Lumineszenz

Eine riesige Anzahl von Verbindungen des Kohlenstoffs sind farbig. Sie dienen unter anderem zum Färben von Textilien, Papier, Leder, etc. Sie bestehen aus einem farbgebenden Grundgerüst. Es handelt sich um aromatische oder heterocyclische Verbindungen mit π -Elektronensystemen. Mittels Substituenten kann man die Farbe der Verbindungen beeinflussen, desgleichen auch zahlreiche andere Eigenschaften, etwa die Lichtecktheit oder die Resistenz gegenüber Schweiß. Ferner müssen sie stabil sein gegenüber Säuren und Basen, um nur einige Kriterien zu nennen. Farbige organische Verbindungen, die auf eine Säure/Base durch Farbänderung ansprechen, nennt man Indikatoren (Beispiel: Saft des Blaukrauts: er wird in Gegenwart von Säure hellrot, in Gegenwart von Basen blau, und mit sehr starken Basen grün). Sogenannte Weißmacher sind organische Verbindungen die UV-Licht in weißes Licht umwandeln. Von Lumineszenz spricht man, wenn die bei einer chemischen Reaktion freigesetzte Energie z. T. als sichtbares Licht abgegeben wird. (Beispiel: die Oxidation von Luminol mit Wasserstoffperoxid. Diese wird von einem intensiv blauen Licht begleitet).

Pigmente

Neben Farbstoffen oder farbigen Verbindungen, die in Wasser oder einem anderen Lösemittel löslich sind, sind aber auch feste, farbige Stoffe von Bedeutung: die Pigmente. Das sind etwa farbige natürliche Mineralien, oder auch synthetische feste farbige Stoffe. Sie dienen u. a. als Anstrichfarben, Füllmaterial zur Erzeugung farbiger Gegenstände aber auch als Farben zur Erzeugung

farbiger Keramik. Beispielsweise kann man eine Reihe von Eisenoxiden herstellen, deren Farbe vom bräunlichen Gelb, über Rot zu Schwarz reicht. Man erhält sie auf einfache Weise durch Reaktion von Eisenionen mit Hydroxid-Ionen, wobei die Farbe davon abhängig ist, wie das Verhältnis von Fe²⁺ zu Fe³⁺-Ionen ist.

Farbänderung durch Temperaturwechsel

Pigmente können den Effekt der Thermochromie zeigen, d. h. dass eine Farbänderung beim Erhitzen bzw. Abkühlen erfolgt. Diese Farbänderung beruht auf einer Phasenumwandlung (d.h. Strukturänderung). Beispielsweise nimmt der rote Rubin beim Erhitzen auf 300°C eine grüne Farbe an. Beim Abkühlen kehrt die rote Farbe zurück. In diesem Fall ändern sich beim Erhitzen die Gitterplätze der für die Farbe verantwortlichen Chrom-Ionen.

Das sind nur einige wenige Beispiele. In vielen Alltagsgegenständen wie z.B. dem Farbfilm, dem Neonlicht oder dem Farbfernseher werden chemischen Eigenschaften genutzt. Auf eine Formel verkürzt könnte man sagen: ohne Chemie kein farbiges Leben.

Farbe in der Poesie

„Am farbigen Abglanz haben wir das Leben“ sagt Goethes Faust, als er die Schönheit eines Wasserfalls bestaunt. Eine Reflexion, die direkt auf die Funktion von Farbgebungen in literarischen Texten verweist und die **Dr. Johannes John, Kommission für Neuere Deutsche Literatur** in der Ausgangsthese verdichtete, dass ‚Bezeichnungen‘, also ins Zeichensystem des Alphabets übersetzte visuelle Wahrnehmungen, in der Literatur keineswegs immer eindeutig sind. Die Beziehungen zwischen ‚Signifikant‘ und ‚Signi-

fikat', dem Wort und dem Gemeinten, lässt der Literatur Spielraum für unterschiedliche Zuordnungen und Assoziationen.

In seinem mit **Der farbige Abglanz der Worte** überschriebenen Vortrag stellte John zunächst die *mimetische* Absicht literarischer Farbbezeichnungen dar, sei es in realistischer oder naturalistischer Weise, wie sie insbesondere aus Prosatexten geläufig ist. Die möglichst exakte und detaillierte Farbnuancierung dient dabei nicht nur der genauen Kennzeichnung, sondern – wie Passagen aus Adalbert Stifters *Bergkristall* und Peter Handkes *Der Chinese des Schmerzes* belegten – auch der bewussten Aufwertung scheinbar nebensächlicher Realien, insbesondere unserer natürlichen Umwelt. Wie sie darüber hinaus auch zur Charakterisierung der handelnden Protagonisten eingesetzt werden kann, zeigte ein Beispiel aus Stifters Erzählung *Nachkommenschaften*.

In der Lyrik wiederum lässt sich besonders eindrucksvoll verfolgen, wie Farbe zum Bedeutungsträger wird. Diese ebenso ‚bunte‘ wie spannende *Semantik* der Farben wurde in Gedichten von Schwitters, Brecht, Trakl und vor allem Gottfried Benns *D-Zug* untersucht, wobei ein besonderes Augenmerk der Frage galt, inwiefern solche ‚Zuschreibungen‘ – zu denken wäre an Symbole wie die „blaue Blume“, die „rote Fahne“, aber auch an umgangssprachliche Wendungen wie die vom Grün-und-blau-Ärgern – universellen Anspruch erheben können, oder aber lokal und regional begrenzt bleiben bzw. differieren.

Ein letzter Abschnitt galt dann der höchst *individuellen* Farbgebung, mittels derer vor allem lyrische Texte eine eigene dichterische Welt, ja einen oft hermetischen Kosmos konstituieren, wie dies etwa bei Georg Trakl oder Paul Celan der Fall ist. So entfaltet sich

die symbolische Bedeutung von Goethes spätem Gedicht *Dornburg September 1828* („Früh, wenn Tal, Gebirg und Garten...“) erst vor dem Hintergrund entsprechender Abschnitte aus seiner 1810 erschienenen optischen Studie *Zur Farbenlehre*.

Dass der naturwissenschaftlich vielfältig interessierte Weimarer Dichter ein Faible für die Antike hatte, ist ja bekannt, was viele Besucher der Ausstellung „Bunte Götter“ in der Münchner Glyptothek dagegen völlig überraschte, waren die Exponate: Anstatt im vertrauten keuschem Weiß zu strahlen, vermittelten die quietschbunten Rekonstruktionen einen sehr deutlichen Eindruck davon, welchen entscheidenden Anteil die Farbe an der Gesamterscheinung und -wirkung eines antiken Kunstwerkes gehabt hat. **Dr. Nicola Hoesch**, früher **Mitarbeiterin der Kommission zur Erforschung des antiken Städte wesens**, wusste das natürlich längst und griff in ihrem Vortrag **Farbe in der antiken Malerei** u.a. die festen, farbigen Stoffe wieder auf, die samt ihrer Wasserunlöslichkeit schon im chemischen Vortrag erwähnt worden waren: die Pigmente. Bereits in der Antike wurden diese aus organischen oder anorganischen Substanzen gewonnen und sogar schon künstlich hergestellt. Über Vorkommen, Herkunft und Besonderheiten der Aufbereitung und Bindemittel schreibt v.a. Plinius der Ältere in den Büchern 33, 34 und 35 der *naturalis historiae*. Die Bevorzugung einzelner Farbstoffe richtete sich nach der Funktion der Bildgattung und den technischen Erfordernissen des Malgrundes, der aus Holz, Stein, Keramik oder Stuck bestehen konnte.

Malen wie ein Ägypter

Buntfarbigkeit gab es im Kunstschaffen Ägyptens und des alten Orients seit langer Zeit. Im 7. Jh. v. Chr. wurden die dort gebräuchlichen

Farbstoffe durch die Intensivierung des Mittelmeerhandels in die griechische Malerei übernommen. Die Palette beschränkte sich nicht auf Schwarz, Weiß, Rot und Gelb, sondern Blau und Grün kamen gleichwertig vor. Das beschränkte Kolorit der ‚Vierfarbmalerie‘ bildete eine besondere Ästhetik aus.

Gebrochene Töne und Polychromie

Gegen Ende des 5. Jhs. v. Chr. erweitert sich die Funktion der Farbe mit dem Aufkommen der Licht-Schattenmalerei. Im Gegensatz zur archaischen Farbgebung in ungebrochenen Tönen werden einzelne Pigmente nun auch gemischt oder durch Schwarz oder Weiß abgetönt oder aufgehellt. Neue Möglichkeiten ergeben sich dadurch: abgestufte oder kontrastierende Hell-Dunkelwerte zur plastischen Modellierung der Bildgegenstände, Körper- und Schlagschatten zur Verdeutlichung des Volumens im nunmehr scheinbar dreidimensionalen Raum, Reflex- oder Glanzlichter zur Beschreibung der Lichtführung von außen. Die differenziertere Anwendung eines erweiterten Kolorits erhöht den Realitätsgehalt der stets nach besonderer Naturnähe strebenden antiken Malerei.

Seit Mitte des 7. Jhs. v. Chr. sind viele Keramikgattungen Griechenlands und der Kolonien um Polychromie bestrebt – ein bedeutender Entwicklungsschritt auch für die bereits bestehende große Malerei.

Den Abschluss der Reihe bildete der Vortrag zum Thema **Farbe in der Restaurierung** von **Prof. Dr. Erwin Emmerling, TU München**, über den bis Redaktionsschluss leider noch keine weiteren Informationen vorlagen.



SCHWITTERS-ARCHIV,
STADTBIBLIOTHEK HANNOVER

Ein Dada-rotes Signet von Kurt Schwitters (1919): „Rot liebe ich Anna Blume, rot liebe ich dir!“