





Das Spektralphotometer im stationären Einsatz (Foto: BLfD, Zentrallabor)

### Möglichkeiten der Objektivierbarkeit – Messmethoden

Licht als elektromagnetische Strahlung im für das menschliche Auge wahrnehmbaren Wellenlängenbereich von ca. 380 bis 780 nm wird erst durch die „Filterung“ durch die Fotorezeptoren der Netzhaut des Auges und der weiteren Verarbeitung der Nervenimpulse im Gehirn zu „Farbe“ und damit zum benennbaren Sinnesindruck. Hieraus können schon die ersten Probleme entstehen: Individuelle Unterschiede in der Wahrnehmung, also der Verarbeitung der Nervenimpulse, mögen bei der Ansprache eines objektiv identischen Farbtons zu individuell verschiedenen Ergebnissen führen (z. B. sind manche Mischfarben wie Türkis für den einen noch „blau“, für den anderen aber schon „grün“): Farbe liegt im Auge des Betrachters, sie ist somit etwas Relatives. Es verwundert daher nicht, dass Methoden zur Objektivierbarkeit von Farbe entwickelt wurden, die schon längst ihren Weg aus dem industriellen Anwendungsbereich (Stichwort „Qua-

litätskontrolle“) in den Kanon der restauratorischen Untersuchungsmethoden gefunden haben.

Man unterscheidet Farbmessgeräte, die entweder nach dem sogenannten Dreibereichsverfahren oder nach dem spektralphotometrischen Verfahren arbeiten. Erstere Methode ist der Funktionsweise des menschlichen Auges angelehnt: Drei Sensoren, welche das von einem Gegenstand reflektierte Licht entsprechend der Sehzapfen des Auges in „Rot“, „Grün“ und „Blau“ filtern, erlauben die direkte Ermittlung der zugehörigen sogenannten Normfarbwerte X, Y und Z. Das Farbmessgerät des Zentrallabors arbeitet jedoch nach dem zweiten Prinzip, es handelt sich um ein Spektralphotometer. Bei diesem Verfahren erlaubt ein Mehrfachsensoren die „Zerlegung“ des einfallenden Lichts in einzelne Wellenlängen: Eine Spektralkurve kann dargestellt werden. Auf der Grundlage dieses vom Gegenstand emittierten Spektrums werden dann im nächsten Schritt die Normfarbwerte X, Y und Z berechnet. Bei den beiden Verfahren handelt es sich also um verschiedene Betrachtungs-

weisen, die zum selben Ergebnis führen – allerdings ist das Dreibereichsverfahren nicht geeignet, das Lichtspektrum in seiner Wellenlängenzusammensetzung darzustellen.

### Möglichkeiten der Objektivierbarkeit – Darstellungsmethoden

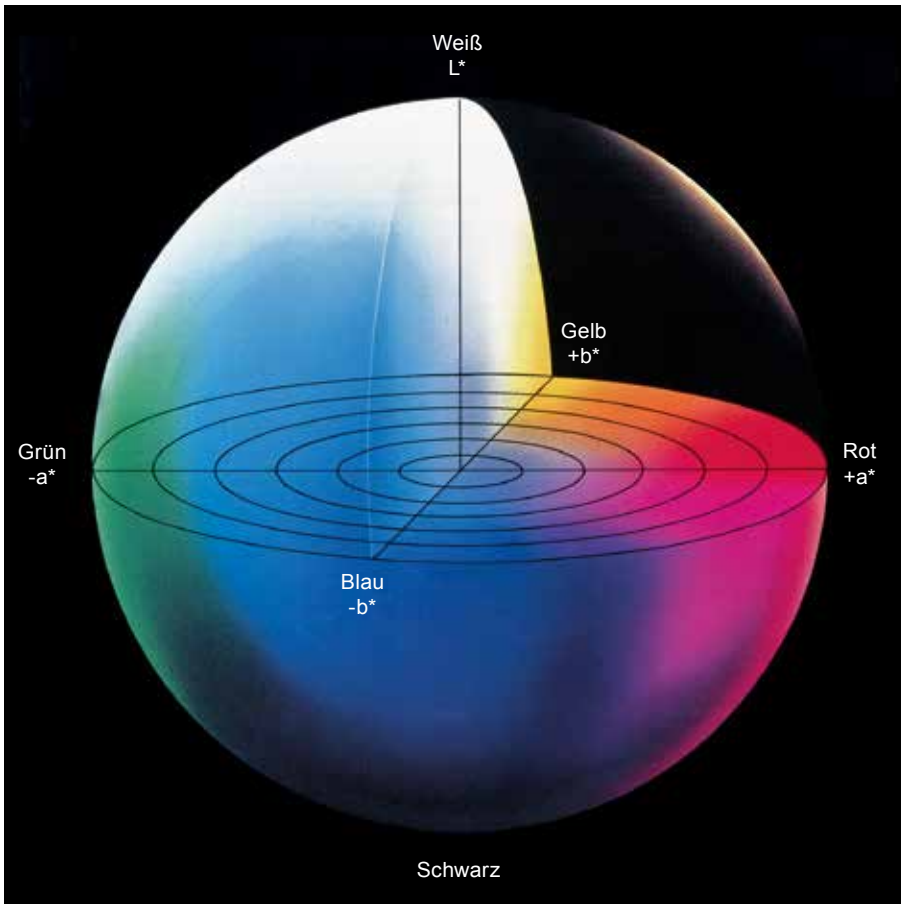
Die Keim'sche Farbkarte von 1928, auf deren Grundlage z. B. das Farbkonzept von Bruno Taut für die Onkel-Tom-Siedlung in Berlin (1926–31) umgesetzt wurde, ist einem Musterbuch vergleichbar, in welchem bestimmte Farbtöne mit Nummern codiert sind. In die gleiche, rein anwendungsorientierte Richtung geht das System von normierten Farben des RAL (Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen). Gemeinsam ist diesen Systemen, dass die ihnen innewohnende Normierung weder mit den physikalisch-optischen Eigenschaften des Gegenstandes (z. B. dem Emissionsspektrum einer rot erscheinenden Anstrichfarbe) noch mit der menschlichen Wahrnehmung dieses Gegenstandes in Verbindung steht



Blau, Grün oder Türkis?  $L^*=70,7 / a^*=-33,2 / b^*=-13,8$

– schließlich handelt es sich um die bloße Zuordnung einer Nummer zu einem bestimmten Farbton. Genau an diesem Punkt setzt die heute übliche, im Zusammenhang mit der Farbmessung stehende Farbmessung an: Farbmessungssysteme versuchen, den von einem Gegenstand ausgehenden Farbreiz in Bewertungsgrößen zu übersetzen, die dem menschlichen Farbempfinden möglichst nahe kommen.





Vereinfachte Darstellung des CIE-L\*a\*b\*-Farbraums (Grafik: Konica Minolta)

Grundlage für die Darstellung von Farben in den unterschiedlichen Farbmetriksystemen sind immer die Normfarbwerte X, Y und Z (vereinfacht gesagt: der Rot-, Grün- und Blau-Gehalt einer Farbe). Die Farbsysteme unterscheiden sich darin, auf welche Weise diese Normfarbwerte in die Farbkoordinaten des jeweiligen Systems umgerechnet werden. Da neben dem Spektralbereich, in dem ein Gegenstand reflektiert, natürlich auch die spektrale Zusammensetzung des beleuchtenden Lichts für das Aussehen des Gegenstandes bestimmend ist, spielen bei der Errechnung der Normfarbwerte verschiedene Parameter eine Rolle, weshalb dieser Vorgang einigermaßen kompliziert ist. Die heute gängigen Spektralphotometer erledigen die Bestimmung von X, Y und Z jedoch zum Glück automatisch.

Das heute gebräuchlichste Farbsystem ist der CIE-L\*a\*b\*-Farbraum (entwickelt von der Internationalen Beleuchtungskommission CIE – Commission Internationale de l'Éclairage). Der Begriff

„Farbraum“ zeigt bereits, dass es sich hierbei um ein dreidimensionales Koordinatensystem handeln muss. In diesem System existiert eine Achse L\* für die

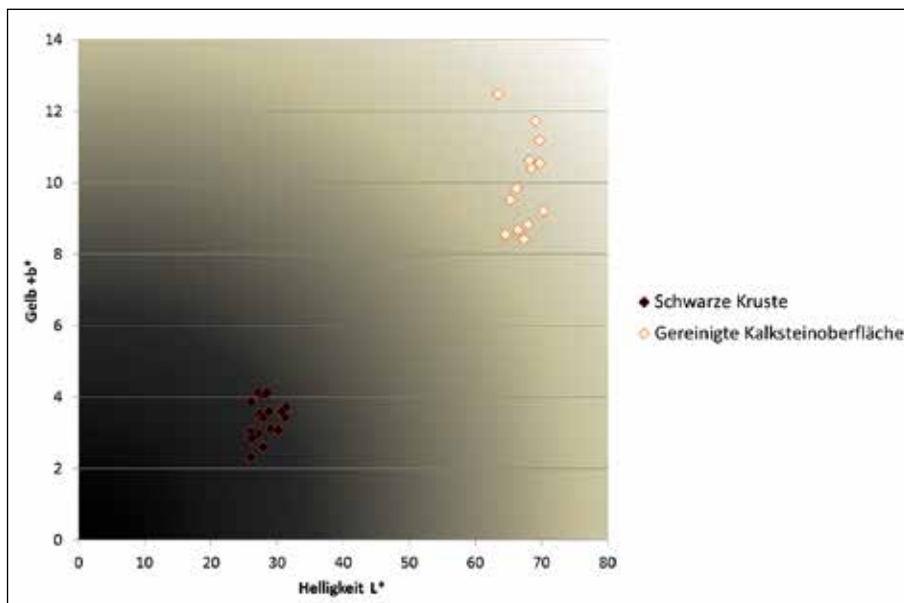
Helligkeit, eine Achse a\* für den Rot- und Grünanteil (+a\* bzw. -a\*) sowie eine Achse b\* für den Gelb- und Blauanteil (+b\* bzw. -b\*) einer Farbe. Der untersuchte Türkis-Farbtone liegt mit einem a\*-Wert von -33 und einem b\*-Wert von -14 also im grün-blauen Bereich, der L\*-Wert von ca. 71 verweist auf einen verhältnismäßig hellen Farbtone. Das folgende Anwendungsbeispiel aus der Praxis des Zentrallabors soll die Möglichkeiten, die dieses System für die Beobachtung und Darstellung von Farbveränderungen bietet, verdeutlichen.

### Farbmessungen am Erweiterungsbau des Bayerischen Nationalmuseums

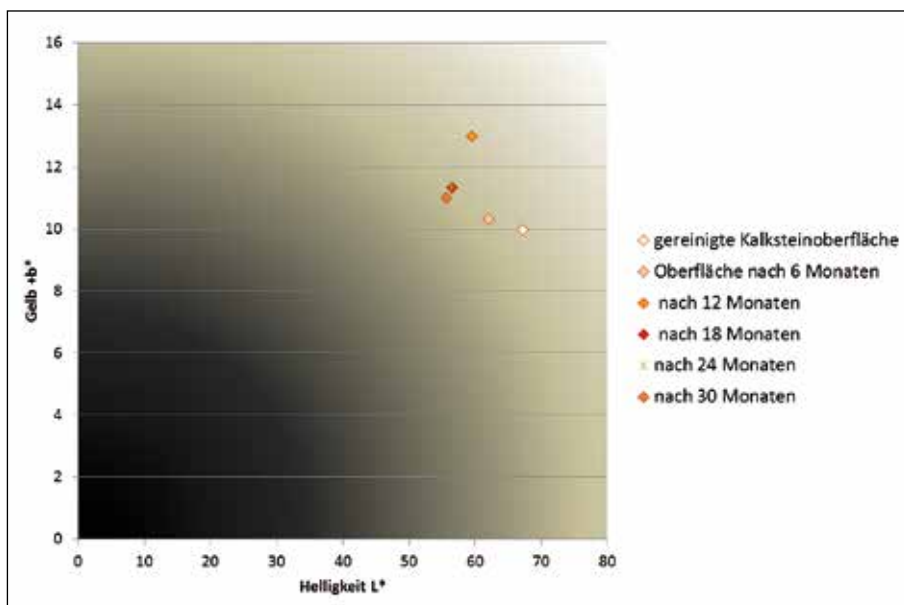
Aufgrund ihrer mobilen Einsetzbarkeit sowie der einfach durchzuführenden und zügigen Messungen ist die Farbmessung in besonderem Maße dazu geeignet, beispielsweise Veränderungen an Gebäudefassaden (und sonstigen Gegenständen, die dem Einfluss der Atmosphäre ausgesetzt sind) zu erfassen. Deshalb ist sie eine der Untersuchungsmethoden, die im Rahmen des durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt geförderten Forschungsprojektes „Traffic risk“ zur Erfassung der Auswirkungen verkehrsbedingter Emissionen auf Baudenkmäler ausgewählt wurde. Auch bei nur oberflächlicher Betrachtung der Abbildung fällt sofort der dichte Straßenverkehr um den Erweiterungsbau herum auf.



Frisches Reinigungsmuster innerhalb der schwarzen Schmutzkruste an der zur Oettingenstraße gelegenen Fassade des Neuen Studiengebäudes, 2014 (Foto: BLfD, Zentrallabor)



Zweidimensionale Darstellung der Farbmesswerte vom Neuen Studiengebäude vor und nach der Oberflächenreinigung, reduziert auf Helligkeit und Gelbwert. (Grafik: BLfD, Zentrallabor)



Mittelwerte der im Turnus von sechs Monaten stattfindenden Nachmessungen. Erkennbar (und auch vorhersehbar) ist eine Abnahme der Helligkeit L\* und eine – deutlich geringere – Zunahme des Gelbwertes. (Grafik: BLfD, Zentrallabor)

Infolge dessen überrascht auch nicht der heftige optische Kontrast, der zwischen den Oberflächen der Schmutzkrusten auf der Fassade und der frisch gereinigten Kalksteinoberfläche entsteht. Auf der Grundlage der unmittelbar vor und nach der Reinigung durchgeführten Farbmessungen lässt sich die subjektive visuelle Wahrnehmung folgendermaßen quantifizieren. Der visuelle Eindruck der Farbänderungen wird durch die Messergebnisse bestätigt: Es verändern sich hauptsächlich die Helligkeit (L\*) und in

geringerem Umfang die Gelbwerte (b\*). Da die Veränderungen auf der Rot-Grün-Achse (a\*) nicht ins Gewicht fallen, lässt sich für die obige wie auch die folgende Darstellung des Verlaufs der Wiederverschmutzung der dreidimensionale Farbraum des CIE-L\*a\*b\*-Systems auf ein zweidimensionales Koordinatensystem reduzieren, dessen Achsen von der Helligkeit L\* und dem Gelb-Blau-Verlauf b\* gebildet werden.

Ob auch in Zukunft eine weitere Veränderung der Farbwerte stattfindet oder

ob es bei der seit der Nachmessung nach 18 Monaten zu beobachtenden „Stagnation“ der bis dahin beachtlichen Wiederverschmutzung bleibt, werden die kommenden Nachuntersuchungen zeigen.

Björn Seewald