



Das Taschenspektroskop

Text und Abbildungen: Copyright 2011 bei Alexander Wunsch, www.lichtbiologie.de

Einleitung

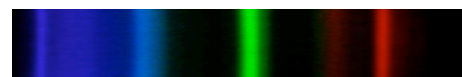
Spektroskope sind optische Instrumente, die das sichtbare Licht in seine Bestandteile zerlegen und dem Auge zugänglich machen. Mit bloßem Auge sind wir nicht in der Lage, die wirkliche Farbzusammensetzung von Licht zu erkennen, da die Netzhaut lediglich drei verschiedene Grundfarben erkennen kann (Rot, Grün und Blau). Auge und Gehirn lassen sich überlisten, weil sie evolutionsbedingt davon ausgehen, dass das wahrgenommene Licht einer thermischen Lichtquelle mit kontinuierlicher Spektralverteilung entstammt. Mittlerweile gibt es aber viele Kunstlichtquellen, die nicht der natürlichen Spektralverteilung folgen, z.B. LED und Entladungslampen. Es gibt also "natürliche" und "synthetische" Kunstlichtquellen. Mit ungeschultem Auge sind die Unterschiede in der Lichtqualität oft kaum zu erkennen. Hier kommt nun das Spektroskop ins Spiel, denn es hilft unserem Auge, seine analytischen Möglichkeiten entscheidend zu erweitern, indem es das Licht deutlich sichtbar in seine tatsächlichen Farbbestandteile zerlegt.



Durchgehender Regenbogen

Anwendung

Aber sehen Sie doch selbst: Nehmen Sie das Spektroskop zur Hand und betrachten Sie seine Form. In das dickere Ende der kurzen Röhre schauen Sie hinein, das dünnere Ende mit dem feinen Schlitz in der spiegelnden Innenfläche wird auf die zu untersuchende Lichtquelle gerichtet. Halten Sie das Spektroskop dicht vor das Auge. Wenn die Lichtquelle eingeschaltet ist, sehen Sie nun das dazugehörige Spektrum, das als Farbband imponiert. Je nach Lichtquelle sehen Sie einen durchgehenden Regenbogen mit allen Farben (von Rot über Orange, Gelb, Gelbgrün, Grün, Türkis, Blau Indigo bis Violett) oder nur Teilbereiche bzw. eine kleine Anzahl scharfer, intensiver Linien. Sind Sie Brillenträger, probieren Sie aus, ob Sie die Linien mit oder ohne Brille schärfer sehen.



Unterbrochener Regenbogen, Spektrallinien



Absorptionslinien, Fraunhoferlinien

Die Sonne, Blaupause für natürliches Licht

Das ursprünglichste Licht ist das Sonnenlicht. Es handelt sich um thermisches, also warmes Licht, eine Eigenschaft, die allen Lichtquellen mit natürlicher Strahlungscharakteristik zukommt. Während das Licht, das der glühende Faden einer Glühlampe abstrahlt, auch bei genauester Betrachtung einen kontinuierlichen Spektralverlauf aufweist, finden sich im Sonnenlicht Unterbrechungen im Spektralverlauf, die nach ihrem Entdecker, dem genialen Optiker Joseph von Fraunhofer, benannt sind. Wenn Sie also Sonnenlicht mit dem Spektroskop analysieren, können Sie einige dunklere Linien in manchen Bereichen des Regenbogenspektrums erkennen, es handelt sich dabei um die Fraunhofer-Linien. Sehen Sie niemals mit bloßem Auge direkt in die Sonne, da dies zu Netzhautschäden führen kann. Die Fraunhofer-Linien kann man auch im Tageslicht finden, das Spektroskop muss also nicht direkt auf die Sonne gerichtet werden.

„Natürliches Kunstlicht“

Alle thermischen Kunstlichtquellen zeigen einen natürlichen Spektralverlauf, der in seiner Zusammensetzung von der Glühtemperatur abhängt. Daher kann man verkürzt alle Kunstlichtquellen, die dieser temperaturabhängigen, natürlichen Spektralverteilung folgen, als *natürliches Kunstlicht* bezeichnen. Natürliche Kunstlichtquellen sind z.B. Fackel, Kerze, Petroleumlampen, Gaslampen, Lampen mit Glühstrumpf, Kohlebogenlampen sowie alle Arten von Glühlampen. Glühlampen gibt es als Kohlefadenlampen, Metallfadenlampen, Wolfram-Glühfadenlampen und Halogen-Glühlampen. Kohlefadenlampen sind praktisch nicht mehr erhältlich, Metallfadenlampen werden nur noch zu dekorativen Zwecken eingesetzt, die Allgebrauchsglühlampe wird derzeit schrittweise vom Markt genommen, also bleiben in absehbarer Zukunft nur noch die Halogenglühlampen für all diejenigen übrig, die ihr Umfeld weiter mit thermischen Lichtquellen beleuchten möchten. Halogenglühlampen gibt es wiederum in verschiedenen Ausführungen: Hochvolt- und Niedervolt-Halogenglühlampen, jeweils mit oder ohne Reflektor sowie jeweils mit oder ohne Wärmerückgewinnung. Da alle Glühlampen einen kontinuierlichen Spektralverlauf aufweisen, ist es selbst mit dem Spektroskop schwierig, deutliche Unterschiede im Spektrum zu erkennen. Außerdem ist unser Auge zu einem automatischen Weißabgleich fähig, wie er auch von Digitalkameras bekannt ist. Daher beobachten wir bei allen thermischen Lichtquellen eine hervorragende Farbwiedergabe (der Farbwiedergabeindex (CRI) von Glühlampen liegt bei 100). Die Fähigkeit des Auges, sich an verschiedene Bedingungen anzupassen, ist aber auch der Grund, warum das Auge Helligkeitsunterschiede zwischen den einzelnen Farbabschnitten im Spektroskop auszugleichen versucht. (*Anmerkung:* Ein Spektroskop eignet sich also hauptsächlich zur *qualitativen* Beurteilung einer Spektralverteilung und weniger zu einer *quantitativen*, intensitätsbezogenen Betrachtung eines Spektrums. Große Unterschiede in der Spektralverteilung von Halogenglühlampen finden sich jedoch im Nah-Infrarotbereich (NIR), der definitionsgemäß für das menschliche Auge auch durch ein Spektroskop betrachtet NICHT sichtbar wird. Um also Unterschiede in den unsichtbaren Spektralbereichen des Ultraviolett (UV) oder Infrarot (IR) wie auch den Intensitäten einzelner Spektralbereiche feststellen zu können, benötigt man ein präziseres Messgerät, das nicht mehr (wie das Spektroskop) auf die "Mitarbeit" des menschlichen Auges angewiesen ist, ein sogenanntes *Spektrometer*.)

„Synthetisches Kunstlicht“

Genau umgekehrt wie beim Sonnenlicht zeigt sich hingegen der Spektralverlauf einer Entladungslampe: Anstatt der kontinuierlichen farbigen Abschnitte des Spektrums finden sich ausgedehnte dunkle Bereiche. Genau an den Stellen, an denen im Sonnenlicht schwarze Fraunhoferlinien vorkommen, erkennt man bei einer Entladungslampe schmale und breitere intensive Spektrallinien. Aber sehen Sie selbst: Vergleichen Sie das Spektrum einer Energiesparlampe mit dem Tageslichtspektrum und machen Sie sich mit den Unterschieden vertraut. Dunkle Streifen, die entlang des Regenbogenspektrums auftreten können, rühren zumeist von Verunreinigungen des Eintrittsspalts her, z.B. von Staubkörnern. Unterbrechungen im Spektrum, die alle dargestellten Farben betreffen, sind also Artefakte und können ignoriert werden, da nur Emissionslinien (farbig) oder Absorptionslinien bzw. Absorptionsbereiche (schwarz) für die Beurteilung eines Spektrums wichtig sind.

Reinigung und Pflege

Behandeln Sie Ihr Spektroskop mit Sorgfalt und schützen Sie es vor Verunreinigungen, ganz wie es einem optischen Präzisionsinstrument gebührt. Verwenden Sie für Transport und Aufbewahrung immer das mitgelieferte Schutzetui und verwenden Sie zur Reinigung keine scharfen oder abrasiven Substanzen. Tragen Sie Sorge, dass das Instrument nicht mit Feuchtigkeit oder Nässe in Kontakt kommt und verwenden Sie, wenn nötig, zur Reinigung ein sauberes Brillenputztuch. Linien parallel zum Farbverlauf haben nichts mit der Spektralverteilung der Lichtquelle zu tun, sondern sind meist auf Staub oder Schmutzpartikel am Eintrittsspalt für das Licht (auf der dünnen Seite des Spektroskops) zurückzuführen und können z.B. mit Druckluft entfernt werden.



Linien parallel zum Farbverlauf z.B. durch Staubkörnern