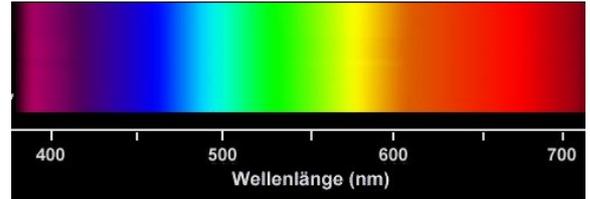


1. Licht, Farben und Spektren

Licht ist für den Menschen sichtbare elektromagnetische Strahlung. Die Wellenlänge der Strahlung ist maßgebend für die Farbe. Der für den Menschen sichtbare Bereich liegt zwischen ca. 400 nm und 700 nm, wobei $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ist. Kürzere Wellenlängen verursachen blaues, längere rotes Licht. Hier einige Werte:

Rot: 700 nm , Gelb: 590 nm, Grün: 540 nm, Cyan: 510 nm, Blau: 470 nm.

Das weiß-gelbe Sonnenlicht sowie das Licht einer Glühlampe setzt sich aus allen Farben zusammen, daher sehen wir auch alle von diesem Licht angestrahlten Objekte in Farbe. Zerlegt man dieses Licht z. B. durch ein Prisma in seine Farben, dann entsteht das Spektrum des Lichtes. Sind alle Farben im Spektrum vorhanden, wie z. B. beim Sonnenlicht, dann bezeichnet man das als kontinuierliches Spektrum. Sind nur einzelne Farben in Form von Linien vorhanden, dann handelt es sich um ein Linienspektrum. Laserpointer erzeugen z. B. ein Linienspektrum, häufig in Rot (650nm) oder in Grün (532 nm). Enthält das Licht alle Farben mit gleichem Anteil, dann erscheint es weiß.

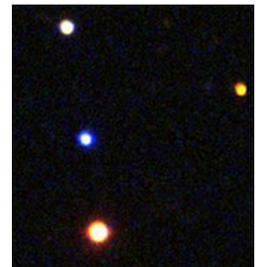


2. Farben von Sternen

Sterne liefern wie die Sonne ein kontinuierliches Spektrum, daher sehen wir die Sterne nicht in reiner Farbe, sondern entweder

- weiß und farblos (bei gleichmäßigen Farbanteilen) oder
- weißgelb orange-rot umsäumt (bei stärkeren Rotanteilen) oder
- weiß blau umsäumt (bei stärkeren Blauanteilen)

Die Rot- und Blauanteile entstehen durch die Temperatur der Oberfläche des Sterns. Bei kühleren Temperaturen (ca. 3000°C) überwiegen die Rot-, bei höheren Temperaturen (ca. $10\,000^{\circ}\text{C}$) die Blauanteile.



3. Farben von Emissionsnebeln

Emissionsnebel strahlen aufgrund der immer gleichen Energiedifferenz beim Übergang der Elektronen auf ihren Schalen in einzelnen Farben, wodurch ein Linienspektrum entsteht. Die rote Linie der H-alpha Wasserstoffstrahlung und die grün-türkise der Sauerstoffstrahlung kommen dabei sehr häufig vor.



Deutlich ist insbesondere die rote Farbe auf der Aufnahme des Orionnebelns zu erkennen. Leider können wir diese Farbe nur bei lang belichteten Aufnahmen wahrnehmen, visuell ist auch bei den größten Teleskopen von der roten Farbe nichts zu erkennen, da unser Auge in diesem Bereich besonders unempfindlich ist. Für die 500 nm Farbe sind wir empfindlicher und daher kann diese Farbe bei entsprechenden Objekten wahrgenommen werden, wenn sie besonders hell erscheinen und ein entsprechendes Teleskop vorhanden ist. Ein weiterer Grund für die nur in besonderen Fällen wahrnehmbare Farben im visuellen Bereich ist die geringe Dichte und daher geringe Intensität dieser Emissionsnebel.

4. Farbwiedergabe bei Astroaufnahmen

Die Farben gleicher Objekte werden recht häufig bewusst unterschiedlich wiedergegeben. Grundsätzlich muss man an dieser Stelle zwischen L, R, G, B – Aufnahmen mit normalen Farbfiltern und Schmalbandfilter – Aufnahmen mit Schmalbandfiltern unterscheiden.

L, R, G, B - Aufnahmen

Das Objekt wird ohne (L) und mit einem Rot (R)-, Grün (G)- und Blau(B)-Filter aufgenommen. Diese Einzelbilder werden dann so zu einem Farbbild kombiniert, dass ein möglichst farbgetreues Bild vom Objekt entsteht. Das H-alpha Licht von HII Regionen von Emissionsnebeln wird dann rot wiedergegeben. Handelsübliche Digitalkameras arbeiten nach dem gleichen Prinzip, hier werden jedoch die verschiedenen Farben gleichzeitig durch entsprechende Pixel mit Filtern aufgenommen.

Schmalbandfilteraufnahmen

Als Filter werden nur Schmalbandfilter verwendet, mit denen nur eine bestimmte Wellenlänge erfasst wird. Sinnvollerweise werden Wellenlängen gewählt, die den Wellenlängen der Emissionsnebel entsprechen. Typische Werte: H-alpha(656 nm) für HII-Regionen (ionisierter Wasserstoff, Balmer Linie), OIII (doppelt ionisierter Sauerstoff, 501nm), SII (ionisierter Schwefel, 672 nm), H-beta (ionisierter Wasserstoff, 486 nm).

Bei Schmalbandfilteraufnahmen werden häufig der SII-Filter (tiefes Rot), der H-alpha-Filter (Rot) und der OIII-Filter (Grün) eingesetzt. Diese Farben passen nun aber nicht mehr zu R, G und B, da im roten Bereich 2 Aufnahmen vorhanden sind und im blauen keine. Man trifft dann in etwa folgende Zuordnung: SII > Rot, H-alpha > grün, OIII > blau. Diese Bilder werden dann auch als Falschfarbenbilder bezeichnet, da die dargestellten Farben nicht mehr den natürlichen entsprechen.

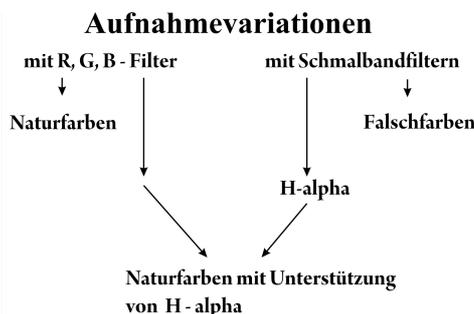
Nebelaufnahmen vom Hubble Teleskop

Die meisten Aufnahmen von Emissionsnebel und planetarischen Nebeln vom Hubble Teleskop werden auch mit Schmalbandfiltern aufgenommen. Das Space Telescope Institute, das die Bilder aufbereitet, nimmt eine ähnliche Farbzuordnung vor wie oben beschrieben. Dazu macht es folgende Aussagen:

- Da man visuell ohnehin keine Farben z. B. bei Nebeln erkennen kann, ist die Zuordnung egal.
- Wir versuchen durch Farben und die Bildbearbeitung möglichst viel Details kontrastreich darzustellen.
- Die Bilder sollen außerdem ästhetisch ansprechend wirken und werden daher auch unter künstlerischen Aspekten gestaltet.

Kombination von L, R, G, B- und Schmalbandfilteraufnahmen

Möchte man die Objekte in ihren natürlichen Farben wiedergeben und dennoch die Bildqualität durch Schmalbandfilteraufnahmen steigern, dann gibt es die Möglichkeit, dieses zu kombinieren. Häufig wird dann eine H-alpha Aufnahme mit einem L,R,G,B Bild des gleichen Objektes zusammengefasst. Die Übersicht unten zeigt den Pferdekopfnebel in allen 3 möglichen Variationen.



Die Aufnahmen mit Schmalband- und wirken schärfer. In Hubble Farbzuordnung die roten H-Alpha Hubble Team durch noch etwas verändert. Der OIII – Aufnahme sehr gering, sodass die nicht zu sehen ist. Die rosa. Inzwischen werden alle Amateurastrafotografen



filtern zeigen mehr Details Farben erscheinen durch die Gebiete grün-gelb, wobei das Bildbearbeitung diesen Ton Anteil ist bei dieser Farbe blau beim Hubble Bild blauumsäumten Sterne sind Variationen auch von vielen angewendet.