

Kinder-Universität Winterthur

Prof. Christophe Huber

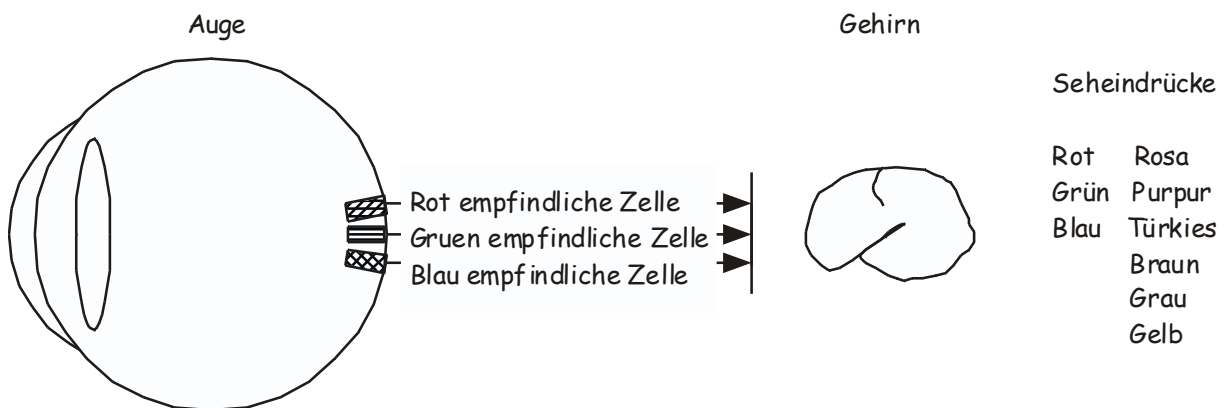
huber.christophe@gmail.com

1. Warum sehen wir Erdbeeren?

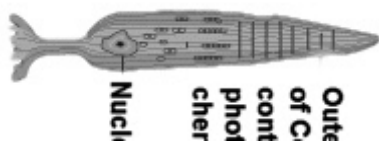
1.1. Licht, Farbe und das menschliche Auge

Farbe ist ein Aspekt von Licht. Das menschliche Auge kann verschiedene **Lichtarten als** farbig sehen und so diese Lichtarten voneinander unterscheiden.

Das Farbsehen beginnt im Auge: verschiedene Lichtarten werden durch verschiedene Sehzellen in der Netzhaut des Auges unterschiedlich wahrgenommen. Es gibt drei verschiedene Arten von Sehzellen, die „Rot empfindliche Zellen“, „Grün empfindliche Zellen“ und „Blau empfindliche Zellen“ genannt werden (siehe Abb. unten). Sie heißen Zapfen, weil sie eine Zapfenform haben (ähnlich einem Tannenzapfen). Diese Sehzellen senden Signale zum Gehirn. Dort werden die Signale der verschiedenen Sehzellen verglichen. Der Vergleich dieser Signale erlaubt es dem Gehirn, die Sehempfindungen farbig zu gestalten, also eine Farbe zu empfinden:



Entstehen der Farbempfindung im Gehirn



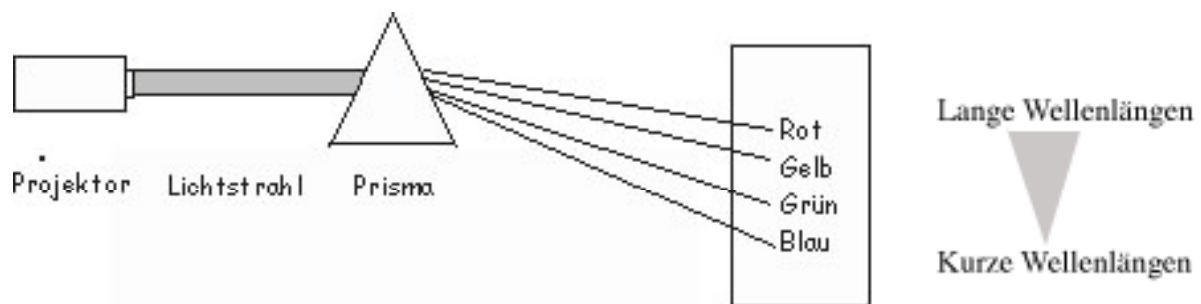
Lichtempfindliche Sehzelle in der Netzhaut = Zapfen (Länge: ca. 10 Mikron)

Das menschliche Auge sieht Farben nur bei Tageslicht, nicht aber in der Nacht oder bei Mondlicht. Die Fähigkeit der Farbempfindung ist eine Eigenschaft des Gehirns. Wenn nur wenig Licht vorhanden ist, verschwinden die Farben, weil das Auge die verschiedenen Lichtarten nicht mehr unterscheiden kann. Deshalb erscheint im Mondlicht alles grau. In der Nacht ist nur eine Art von Sehzellen aktiv, die Stäbchen. Wenn nur eine Art von Sehzellen aktiv ist, dann können keine Farben unterschieden werden.

1.2. Licht, Farbe und ein Prisma

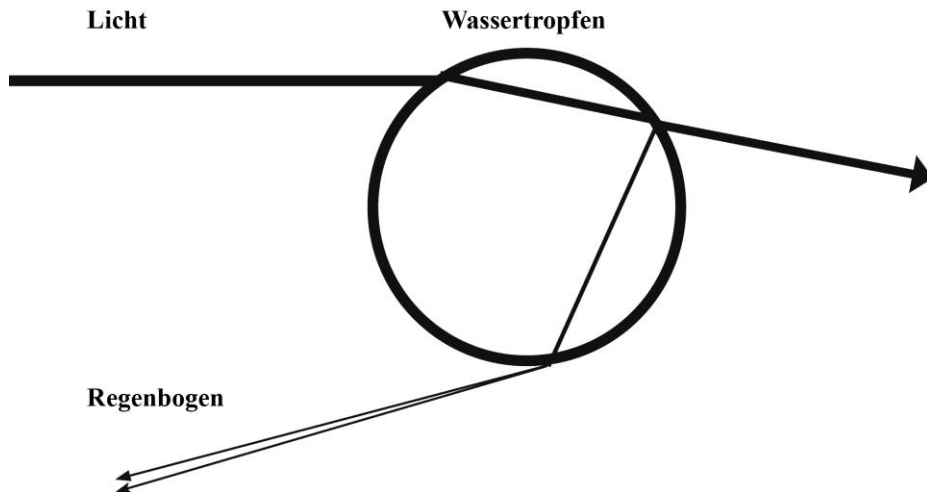
Mit einem Prisma (dreieckförmiger, lichtdurchlässiger Behälter) kann man bei Tageslicht aus scheinbar „farblosem“ Licht Farben erzeugen. Ein Prisma lenkt verschiedene Lichtarten verschieden stark ab.

Demonstration 1: Prismatische Aufteilung von weißem Licht in Farben

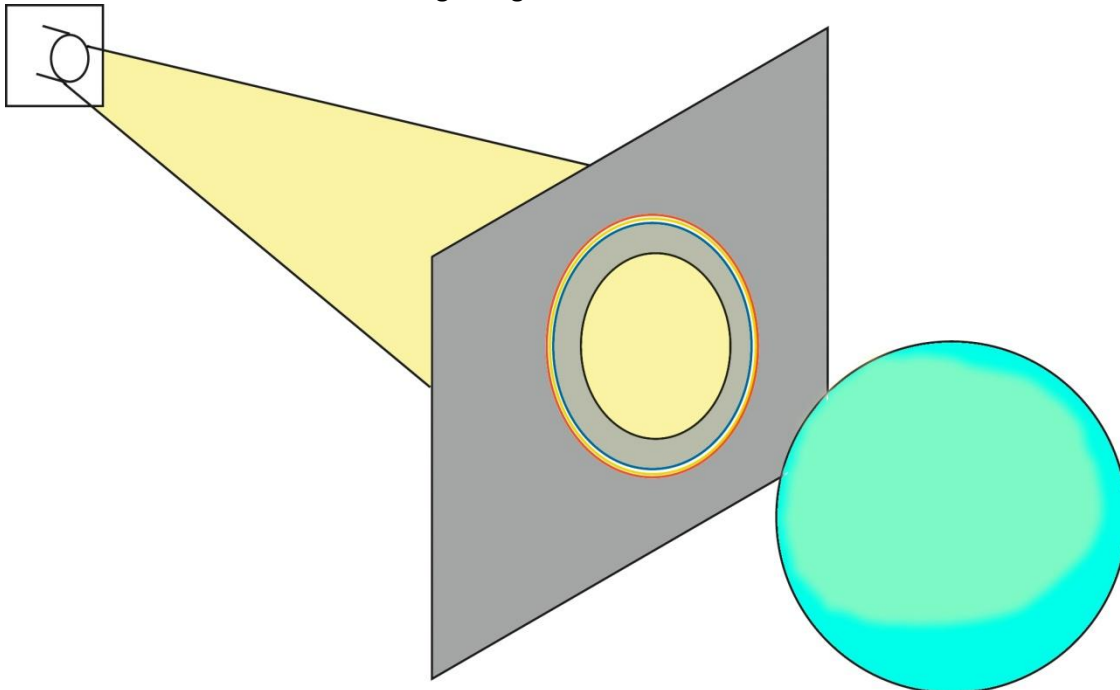


Durch eine ähnliche prismatische Aufteilung entstehen auch die Farben des Regenbogens. Einen Regenbogen könnt ihr beobachten, wenn bei Regen gleichzeitig die Sonne scheint: Das Sonnenlicht wird in Wassertropfen wie in einem Prisma in verschiedene Lichtarten aufgeteilt. Es gibt viele verschiedene Wellenlängen aber nur eine kleine Zahl verschiedener Farben.

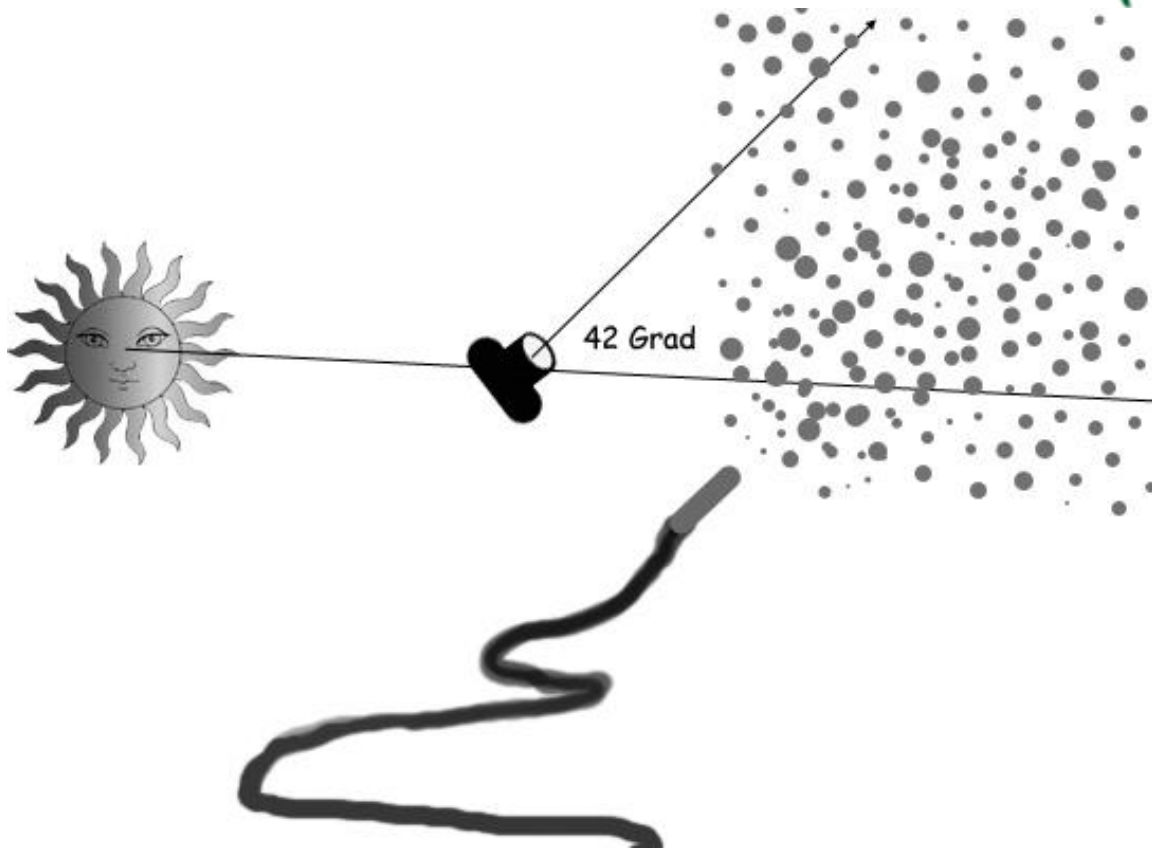
Brechung in Wassertropfen:



Demonstration 2: Regenbogen in einer Glaskugel. Vom Licht, das eine Wasserkugel trifft, geht ein Anteil rückwärts und bildet einen Regenbogen



An sonnigen Tagen kann ein Regenbogen mit dem Gartenschlauch erzeugt werden



1.3. *Wie viele Farben gibt es? Unterschied Farbarten und Farbtöne*

Die Anzahl der Farbarten, die unser Gehirn wahrnehmen kann, ist beschränkt. Grundsätzlich unterscheiden wir folgende vier Grundfarbarten: **Rot – Grün - Gelb** und **Blau**. Diese Farben sind auch diejenigen Farben, welche einen Eigennamen tragen. Dazu gibt es für jede Farbart verschiedenste Farbtöne und Mischfarben

1.3.1. Mischfarben

Beispiel Orange: Wird die Wahrnehmung „Farbe Rot“ gleichzeitig mit der Wahrnehmung „Farbe Gelb“ empfunden, so entsteht eine Mischfarbe, die etwas von der Empfindung „Rot“ und etwas von der Empfindung „Gelb“ aufweist, nämlich die Farbe **Orange**. Die Farbe **Orange** ist eine Empfindung, die gleichzeitig etwas von der Empfindung Rot und von der Empfindung gelb aufweist.

Beispiel Türkis: Die Farbe Türkis besteht aus einem Teil Farbempfindung „Blau“ und einem Teil Farbempfindung „Grün“.

Farbempfindungen lassen sich kombinieren, so addieren sich z.B. Rot und Grün zur Farbempfindung Gelb, Blau und Rot addieren sich zur Farbempfindung Violett oder Purpur.

Die Mischfarben tragen den Namen von Gegenständen, welche diese Farbempfindung auslösen:

Orange = Name einer Frucht (Arabisch Naranjah)

Türkis = Name eines Halbedelsteines aus der Türkei

Violett = Name einer Blume (Latein Viola)

1.3.2. Unmögliche Mischfarben

Die Farbe „Rot-Grün“ und die Farbe „Blau-Gelb“ gibt es nicht. Ein Gegenstand kann nicht gleichzeitig Rot und Grün sein, da sich diese Farb-Empfindungen im Gehirn gegenseitig ausschließen, dasselbe gilt für die Farbe „Blau-Gelb“.

Auf einer Farbkarte kann die Farbe einer additiven (= zusammengesetzten?) Mischfarbe vorausgesagt werden: Die Mischfarbe liegt auf der Verbindungslinie zwischen den zwei Farbanteilen.

Frage: kann man Weiß aus farbigen Lichtern erzeugen ?

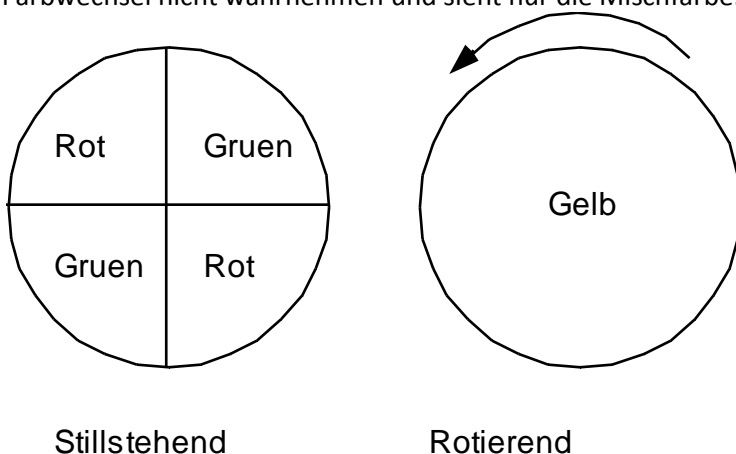
Frage: Wie hoch ist die Gesamtzahl verschiedener Farbempfindungen ?

Zählt man alle Farbeindrücke (= Farbarten und Helligkeiten), die das Auge unterscheiden kann, so ergibt sich eine große Zahl. Würde man auf der Autobahn von Bern nach Zürich alle 10 cm einen anderen Farbkleck malen, so könnten wir alle diese Farbeindrücke voneinander unterscheiden .

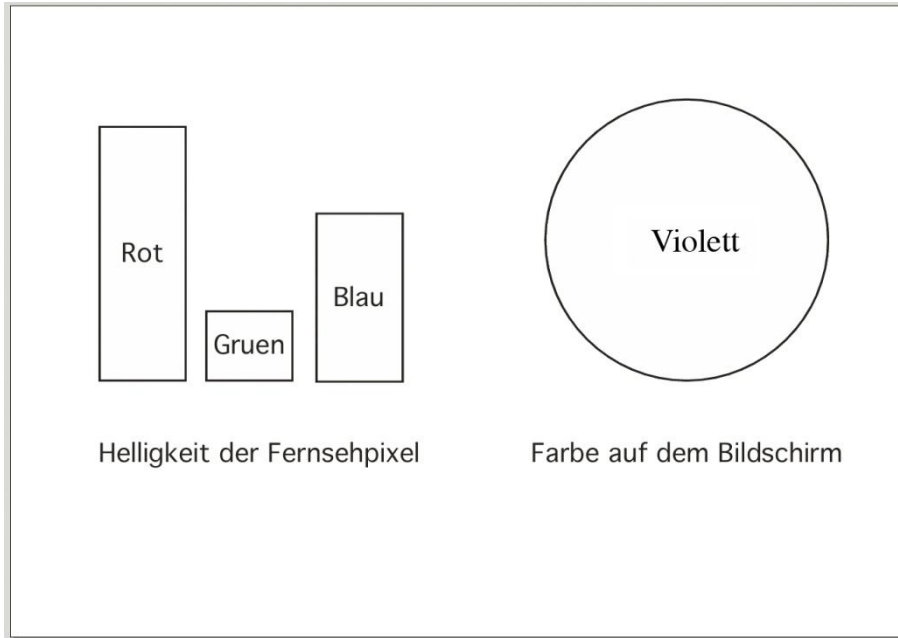
Wie viele Farben gibt es ?

Die additive Farbmischung: Licht + Licht ergibt helleres Licht und eine Mischfarbe

Demonstration 3: Additive Farbmischung mit einer rotierende Scheibe. Das Auge kann den raschen Farbwechsel nicht wahrnehmen und sieht nur die Mischfarbe.

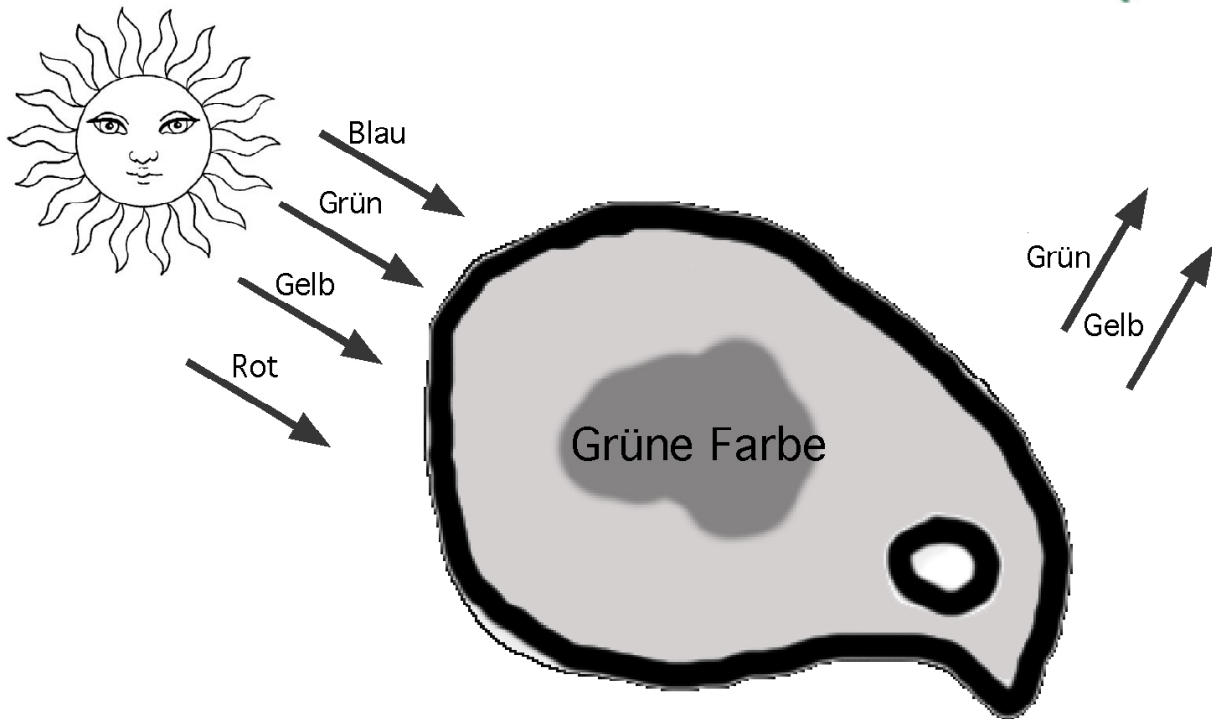


Demonstration 4: Farben erzeugen auf dem Fernseher. Die einzelnen Farbpixel sind so nahe aneinander, dass Sie nicht getrennt wahrgenommen werden. Das Auge sieht die Mischfarbe. Mac Programm erhältlich bei: huber.christophe@gmail.com



1.3.3. Farbmischung mit Farbpigmenten (Ölfarben, Farbstifte, Wasserfarben)

Farbpigmente (Farbstoffe) schlucken (= „absorbieren“) Licht und strahlen nur einen Teil des weissen Lichtes zurück. Je mehr Pigmente eine Farbe z.B. in einem Farbstift enthält, desto weniger Licht wird zurückgestrahlt und desto kräftiger wird die Farbe empfunden.



Grüne Farbe schluckt blaue und rote Farbe.

1.3.4. Die Welt aus der Sicht von Menschen mit Farbanomalien

Es gibt Kinder und Erwachsene, die weniger Farben sehen, da sie nur zwei der drei farbigen Sehzellarten besitzen. Diese Menschen haben eine Farbsinnsanomalie (umgangssprachlich: „Farbenblindheit“).

Die Welt besteht für diese Menschen aus nur zwei Hauptfarben, von denen wir keine echte Vorstellung haben.

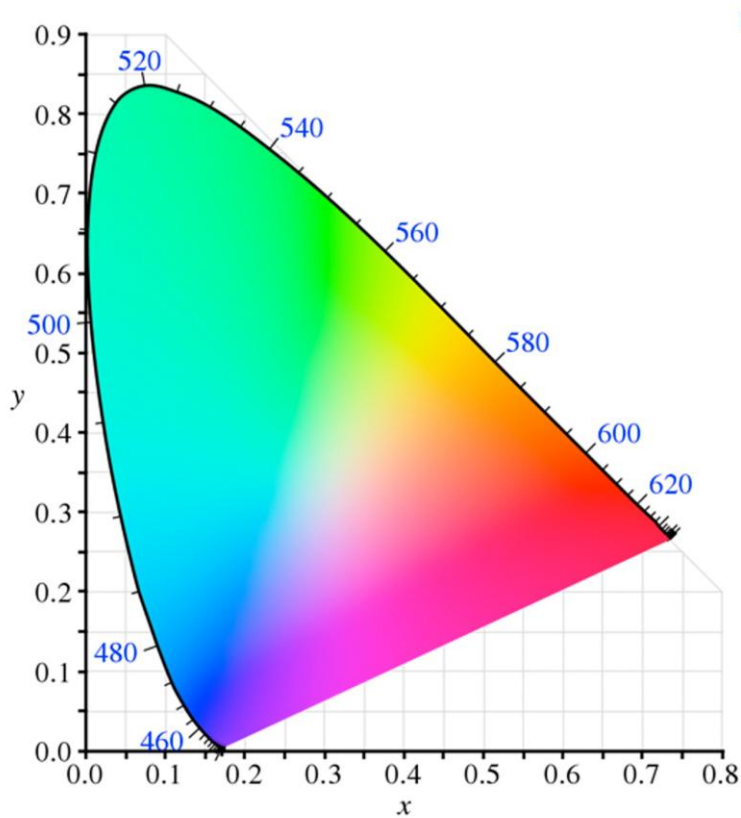
Kindern mit Farbsinnsanomalien wird das Leben oft schwer gemacht, z.B. deshalb, weil sie nicht verstehen, warum die für sie gleich erscheinenden Farben verschiedene Namen tragen. Leider wurden (und werden manchmal noch immer) diese Kinder in der Schule gelegentlich sogar für dumm gehalten. Sie sind es aber überhaupt nicht. Sie lernen meist von alleine, das Problem zu umgehen. Wenn zum Beispiel ein Kind mit einer Farbsinnsanomalie, mit der es die Farbe Grün auch beim Farbstift nicht erkennen kann, Gras zeichnen will, fragt es seinen Banknachbarn in der Schule: „Gibst du mir den grünen Stift?“. Oder Erwachsene lassen sich von Freunden beim Kleiderkaufen helfen.

Trotzdem ist es nicht immer einfach, mit einer Farbsinnsanomalie zu leben. Ein 10jähriger Junge erzählte mir einmal in der Praxis: „Ich habe keine Rehaugen“. Damit meinte er, dass er abends ein rot-braunes Reh vor dem dunkelgrünen Wald nicht sehen kann.

Es gibt nur wenige Berufe, die für Menschen mit Farbsinnsanomalien ungeeignet sind, zum Beispiel Pilot und Zugführer.



Der erster, der seine eigene Farbenblindheit beschrieben hat, war John Dalton (1766-1844). Er war ein so berühmter Chemiker, dass er sicher den Nobelpreis bekommen hätte, wenn dieser Preis damals schon existiert hätte.



CIE Farbkarte