

IM BLICKWINKEL

Rote Sonne, blaue Berge

Wenn wir bei Sonnenauf- oder Sonnenuntergang zum östlichen oder westlichen Horizont blicken, weichen die gewohnten Blautöne des Himmels vor den Rottönen zurück. Betrachten wir entfernte Berge, so erscheinen sie uns hingegen blau. Was ist hierfür die Ursache?

Das Himmelsblau entsteht bekanntlich durch die Streuung von weißem Sonnenlicht an den Dichteschwankungen der Luftmoleküle. Den Durchbruch zur korrekten physikalischen Erklärung gelang Lord Rayleigh im Jahre 1871. Demnach wird der kurzwellige Anteil des weißen Sonnenlichts stärker gestreut als das langwellige mit der Konsequenz, dass uns aus allen anderen Himmelsrichtungen als der der Sonne himmelsblaues Licht erreicht. Violettes Licht ist zwar noch kurzwelliger. Aber da außerdem mit abnehmender Intensität auch andere Farben gestreut werden, Violett nur einen vergleichsweise kleinen Ausschnitt im Sonnenspektrum ausmacht und das menschliche Auge für Blau empfindlicher ist als für Violett, erscheint uns der Himmel blau.

Dabei ist die Tatsache, dass aufgrund dieses Streuvorgangs die Atmosphäre wie eine hemisphärenumspannende indirekte Beleuchtung wirkt, für das Leben auf der Erde vermutlich sehr wichtig. Anders als auf dem Mond beispielsweise ist es auf der Erde auch im Sonnenschatten hell, weil dieser Bereich vom Himmelslicht beleuchtet wird. Ohne Himmelslicht wäre es im Schatten stockdunkel. Das Himmelsblau sorgt auch dafür, dass Schatten auf weißen Untergründen blau sind, obwohl man das meist nicht wahrnimmt.

Das direkte Sonnenlicht müsste uns daher im kurzweligen Bereich stärker „ausgedünnt“ und damit rötlicher erscheinen. Bei hoch stehender Sonne merken wir jedoch davon nichts. Erst wenn sie sich dem Horizont nähert, muss die Strahlung einen sehr langen Weg durch dichte Atmosphäreschichten zurücklegen, bevor sie das Auge des Beobachters erreicht. Dann hat sie so viel an

kurzwelligem Licht verloren, dass die Gelb- und Rottöne dominieren. Das Ergebnis sind eindrucksvolle Illuminationen der Wolken im Morgen- und Abendrot (Abbildung 1 oben).

Einen nahezu entgegen gesetzten Effekt kann man am Tage beim Beobachten entfernter Berge wahrnehmen: Je nach Entfernung erscheinen Sie uns in abgestufter Blaufärbung (Abbildung 1 unten). Adalbert Stifter hat dies zu den Worten bewegt: „Und ferne war ein gar so sanftes, fast sehn suchtreiches Blau der Berge.“

Hier könnte man sich die Frage stellen, warum nicht auch entfernte Berge einen schwachen Rotschimmer annehmen, schließlich unterliegt auch das von ihnen kommende Licht der Rayleigh-Streuung. Der Grund ist: Zwischen den Bergen und dem Beobachter entsteht wie überall in der Luft Himmelsblau. Da der Blick zu entfernten Bergen durch eine relativ große Luftsicht geht, wird die Blaufärbung vor dem relativ dunklen Hintergrund der Berge sichtbar. Demgegenüber wird das von den Bergen ausgehende Licht vergleichsweise geringer Intensität mit zunehmender Entfernung immer schwächer. Beim Blick in die tief stehende Sonne sieht man hingegen das direkte Licht, das übrig bleibt von dem, was in andere Richtungen gestreut wird. Das sind vor allem langwellige Anteile.

Das von den Bergen kommende Licht wird mit wachsender Entfernung zunehmend gestreut. Müsste demnach die Blauintensität mit zunehmender Entfernung nicht zu statt abnehmen? Man beobachtet jedenfalls das Gegenteil. Entfernte Berge erscheinen in zunehmend verblassenden Blautönen hintereinander gestaffelt, bis sie sich im Dunst zu verlieren scheinen.



Abb. 1 In Gelb- und Rottönen erflampter Himmel kurz nach Sonnenuntergang (oben). Blau erscheinende Berge. Deutlich zu erkennen die zunehmenden Weißanteile im Licht bei wachsender Entfernung (unten).

Darin kommt zum Ausdruck, dass man bei horizontaler Richtung (anders als bei vertikaler) durch Luftsichten blickt, die stark durch Aerosole, Wasserteilchen und anderes „verunreinigt“ sind. Da diese Teilchen wesentlich größer als die Luftmoleküle sind, überwiegt die Mie-Streuung gegenüber der Rayleigh-Streuung. Mie-Streuung ist aber weitgehend unabhängig von der Wellenlänge des Lichtes, daher entsteht vorwiegend weißes Streulicht, welches das Blaue der Luft verwässert. Bei sehr großen Entfernungen kommt außerdem die Streuung des gestreuten Lichts hinzu (Mehrfachstreuung), durch die auch langwellige Anteile hinzugemischt werden. Die Mehrfachstreuung ist auch ein wesentlicher Grund dafür, dass der Himmel beim Blick zum Horizont ein helleres Blau aufweist als beim Blick nach oben.

Dieses Phänomen hat übrigens schon Leonardo da Vinci beobachtet und als Farbperspektive bezeichnet. In der Malerei wird räumliche Tiefe auch durch abnehmende Blauintensität dargestellt.

H.Joachim Schlichting, Uni Münster