Warum ist der Himmel blau? Die Physik hinter der Farbe

LICHT UND HIMMEL

Es ist die Frage, die fast jedes Kind irgendwann stellt, und viele Erwachsene geraten dabei ins Stocken. Warum ist der Himmel blau? Die Antwort hat Physiker über hundert Jahre beschäftigt, und sie führt von einem Experiment mit trübem Wasser über die Rechnungen von Lord Rayleigh bis zu Albert Einstein.

Die kurze Fassung: Die Luft streut blaues Licht viel stärker als rotes. Die lange Fassung erklärt auch, warum der Himmel dann nicht violett ist, warum Sonnenuntergänge rot leuchten, warum Wolken weiß sind und warum es auf dem Mars genau umgekehrt ist.

Sonnenlicht enthält alle Farben

Das Licht der Sonne sieht weiß aus, ist aber eine Mischung aus allen Farben des Regenbogens. Ein Prisma fächert es in sein Spektrum auf. Die Farben unterscheiden sich in ihrer Wellenlänge: Rotes Licht hat Wellen von etwa 700 Nanometern Länge, blaues und violettes Licht deutlich kürzere von etwa 450 und 400 Nanometern [1],[2]. Wie schnell sich all diese Wellen ausbreiten, steht im Artikel über die Lichtgeschwindigkeit.

Auf dem Weg durch die Atmosphäre trifft das Sonnenlicht auf unzählige Stickstoff- und Sauerstoffmoleküle. Ein Teil des Lichts wird von ihnen in alle Richtungen abgelenkt, gestreut. Dieses gestreute Licht ist es, was wir sehen, wenn wir irgendwo an den Himmel blicken, nur nicht direkt in die Sonne [1].

Blau wird stärker gestreut

Den ersten Schritt zur Lösung machte 1859 John Tyndall. Er schickte einen Lichtstrahl durch Wasser, in das er ein wenig Milch oder Seife gemischt hatte. Von der Seite betrachtet schimmerte der Strahl bläulich, und das Licht, das am Ende herauskam, war rötlich [2].

1871 rechnete der britische Physiker Lord Rayleigh aus, wie stark sehr kleine Teilchen Licht streuen [3]. Das Ergebnis: Die Streuung wächst mit der vierten Potenz der Frequenz, oder anders

gesagt, sie nimmt mit der vierten Potenz der Wellenlänge ab:

$$I \propto \frac{1}{\lambda^4} \tag{1}$$

Die vierte Potenz macht aus kleinen Unterschieden große. Blaues Licht mit 450 Nanometern Wellenlänge wird etwa sechsmal so stark gestreut wie rotes mit 700 Nanometern, violettes sogar fast zehnmal so stark (Abb. 1) [2]. Der Himmel leuchtet deshalb in dem Licht, das die Luft am stärksten zur Seite lenkt.

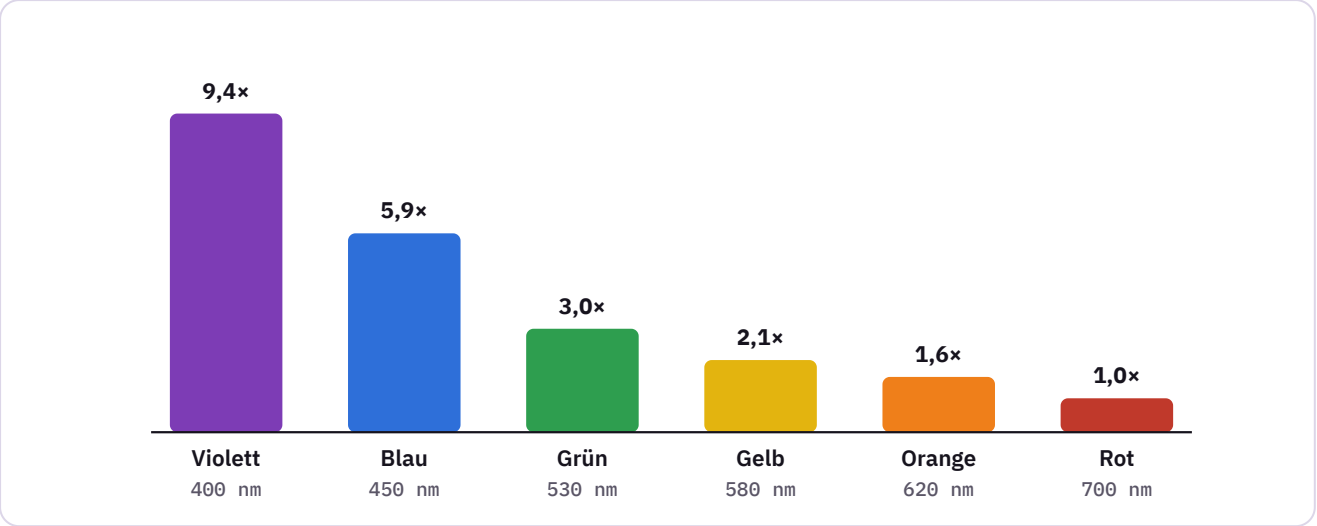

Abb. 1: Wie stark Luftmoleküle Licht verschiedener Farben streuen, im Vergleich zu Rot. Eigene Berechnung nach Gleichung (1).

Tyndall und Rayleigh glaubten noch, dass winzige Staub- und Wassertröpfchen das Licht streuen. Wäre das so, müsste die Himmelsfarbe viel stärker mit Luftfeuchtigkeit und Dunst schwanken, als sie es tut. Tatsächlich reichen die Moleküle der Luft selbst aus [2]. Albert Einstein lieferte 1910 die passende Theorie: Licht wird an winzigen, zufälligen Schwankungen in der Dichte eines Gases oder einer Flüssigkeit gestreut [4]. Mit seiner Formel ließ sich aus der Helligkeit des Himmelsblaus sogar die Zahl der Moleküle in einem Mol bestimmen, die Avogadro-Konstante [2].

Warum nicht violett?

Wenn kurze Wellen am stärksten gestreut werden, müsste der Himmel eigentlich violett sein. Dass er es nicht ist, hat mehrere Gründe. Die Sonne sendet weniger violettes als blaues Licht aus, und ein Teil davon wird schon hoch in der Atmosphäre geschluckt. Vor allem aber sind unsere Augen für Violett weniger empfindlich [2].

Das Auge hat drei Sorten von Farbsinneszellen, die Zapfen, die am stärksten auf rotes, grünes und blaues Licht ansprechen. Das gestreute Himmelslicht reizt die Blau-Zapfen deutlich stärker als die beiden anderen Sorten, die etwa gleich stark reagieren. Unser Gehirn macht daraus ein helles Blau [2]. Die Farbe des Himmels ist also halb Physik, halb Wahrnehmung.

Warum Sonnenuntergänge rot sind

Steht die Sonne tief, muss ihr Licht einen viel längeren Weg durch die Atmosphäre zurücklegen. Unterwegs wird immer mehr Blau zur Seite gestreut, und übrig bleiben die Rot- und Gelbtöne, die direkt zu uns durchkommen. Staub und andere kleine Schwebteilchen in der Luft verstärken den Effekt, deshalb leuchtet der Abendhimmel manchmal regelrecht rot [1],[2].

Aus demselben Grund wirkt der Himmel nahe am Horizont blasser als direkt über uns. Das Licht von dort hat mehr Luft durchquert und wurde vielfach hin und her gestreut, dabei mischen sich die Farben wieder zu einem weißlichen Ton [1].

Warum Wolken weiß sind

Wolkentröpfchen sind viel größer als die Wellenlänge des Lichts. Für so große Teilchen gilt das Gesetz von Rayleigh nicht mehr, sie streuen alle Farben etwa gleich stark. Physiker sprechen von Mie-Streuung. Weil alle Farben zusammen wieder Weiß ergeben, sind Wolken und Dunst weiß oder grau [2].

Noch etwas lässt sich an einem klaren Tag selbst ausprobieren: Durch eine polarisierende Sonnenbrille wirkt der Himmel in manchen Richtungen tiefer blau. Das gestreute Himmelslicht ist teilweise polarisiert, schwingt also bevorzugt in einer Richtung. Auch das hatte Rayleigh schon 1871 untersucht [3],[2].

Auf dem Mars ist es umgekehrt

Die Marsatmosphäre ist sehr dünn, besteht vor allem aus Kohlendioxid und ist voll von feinem Staub. Dieser Staub streut das Licht anders als die Luft auf der Erde. Tagsüber erscheint der Marshimmel orange bis rötlich, bei Sonnenuntergang dagegen färbt sich der Himmel rund um die Sonne blaugrau [1]. Der Rover Curiosity hat 2015 einen solchen blauen Sonnenuntergang im Gale-Krater fotografiert [5].

Wie der Himmel nachts sogar grün und rot leuchten kann, erklärt der Artikel über Polarlichter.

Fragen zur Farbe des Himmels

Warum ist der Himmel blau einfach erklärt?

Sonnenlicht enthält alle Farben. Die Moleküle der Luft lenken kurzwelliges blaues Licht viel stärker zur Seite ab als langwelliges rotes. Dieses gestreute blaue Licht erreicht unser Auge aus allen Richtungen des Himmels.

Warum ist der Himmel nicht violett?

Die Sonne sendet weniger violettes Licht aus, ein Teil davon wird hoch in der Atmosphäre geschluckt, und unsere Augen sind für Violett weniger empfindlich. Zusammen ergibt das den Eindruck eines hellen Blaus.

Warum ist der Sonnenuntergang rot?

Bei tief stehender Sonne legt das Licht einen langen Weg durch die Atmosphäre zurück. Dabei wird das meiste Blau herausgestreut, übrig bleiben Gelb, Orange und Rot.

Warum sind Wolken weiß?

Wolkentröpfchen sind größer als die Wellenlänge des Lichts und streuen alle Farben etwa gleich stark. Die Mischung aller Farben sieht weiß aus.

Welche Farbe hat der Himmel auf dem Mars?

Tagsüber ist der Marshimmel durch feinen Staub orange bis rötlich. Bei Sonnenuntergang wird er rund um die Sonne blaugrau, also genau umgekehrt wie auf der Erde.

Quellen

1. NASA Space Place: *Why Is the Sky Blue?* spaceplace.nasa.gov.
2. P. Gibbs: *Why is the sky blue?* The Physics FAQ, 1997, gehostet von der University of California, Riverside, math.ucr.edu.
3. J. W. Strutt (Lord Rayleigh): *On the light from the sky, its polarization and colour.* In: Philosophical Magazine 41 (1871), S. 107–120, doi:10.1080/14786447108640452.
4. A. Einstein: *Theorie der Opaleszenz von homogenen Flüssigkeiten und Flüssigkeitsgemischen in der Nähe des kritischen Zustandes.* In: Annalen der Physik 338 (1910), S. 1275–1298, doi:10.1002/andp.19103381612.
5. NASA/JPL-Caltech/MSSS: *Sunset in Mars' Gale Crater (PIA19400).* 8. Mai 2015, photojournal.jpl.nasa.gov.

Zitiervorschlag

quanten.de: *Warum ist der Himmel blau? Die Physik hinter der Farbe.* Stand: November 2026. URL: https://quanten.de/himmel_blau.html

Texte und Abbildungen © 2026 quanten.de. Nutzung mit Quellenangabe und Link gern, kommerzielle Nutzung nach Absprache: info@quanten.de

Weiterlesen: Lichtgeschwindigkeit · Polarlichter · Was ist ein Photon? · Treibhauseffekt