

# 224 Schwarz und weiß und das Blau des Himmels

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Physik hat eine besondere Neigung, das Blau des Himmels in großer Ausführlichkeit zu erklären. Andere viel universellere Streu- und Absorptionsvorgänge kommen viel schlechter weg.

### Gegenstand

Die Farbe des Himmels, nämlich blau, scheint ein wichtiges Thema zu sein.

Überschrift in einem Schulbuch:

*Warum ist der Himmel blau?*

Überschrift in einem anderen Schulbuch:

*Streuung von Licht – Himmelsblau und Abendrot*

Überschrift in einem Hochschulbuch:

*Warum ist der Himmel blau?*

Von keinem anderen System oder Gebilde wird die Farbe so ausführlich diskutiert.

### Mängel

Wenn man fragt, warum das Thema behandelt wird, bieten sich zunächst zwei Antworten an:

1. Weil man die Farben von Dingen, die uns umgeben, erklären möchte. Dafür ist die Physik zuständig.
2. Weil man die Rayleigh-Streuung behandeln möchte, und das Blau des Himmels ein Beispiel dafür ist, das jeder kennt.

Beide Antworten scheinen mir nicht sehr plausibel zu sein.

Zu 1: Mit demselben Argument müsste man sich auch die anderen Farben vornehmen, oder wenigstens die wichtigsten: etwa: Warum ist die Wand, der Schnee, die Wolke weiß? Oder warum ist alles, was schwarz ist, schwarz? Warum ist Gold gelb oder golden? Das aber tut man nicht. Wahrscheinlich meint man, da gebe es nichts weiter zu sagen: Weiß ist eben, wenn nichts, schwarz wenn alles und gelb wenn blau absorbiert wird. Übrigens: Wenn schon blau, warum nicht auch das Blau des Meeres?

Zu 2: Wenn man die Rayleigh-Streuung für wichtig hält, für so wichtig, dass sie auch in ein Schulbuch gehört, warum werden dann nicht andere Streuvorgänge angesprochen, an erster Stelle die Streuung an weißen Gegenständen, etwa einem Blatt Papier oder einer weißen Wand? Oder hält man das für trivial? Aber auch: Warum nicht die Raman- oder die Brillouin-Streuung?

Und noch eine Bemerkung dazu, wie die Rayleigh-Streuung erklärt wird. Es wird von der Rolle der Schwingungen der Moleküle gesprochen, wie sie als kleine Hertzsche Antennen wirken. Aber leider nur in diesem Zusammenhang. Man könnte hier doch auf die Frage verfallen: Wir haben im Rahmen der Atomphysik von atomaren Anregungen gesprochen. Werden hier also die Elektronen der Moleküle angeregt? In was für Zustände denn? Und wenn es so wäre, so würde man nicht verstehen, warum die emittierte Welle phasenmäßig an die einfallende gekoppelt ist. Oder gilt hier die Quantenphysik nicht mehr und das Molekül verhält sich wie eine klassische Dipolantenne? Aber nicht genug damit. Die Autoren sind immerhin so ehrlich zu erklären, dass sich das gestreute Licht eigentlich weginterferieren müsste, das aber doch nicht tut, weil in der streuenden Luft Dichteschwankungen existieren. Man verstehe mich nicht falsch. Ich behaupte keineswegs, dass diese Aussagen nicht korrekt sind. Nur: Wenn sich die Wellen, die eigentlich gestreut werden wollten, weginterferieren – wäre es nicht passend gewesen, diesen Effekt schon dort zu problematisieren, wo er tatsächlich stattfindet, nämlich immer wenn das Licht durch einen durchsichtigen Körper – flüssig oder fest – hindurchläuft, und nicht erst dann, wenn er nicht mehr stattfindet?

### Herkunft

Könnte es sein, dass man nur zum Ausdruck bringen will: Seht mal, die Physik ist doch nicht so trocken wie ihr immer gedacht habt! Falls ihr einmal vorhabt, ein Gedicht zu schreiben über die Schönheit des blauen Himmels, solltet ihr vorher in euer Physikbuch schauen, damit ihr auch wisst wovon ihr redet.

### Entsorgung

Die Wechselwirkung von Licht mit Materie kann man in Kategorien aufteilen: Absorption, Brechung, Reflexion und Streuung. Im Allgemeinen finden alle Prozesse gleichzeitig statt und sie sind wellenlängenabhängig. Die Materie ist nun mal kompliziert, und daher sind auch diese Vorgänge kompliziert und vielfältig. Unter Ihnen gibt es aber einfache Sonderfälle. Und man wird vorzugsweise diese diskutieren. Hierzu gehören insbesondere die Entstehung der Körperfarben schwarz und weiß. Ihre Behandlung im Unterricht bietet sich deshalb an, weil die Phänomene universell sind.

Das Weiß des bedeckten Himmels, des Schnees, der weißen Wand, des Papiers, der Milch, der Blätter der Margarite, eines T-Shirts oder Bettlakens entsteht immer auf dieselbe Art: Durch viele wiederholte Brechungsvorgänge (bei denen praktisch nichts absorbiert wird), gelangt alles Licht, das auf eine Oberfläche einfällt, schließlich wieder heraus. Das ist ein interessantes Phänomen, denn man mag erwarten, dass es nicht jedem Lichtstrahl gelingt, wieder zur Oberfläche zurückzufinden. Man nennt den Vorgang Streuung – ohne Bestimmungswörtchen wie Rayleigh-, Mie-, Raman-, Brillouin-, Compton-, Rutherford- oder Thomson-.

Der Entstehungsvorgang von Schwarz ist ähnlich universell. Das Schwarz einer schwarz gestrichenen Wand, eines schwarz lackierten Autos, des Rußes im Ofenrohr, der gedruckten Buchstaben kommt zustande durch Stoffe, die, wenn sie als glatte Oberfläche vorliegen, reflektieren. Reflexion funktioniert aber grundsätzlich nicht ohne Absorption (im Gegensatz zur Brechung). Man sieht es deutlich, wenn man zwei Spiegel einander gegenüberstellt, und schräg hinein schaut. Das mehrfach reflektierte Licht wird immer schwächer. Wenn man nun einen solchen Stoff zermahlt, so geht es dem Licht zunächst ähnlich wie bei den weißen Körpern: es wird ungeordnet im Zickzack hin- und herreflektiert. Bei jeder Reflexion verliert es aber an Intensität, sodass es sich in dem Material totläuft.

Wir verwenden also für die Farben schwarz und weiß keine molekulare oder atomphysikalische Deutung. Das schwärzeste schwarz erhält man übrigens, indem man in einen Karton, etwa einen Schuhkarton, ein kleines Loch sticht. Das Loch ist auch dann schwarz wenn die Innenwände des Kartons weiß sind.