

Die Helligkeit von Farben neu vermessen

20.8.2026 - | Justus-Liebig-Universität Gießen

JLU-Forschungsteam zeigt die Grenzen der internationalen Mess-Einheit Candela: Eine einfache RGB-Regel sagt vorher, wie hell Farben auf Menschen wirken.

Die seit fast einem Jahrhundert geltende internationale Licht-Messeinheit Candela bildet die Grundlage der Photometrie. Nach einer aktuellen Studie schätzt die auf ihr beruhende Messung die Helligkeit farbiger Lichtquellen systematisch falsch ein und weicht deutlich von der menschlichen Wahrnehmung ab. Ein internationales Team um den Wahrnehmungsforscher Prof. Dr. Karl Gegenfurtner von der Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU) fand eine überraschend einfache Regel dafür, wie hell farbige Lichtflächen tatsächlich wirken: Demnach lässt sich die empfundene Helligkeit fast vollständig vorhersagen, wenn nur der höchste Wert der drei gewichteten Farbbestandteile Rot, Grün und Blau gewertet wird. Diese Regel erklärt über 95 Prozent der beobachteten Einschätzungen und übertrifft sämtliche etablierten photometrischen Modelle.

„Candela ist die einzige SI-Einheit, die nicht auf reiner Physik, sondern auf der menschlichen Wahrnehmung beruht“, sagt Prof. Gegenfurtner. Dass die daraus abgeleiteten Messgrößen gerade bei Farben deutlich von dieser Wahrnehmung abweichen, habe Auswirkungen auf die Kennzeichnung von Leuchtmitteln, die Kalibrierung von Bildschirmen und die Planung von Beleuchtung in Büros, auf Straßen und in Wohnräumen. Für die Versuchspersonen in der Studie, die jetzt in der Zeitschrift „Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)“ veröffentlicht wurde, erschienen gesättigte Farben deutlich heller, und blaues Licht trug stärker zur wahrgenommenen Helligkeit bei, als es die photometrische Messung vorhersagt.

Den Grund für die Abweichungen sieht Gegenfurtner darin, dass der in den 1920er Jahren entstandene Standard auf der Annahme beruht, dass die Helligkeit einer Farbmischung die Summe ihrer Einzelteile ist. Die Messung mit klassischen Helligkeitsabgleichen gilt zudem als langsam, schwierig und zwischen Personen wenig verlässlich. Das Gießener Team im Exzellenzcluster „The Adaptive Mind“ (TAM) wählte für seine Untersuchungen einen anderen Weg und ließ die Versuchspersonen farbige Felder schicht von hell nach dunkel sortieren.

Die Methode erwies sich als bemerkenswert robust: Die Versuchspersonen brachten 144 Farben in eine Rangfolge, und diese war bei einer Wiederholung nach mehr als einem halben Jahr nahezu identisch. Sie blieb ebenso stabil, als dieselben Personen die Aufgabe zu Hause an ihren eigenen, nicht kalibrierten Monitoren wiederholten, und als weitere 486 Teilnehmende sie online bearbeiteten. Damit ließ sich mehrfarbige Helligkeit erstmals in großem Maßstab erfassen.

Mit diesen Daten prüfte das Team eine Vielzahl möglicher Modelle, darunter Leuchtdichte, Strahldichte und etablierte Farberscheinungsmodelle wie CAM16. „Keines dieser Modelle erfasste das Muster. Was am Ende funktionierte, war verblüffend einfach“, erklärt Gegenfurtner: „Man nimmt die Rot-, Grün- und Blauanteile einer Farbe, gewichtet sie und behält nur den größten Wert. Damit lassen sich die Helligkeitsurteile fast perfekt vorhersagen.“

Dieselbe Signatur zeigte sich auch im Gehirn: In EEG-Messungen folgten die Antworten auf schnell flackernde Lichter genau der Leuchtdichte, so wie es die klassische Photometrie erwarten lässt. Bei langsamer Modulation, die dem ruhigen Betrachten näherkommt, richteten sie sich dagegen nach der neuen Regel. Auch in einem realen Raum, in dem farblich einstellbare LED-Leuchten verwendet wurden, wählten die Teilnehmenden konsequent die Beleuchtung, die das neue Modell als heller bewertet. Das ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Regel das alltägliche Sehen tatsächlich

beschreibt.

Die Ergebnisse fallen in eine Zeit raschen technologischen Wandels: Moderne LEDs erlauben es, die Farbzusammensetzung von Licht frei zu verändern und dabei die Leuchtdichte konstant zu halten. Zwei Installationen können also als gleich hell ausgewiesen sein und dennoch sichtbar verschieden aussehen. Die Studie liefert damit nicht nur ein zuverlässiges Messverfahren für die Helligkeit gemischter Farben, sondern legt auch eine einfache, bislang unbekannte Berechnungsgrundlage für die Wahrnehmung von Licht in alltäglichen Szenen nahe. „Diese Erkenntnisse könnten künftig die Planung von Beleuchtung in Gebäuden, die Kalibrierung von Bildschirmen und die Entwicklung energieeffizienter Lichtquellen maßgeblich beeinflussen“, betont Gegenfurtner.

Publikation

S. Guan, J. Chen, R. Ennis, M. Toscani, M. Valsecchi, A. van Doorn, J. Koenderink, & K.R. Gegenfurtner, Perceptual and neural constraints on photometric measures of heterochromatic brightness, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 123 (34) e2610398123, <https://doi.org/10.1073/pnas.2610398123> (2026).

Förderung

Europäischer Forschungsrat, ERC Advanced Grant Color 3.0 (884116); Deutsche Forschungsgemeinschaft, SFB/TRR 135 (Projektnummer 222641018); DFG-Exzellenzcluster EXC 3066/1 „The Adaptive Mind“ (533717223).

<https://www.uni-giessen.de/de/ueber-uns/pressestelle/pm/pm118-26helligkeitvonfarben>