

Lichtbeständigkeit von Tagesleuchtpigmenten

Sarah Giering, Thomas Prestel, Lukas Reiß
Hochschule für Bildende Künste Dresden

Kurzfassung

Tagesleuchtfarben fallen beim Betrachten durch ihre intensive und grelle Farbigkeit sofort ins Auge. Diese auffällige Erscheinung wird durch die Fluoreszenz hervorgerufen. Seit der Patentierung durch die Switzer Brothers in den 1950er Jahren^[1] und der weltweiten Markteinführung werden sie von zahlreichen Künstler*innen, wie beispielsweise Rupprecht Geiger und Günter Fruhtrunk im deutschsprachigen Raum sowie Frank Stella und Keith Haring in den USA, verwendet.^[2] In der bildenden Kunst sind sie daher als Material weit verbreitet. Aufgrund der niedrigen Lichtechtheit der enthaltenen Fluoreszenzfarbstoffe sind Kunstwerke mit Tagesleuchtfarben von einer schnellen Alterung betroffen. Um den Alterungsverlauf zu analysieren wurden von aktuellen Tagesleuchtpigmenten (Kremer Tagesleuchtpigmente Weiß #56000, Blau #56050, Grün #56100, Zitronengelb #56150, Goldorange #56200, Ziegelrot #56300, Cyclamrot #56400, Violett #56450) Aufstriche in der Acryldispersion Plextol D498 angefertigt und in einer LED-Belichtungskammer künstlich gealtert. Ziele dieser Studie sind die Dokumentation der Alterungserscheinungen sowie der Nachweis der fortlaufenden chemischen Veränderungen. Der Alterungsprozess wurde mittels UV-Fluoreszenz- und Farb-Fotografie sowie Farbmessungen und Fluoreszenzspektroskopie dokumentiert.

Belichtung und Farbveränderung

- Künstliche Alterung in LED-Belichtungskammer mit ca. 81 000 lx Beleuchtungsstärke
- Alterungszeitraum: Februar – August 2020 (6 Monate)
- Farbmessungen und fotografische Dokumentation in großer werdenden Zeitabständen

Beschreibung der Veränderungen:

- Allgemein: Rückgang Buntheit, Zunahme Helligkeit, Änderung Buntton zu größeren Werten
- Sprung in Buntheit zu Beginn der Belichtung (Ursache unklar)
- Weiß: Keine Änderung
- Blau: Minimale Veränderung zu Beginn
- Grün: Verdunklung mit einsetzendem Rückgang der Buntheit
- Violett: Zu Anfang Zunahme der Buntheit, später Rückgang

Auswertung Farbveränderungen (Abb. 2):

- Blau und Weiß nahezu stabil gegenüber Licht (430 nm bis 750 nm)
- Die übrigen Tagesleuchtpigmente zeigen Zunahme der Veränderung über Belichtung
- Veränderungsgeschwindigkeit variiert über Belichtungszeitraum

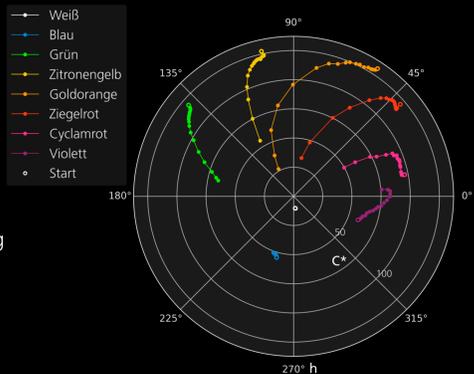


Abb. 1: Veränderung der Buntheit C* und des Bunttons h der acht Kremer Tagesleuchtpigmente im Verlauf der LED-Belichtung.

Zwischenfazit:

- Insgesamt große Lichtempfindlichkeit
- Überschneidung der Bunttöne verschiedener Ausgangsfarben im Verlauf der Belichtung

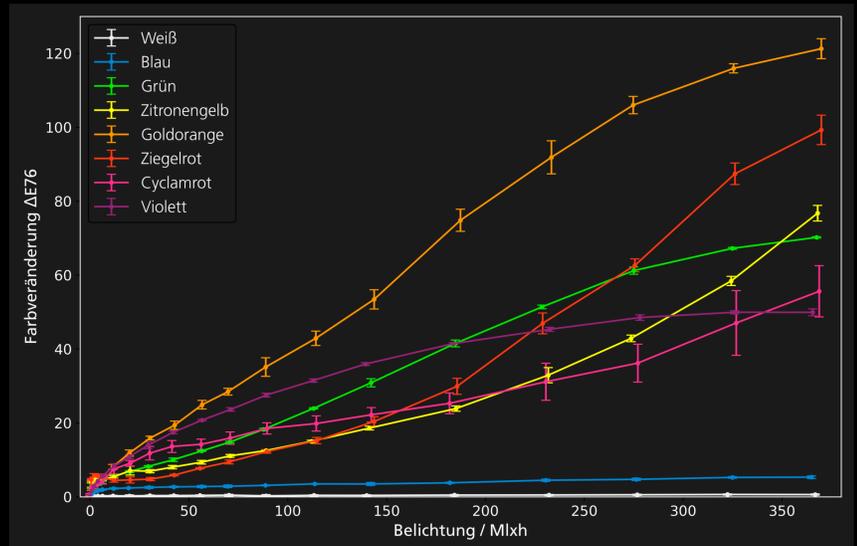


Abb. 2: Farbveränderung der acht Kremer Tagesleuchtpigmente im Verlauf der LED-Belichtung.

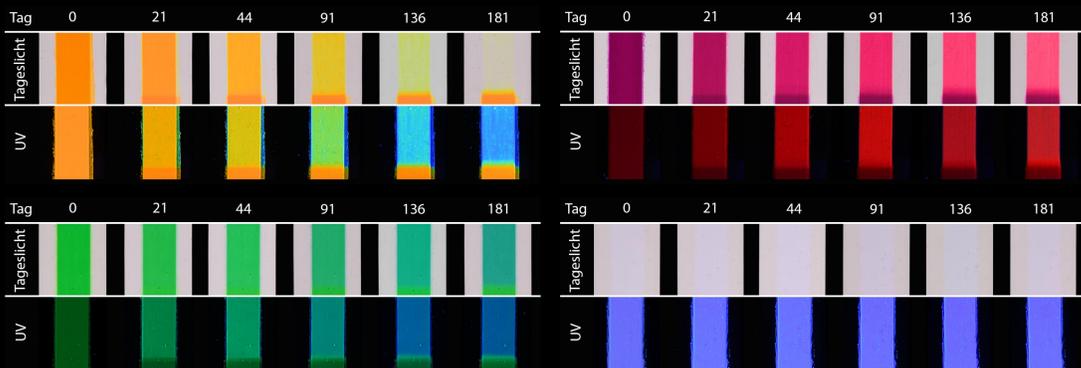


Abb. 3-6: Bildmontage der Alterungszustände der Testaufstriche Goldorange, Violett, Grün und Weiß. Oben ist jeweils die Farbfotografie und unten die UV-Fluoreszenz-Fotografie (365 nm) abgebildet.

Fotografische Dokumentation

Eine Bildmontage der fotografisch erfassten Alterungszustände (Abb. 3-6) veranschaulicht die gemessenen Veränderungen deutlich. Zu jedem Messzeitpunkt erfolgte unter gleichbleibenden Bedingungen je eine Fotografie unter Tageslicht und unter UV-Strahlung.

Auswertung der Veränderungen (Abb. 3-6):

- Farben altern unterschiedlich zueinander
- Viele Farben bleichen stetig aus (Zitronengelb, Goldorange, Rottöne)
- UV-Fluoreszenz verändert sich meist deutlich und wird zunehmend bläulich
- Ausnahme Violett: Farbton verblasste, während die Fluoreszenz zunahm
- Ausnahme Grün: Farbton verdunkelt sich, Fluoreszenz wird aber bläulich
- Ausnahme Blau: Keine Farbveränderung, Fluoreszenz nimmt leicht zu
- Ausnahme Weiß: Keine Veränderungen
- Schnellere Veränderungen bei dünnen Farbschichtbereichen, Effekt ist beim Goldorange (Abb. 3) besonders deutlich

Fluoreszenzspektroskopie

Aufnahme der Emissionsspektren bei einer Anregung mit 365-nm-UV-Strahlung an den Proben

Ausgangszustand (0 d):

- Nur ein Emissionsmaximum aufgrund Förster-Resonanz-Energietransfer zu Farbstoff mit höchster Emissionswellenlänge^[3]
- Ausnahme: Violett – starkes Quenching aufgrund hoher Farbstoffkonzentration im roten Wellenlängenbereich (> 600 nm)^[4]

Allgemeine Veränderungen:

- Sukzessive Blauverschiebung der Emissionsmaxima
- Kleine Verschiebungen der Wellenlängen aufgrund geringer Konzentrationsänderung der Farbstoffe^[5]
- Größere Wellenlängenverschiebungen und Auftauchen weiterer Emissionsmaxima aufgrund des bevorzugten Abbaus der Farbstoffe mit hoher Emissionswellenlänge
- Ausnahme: Violett – nur schwache Anregung der roten Fluoreszenz durch fehlende Farbstoffe in der Energietransferkette; Abnahme des Quenchings durch langsamen Abbau der rot fluoreszierenden Farbstoffe
- Optische Aufheller (blaue Fluoreszenz) stabil gegenüber Belichtung

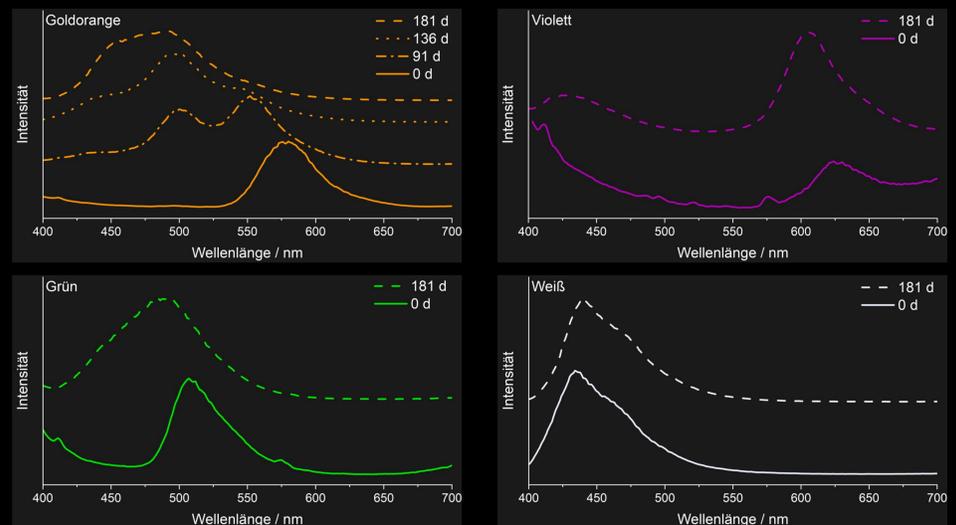


Abb. 7-10: Emissionsspektren der Alterungszustände der Testaufstriche Goldorange, Violett, Grün und Weiß.

FAZIT

Das Alterungsverhalten der Tagesleuchtpigmente unter LED-Beleuchtung wurde farbmessend und fotografisch dokumentiert. Besonderheiten, wie der Bunttonüberlapp beim Ausbleichen und die Farbveränderung der Fluoreszenz zeichnen die Alterung dieser Pigmente aus. Die chemische Zusammensetzung der Pigmente wird in folgenden Analysen mittels HPLC-MS ermittelt, um die Abbauprodukte zu identifizieren. Diese präzise Erfassung soll in Zukunft eine genauere Einschätzung des Alterungszustands von Tagesleuchtfarben auf Kunstwerken ermöglichen. Mit den Erkenntnissen können Empfehlungen für die Präventive Konservierung ausgesprochen werden.

Literatur

- [1] Lutzenberger, K., 2009. *Künstlerfarben im Wandel. Synthetische organische Pigmente des 20. Jahrhunderts und Möglichkeiten ihrer zerstörungssarmen, analytischen Identifizierung*. Dissertation. Humboldt-Universität Berlin. S. 37.
- [2] Deiss, A., 2013. Das Gegenteil von zurückhaltend. Tagesleuchtfarben in der Kunst. In: A. Deiss, A. Jahn und S. Schimpf, herausgegeben 2013. *Neon - Vom Leuchten der Kunst*. Köln: Wienand Verlag. S. 10-25.
- [3] Förster, T., 1946. Energiewanderung und Fluoreszenz. *Die Naturwissenschaften*, 33, S.166-175; Lakowicz, J. R., 1983, *Principles of Fluorescence Spectroscopy*, 3. Auflage, Baltimore, Springer-Verlag.
- [4] Streitel, S. G., 2000. Fluorescent Pigments (Daylight). *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, S. 1-22.
- [5] Hinde, E., 2009. *A spectroscopic and chromatographic study of the photochemical properties of daylight fluorescent paint*. Dissertation. Universität Melbourne.