

Zusammenfassung

Der RUAG MultiLaser Protector ist eine Laserschutzbrille der Firma RUAG Schweiz AG. Durch den Schutz vor Laserstrahlung wird auch die Farbwahrnehmung für den Träger beeinflusst.

Mittels des Farnsworth 100 HUE wurde unter den drei verschiedenen Beleuchtungssituationen LED, Fluoreszenz und natürlichem Tageslicht die Farbwiedergabe mit und ohne Laserschutzbrille getestet. Dabei zeigte sich, dass sich die Fluoreszenz- und natürliche Tageslichtbeleuchtung statistisch signifikant unterscheiden.

Im Vergleich zur Fluoreszenz- zeigte die LED-Beleuchtung durch ein gleichmässigeres und kontinuierlicheres Spektrum eine tageslichtähnlichere Farbwiedergabe.

Zusätzlich wurde eine eigene Farbtest-Software entwickelt, welche die Durchführung von Farbtests an digitalen Anzeigeeinheiten ermöglichen soll. Dabei wurden in verschiedenen Bereichen des CIE-L*c*h*-Farbraumes Messungen mit und ohne Laserschutz durchgeführt. Es zeigte sich, dass die Sättigung einen geringeren Einfluss auf die Farbwahrnehmung hat als die Veränderung des Farbtons. Die Abhängigkeit von der Sättigung zum Farbton konnte noch nicht genau ermittelt werden.

Abstract

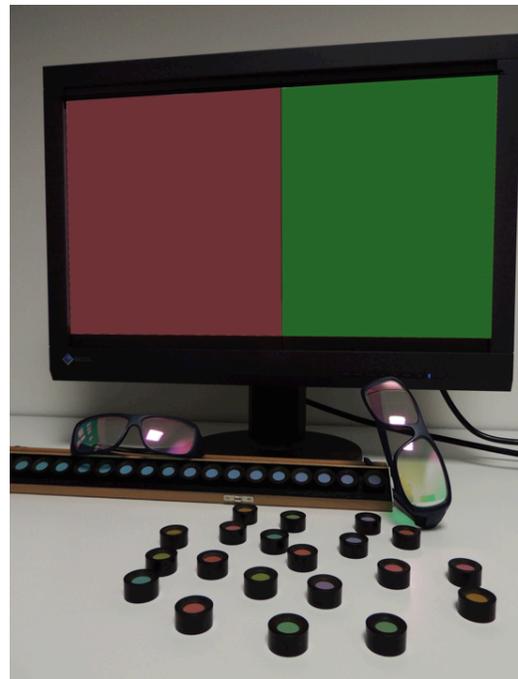
RUAG Defence developed the RUAG MultiLaser Protector. While protecting from laser light, the color perception of the wearer is affected.

With the test method "Farnsworth 100 HUE" were color tests conducted under LED-, fluorescence- and natural daylight-illumination. The fluorescence- and natural daylight-illumination showed statistically significant differences in color perception.

The LED-light had a continuous spectrum which resulted a natural-daylight like color perception.

In addition, a colortest-software was developed to test color-perception on digital displays. Therefore a few measurements in the CIE-L*c*h*-color-space were made with and without the laser protection glasses. It has shown that the saturation has a lower influence than the color hue. The connection between the color hue and the saturation could not be exactly evaluated.

*Keywords: laser / laser-protection glasses / illumination / color perception / display / color test / digital / color-test-Software / RUAG MultiLaser Protector / CIE-L*c*h* color space*



Überprüfung des Farbsehvermögens auf einem Monitor durch das Tragen eines Laserschutzes mittels einer programmierten Farbtest-Softwarelösung

Projektarbeit im Studiengang
Optometrie

Studierende

Marco Bärtschi
Remo Niederhauser

Betreuer

Stephan Gutzwiller

Auftraggeber

RUAG Schweiz AG, RUAG Defence
Herr Michael Kientsch

FS 2015, P6, Projektnummer 6214-O
© FHNW, Hochschule für Technik Institut für
Optometrie
Riggenbachstrasse 16, CH 4600 Olten

Einführung oder Ziel der Arbeit

Aufgrund der Nachfrage aus den Berufen des öffentlichen Verkehrs und der öffentlichen Sicherheit hat die Firma RUAG Defense den RUAG MultiLaser Protector entwickelt. Durch das Herausfiltern von Laserlicht wird auch die Farbwahrnehmung für den Träger beeinflusst. Das Erkennen der Farben ist jedoch essenziell für die Durchführung der täglichen Arbeiten.

In der vorangegangenen Projektarbeit^[1] wurde der optimalste Farbtest für die Messungen ermittelt und kontrolliert, ob eine Adaptation des Auges an den Laserschutz auftritt.

Das Ziel dieser Projektarbeit war es einerseits herauszufinden, ob die Beleuchtung einen Einfluss auf die Farbwahrnehmung ausübt und andererseits wurde eine digitale Farbtest-Software entwickelt, welche es ermöglicht, auf Anzeigeeinheiten die Farbwahrnehmung zu testen.

Material und Methoden

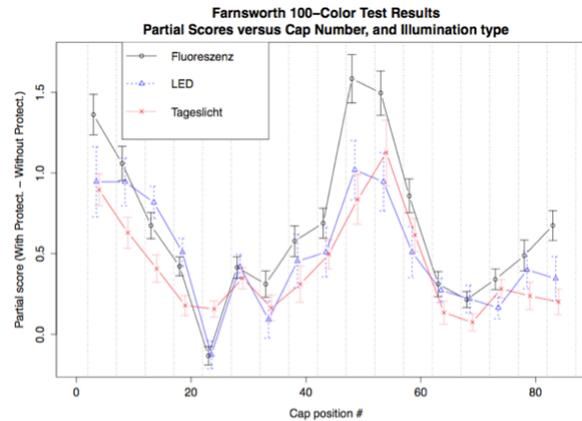
Als Farbtest wurde der Farnsworth 100 HUE verwendet, welcher aus 85 einzelnen Farbsteinen besteht, welche in der richtigen Reihenfolge niedergelegt werden müssen. Durch die Nummerierung auf der Rückseite des Farbsteins kann der Fehler-Score berechnet werden.

Für die drei Beleuchtungssituationen wurde das natürliche Tageslicht, sowie eine LED- bzw. eine Fluoreszenz-Beleuchtung verwendet. Unter jeder Beleuchtung wurde mit 27 Probanden mit und ohne Laserschutzbrille die Farbwahrnehmung getestet.

Die programmierte Farbtest-Software ermöglicht die Darstellung von Farben in unterschiedlichen Helligkeiten, Sättigungen und Farbtönen im CIE-L*c*h* Farbraum.

Ergebnisse

Die Messungen in den drei Beleuchtungssituationen zeigten statistisch signifikante Unterschiede. Die Wellenlängenbereiche mit einer erhöhten Anzahl an Fehlerscores aus der vorangegangenen Projektarbeit konnten bestätigt werden. Dies betraf die Wellenlängenbereiche vom blauen (ca. 480nm) und purpurnem Licht.



Mittels T-Test bei verbundenen Stichproben konnte zwischen der Fluoreszenz- und der natürlichen Tageslicht-Beleuchtung mit $p=0.006$ klar gesagt werden, dass sich die Total-Error-Scores statistisch signifikant verändern. Zwischen der LED- und der Fluoreszenz- bzw. der natürlichen Tageslicht-Beleuchtung waren mit $p=0.210$ bzw. $p=0.550$ die Unterschiede statistisch nicht signifikant. Bereits in der Farbspektrum-Messung zeigte die LED-Beleuchtung eine tageslichtähnlichere Farbwiedergabe. Durch das Tragen der Laserschutzbrille erhöhte sich der Total-Error-Score im Durchschnitt bei der Fluoreszenz- um 54.8, bei der LED- um 42.2 und um 35.4 Fehlerpunkte bei der natürlichen Tageslicht-Beleuchtung.

Mit der digitalen Farbtest-Software wurden erste Probemessungen durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass eine Veränderung in der Sättigung (c^*) schwieriger zu erkennen ist, als eine Veränderung im Farbton (h^*). Zudem konnte ein Unterschied in den Resultaten mit Laserschutzbrille zu den Resultaten ohne Laserschutzbrille erkannt werden, wobei wiederum in den dominanten Wellenlängenbereichen um ca. 490nm eine erhöhte Anzahl von Verwechslungen notiert werden konnte.

Diskussion

Die Farbwahrnehmung zeigte in den unterschiedlichen Beleuchtungssituationen statistisch signifikante Unterschiede. Bei der Wahl des geeigneten Leuchtmittels sollte daher auf ein möglichst kontinuierliches und vollständiges Lichtspektrum geachtet werden.

Die Probemessungen zeigen erste Anwendungsmöglichkeiten auf, wie mit der digitalen Farbtest-Software Messungen durchgeführt werden könnten. Dazu muss jedoch zuerst der Test validiert bzw. kalibriert werden.

Literatur

^[1] Beeinflussung des Farbspektrums und Farbsehvermögens durch das Tragen eines Laserschutzes, Bärtschi und Niederhauser, 2015