

Abstract zur Masterarbeit

Fachgebiet: Physiologische Optik
Name: Letzin, Ronny
Thema: **Aufbau eines Modells zur Hellempfindung im mesopischen Bereich**
Jahr: 2010
Betreuer: Dr. rer. nat. Carola Wicher
Dr. rer. nat. Michael Marutzky

Ziel. Die Hellempfindung im mesopischen Bereich ist noch nicht vollständig erschlossen. Bisher gültige spektrale Empfindlichkeitskurven bewerten die Helligkeitswahrnehmung nur unzureichend. Die vorliegende Arbeit zeigt ein Modell auf, welches die wahrgenommene Helligkeit in Abhängigkeit der spektralen Verteilung, des Leuchtdichteadaptationsniveaus und der stimulierten Netzhautgröße beschreibt. Der Einfluss des Geschlechts, des Alters und des Dominanzverhaltens (

Material und Methode. Unter Anwendung einer sukzessiv-binokularen Methode wurden ermittelte Leuchtdichteverhältnisse ($L_{\text{test}}/L_{\text{ref}}$) nach dem Abgleichkriterium „gleich hell“ von 5 ältere Probanden aufgenommen und zusätzlich zu den 19 bestehenden Datensätze jüngerer Personen ausgewertet. Als Stimuli dienten neben dem tageslichtähnlichen D65 alle verkehrsüblichen Spektren sowie ein modifiziertes Spektrum mit hohem kurzwelligem Anteil (P9K2). Die Ergebnisse werden mittels einer mehrfaktoriellen Varianzanalyse ausgewertet, um die Beurteilung der aufgestellten Forschungshypothesen zu unterstützen. Eine (multiple) lineare Regression gibt Aufschluss über den Zusammenhang der drei auf die eingestellten Leuchtdichteunterschiede einwirkenden Variablen.

Ergebnisse. Bezogen auf die Referenz haben die spektrale Verteilung einer Lichtquelle, die stimulierte Netzhautgröße und das Leuchtdichteadaptationsniveau einen signifikanten Einfluss auf die wahrgenommene Helligkeit. Netzhautgrößenspezifische Wichtungssysteme berücksichtigen den Einfluss der Netzhautgröße auf die Hellempfindung besser als die $V(\lambda)$ -Funktion. Im mesopischen Bereich bestätigt sich der Purkinje-Effekt. Das Geschlecht ($p = 0,122$) und das Alter ($p = 0,422$) haben keinen signifikanten Einfluss auf die eingestellten Leuchtdichteunterschiede. Der Effekt des Dominanzverhaltens weist einen hochsignifikanten Einfluss ($p = 0,000$) auf. Es wurden drei Funktionen bestimmt, die die empfundene Helligkeit in Abhängigkeit der spektralen Verteilung, der stimulierten Netzhautgröße und des Leuchtdichteadaptationsniveaus, beschreiben. Das Bestimmtheitsmaß jeder Formel ($R^2 = 0,992$ für $1,25^\circ$; $R^2 = 0,993$ für 10° und $R^2 = 0,948$ für 64°) zeigt eine sehr gute Anpassung der Funktion an die empirischen Daten.

Schlussfolgerung. Eine mesopische Hellempfindung kann nicht über photopische spektrale Empfindlichkeitsfunktion beschrieben werden. Das Regelungssystem des Menschen sollte in Abhängigkeit der physiologischen Parameter über eine mathematische Funktion beschrieben werden. Das entwickelte Modell zur Hellempfindung im mesopischen Bereich beschreibt den Helligkeitsunterschied über die eingestellten Leuchtdichteunterschiede bezogen auf ein Referenzspektrum. Eine Validierung steht noch aus.

Schlüsselwörter. Mesopisches Sehen, Hellempfindlichkeit, Purkinje-Effekt, Modellbildung, Successive Binocular Brightness Matching

Abstract Master Thesis

Specific Field: Physiological optics
Name: Letzin, Ronny
Master Thesis: **Construction of a model for brightness perception in the mesopic range**
Year: 2010
Supervising Tutor: Dr. rer. nat. Carola Wicher
Dr. rer. nat. Michael Marutzky

Purpose. Under mesopic conditions brightness perception is not yet fully developed. This study suggests a model to describe brightness perception in the mesopic range depending on the spectral distribution, the adaptation level and the stimulated retina area. The influence of gender, age and dominance on subject's brightness perception is discussed.

Methods. Using a successive-binocular method, luminance ratios of the test/reference signal with the match criterion "equally bright" of 19 young subjects were evaluated. Data from 5 elderly subjects were added. Five stimuli, including a configured spectrum with high spectral blue (P9K2) next to broadband spectral distributions, which are representing standard street lightings, were used. Results are evaluated with a three factorial variance analysis in order to support the assessment of formulated research hypotheses. A (multiple) linear regression shows the correlation between the three independent variables and the dependent variable.

Results. The spectral power distribution, the stimulated retinal area and the luminance adaptation levels have an influence on the perceived brightness related to a reference. Retinal-size specific weighting schemes take into account the effect of retinal size on the brightness perception better than $V(_)$ -luminous efficiency function. Under mesopic conditions the Purkinje-effect is confirmed. There is no significant influence of gender ($p = 0,122$) and age ($p = 0,422$). Only the influence of dominance shows a statistical significance ($p = 0,000$). Therefore, the dominance affects the standard deviation and the value of the luminance. Three functions were found to describe the brightness perception depending on the spectral distribution, the adaptation level and the stimulated retina area. The coefficient of determination for each formula ($R^2 = 0,992$ for $1,25^\circ$; $R^2 = 0,993$ for 10° and $R^2 = 0,948$ for 64°) show a good agreement to the empirical data.

Conclusion. Brightness perception in the mesopic range cannot be described by photopic luminous efficiency functions. The human physiological system of brightness perception depending on the physiological parameters should be described by mathematical functions. The chosen model for brightness sensitivity in the mesopic range describes the set luminance contrast relative to a reference spectrum. Validation is still pending.

Keywords. brightness-luminance-discrepancy, mesopic vision, luminous efficiency, Purkinje-effect, modelling, successive-binocular brightness matching