

# **Das Sehen im mesopischen Bereich - Physiologische und lichttechnische Aspekte**

*PD Dr.-Ing. habil. Peter Bodrogi, Technische Universität Darmstadt  
bodrogi@lichttechnik.tu-darmstadt.de*

In der Kfz- und Straßenbeleuchtung finden die Sehaufgaben der Verkehrsteilnehmer im mesopischen Bereich zwischen  $0,05 \text{ cd/m}^2$  und  $5\text{-}10 \text{ cd/m}^2$  statt. Die wichtigsten Sehaufgaben schließen die visuelle Bewertung der Helligkeitsempfindung, den visuellen Suchvorgang, die Detektion der Sehobjekte, die Reaktion auf diese Sehobjekte sowie die Erkennung dieser Sehobjekte ein. Dabei erweist sich die Sehaufgabe der Objektdetektion als Grundlage für eine schnelle Reaktion besonders verkehrsrelevant.

Die Bewertung der wahrgenommenen Helligkeit der gesamten Straßenszene ist ein längerer Vorgang. Die insgesamt vorhandene, von den Objekten reflektierte Lichtmenge wird dabei visuell erfasst. Das Erkennen eines Sehobjektes geschieht auf Grund dessen Detailausprägungen, die auf der Netzhaut des Beobachters örtlich fein aufgelöst werden. Im mesopischen Bereich ändert sich der Wahrnehmungsmechanismus des menschlichen Sehsystems sehr stark. Entscheidende Einflussparameter sind die Sehaufgabe, das Leuchtdichteniveau, die Lichtfarbe der Beleuchtung und die Position des Sehobjektes.

Die deutliche Abhängigkeit der mesopischen Wahrnehmung von den o. g. Parametern hängt damit zusammen, dass die Wechselwirkungen der beiden Rezeptortypen der Netzhaut (L-, M- und S-Zapfen sowie Stäbchen) den Sehvorgang im Dämmerungsbereich bestimmen. So werden die verschiedenen Rezeptorsignale in Abhängigkeit der Einflussparameter im Verlauf der Verarbeitung im Sehsystem unterschiedlich kombiniert.

Die herkömmliche Photometrie - das heißt die auf der  $V(\lambda)$ -Funktion basierenden Größen der photopischen Leuchtdichte und Beleuchtungsstärke - beschreibt nur die Sehaufgabe der zentralen Objekterkennung. Daran sind aber nur die L- und M-Zapfen beteiligt. Somit ist die Anwendbarkeit der photopischen Leuchtdichte auf das Erkennen von kleineren fovealen Sehobjekten bis zu einer Größe von  $2^\circ$  begrenzt. Diese Bedingung hat, wie oben erläutert, jedoch lediglich eine untergeordnete Bedeutung im alltäglichen Verkehrsgeschehen. Zur Beschreibung der verkehrsrelevanten mesopischen Sehaufgaben müssen mesopische Sehmodelle eingesetzt werden.

## **Literatur**

P. Bodrogi, T.Q. Khanh, Kapitel III-1.1.1 (Sehen: mesopische Sehleistung) in der 51. Ergänzungslieferung (03/11) des Handbuchs für Beleuchtung (Lange), [www.hjr-verlag.de](http://www.hjr-verlag.de), 2011.

# Vision in the mesopic range - Physiological and lighting engineering aspects

*PD Dr.-Ing. habil. Peter Bodrogi, Technische Universität Darmstadt  
bodrogi@lichttechnik.tu-darmstadt.de*

In automotive and street lighting, visual tasks are carried out in the mesopic range between  $0.05 \text{ cd/m}^2$  and  $5\text{-}10 \text{ cd/m}^2$ . The most important visual tasks include brightness perception, visual search, object detection, and the reaction to and recognition of these objects. The visual task of detection is the basis of a quick reaction hence it is especially relevant to night-time traffic.

The assessment of the perceived brightness of the entire street is a long procedure where the entire amount of light reflected from all objects in the scene is evaluated visually. Object recognition is based on the visual details of the object to be resolved spatially on the retinal mosaic of the observer. In the mesopic range, the state of adaptation of all mechanisms of the human visual systems changes rapidly with illuminance level influenced by several parameters including visual task, luminance level, light source chromaticity and object position.

These changes of mesopic visual performance are caused by the varying interactions among the different light receptors of the retina, L-, M- and S-cones as well as the rods. It is the interacting signals of these receptors that determine the properties of the visual pathways contributing to mesopic visual perception and performance. Depending on the above mentioned parameters, receptor signals are combined in a different way.

In the mesopic range, conventional photometry - the concepts of luminance and illuminance based on the  $V(\lambda)$  function – can account for only one specific visual task i.e. central (foveal) object recognition including a weighted sum of L- and M-cone signals only. Hence, photopic luminance and photopic luminance contrast can be applied only to predict the performance of the visual task of recognizing small ( $\leq 2^\circ$ ) foveal objects. But latter visual task is not relevant for the human observer involved in night-time traffic, as seen above. To predict the visual performance of relevant mesopic visual tasks especially object (visual target or obstacle) detection, models of mesopic visual performance shall be used.

## Literature

P. Bodrogi, T.Q. Khanh, Kapitel III-1.1.1 (Sehen: mesopische Sehleistung) in der 51. Ergänzungslieferung (03/11) des Handbuchs für Beleuchtung (Lange), [www.hjr-verlag.de](http://www.hjr-verlag.de), 2011.