

Progress report about the mesopic vision as an example car lighting

Stephan Völker
Sabine Raphael
Dirk Kliebisch

May 25, 2005



LAB Development has been affected by ...

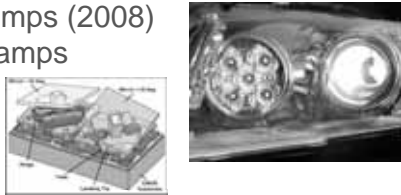
During the last 10 years:

- Gas Discharge Lamps
- New strategies of reflectors
- Dynamic bending Light (2003)



In the future:

- Adaptive front lighting system (2006)
- LED headlamps (2008)
- DMD headlamps

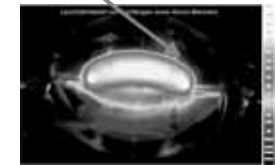
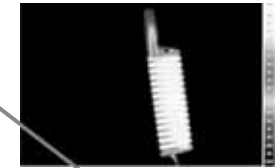
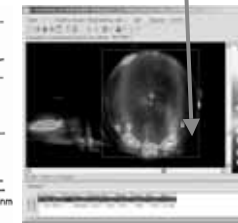
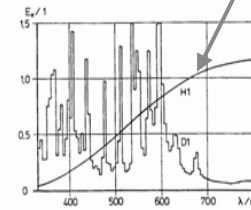


Folie 2

Diese Präsentation ist vertraulich zu behandeln. Die Weitergabe sowie Vervielfältigung, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts ist nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung gestattet. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere für den Fall der Schutzrechte.

LAB Consequences of this Development ...

- Higher Luminance
- Very inhomogeneous luminance distribution or extreme peaks
- Different spectral distributions



More safety?

Folie 3

Diese Präsentation ist vertraulich zu behandeln. Die Weitergabe sowie Vervielfältigung, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts ist nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung gestattet. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere für den Fall der Schutzrechte.

LAB

What are the criteria for the evaluation of such new headlamps ?

Folie 4

Diese Präsentation ist vertraulich zu behandeln. Die Weitergabe sowie Vervielfältigung, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts ist nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung gestattet. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere für den Fall der Schutzrechte.

LAB

Why don't we find a label for the recognition distance of our headlamp?

Folie 5

Diese Präsentation ist vertraulich zu behandeln. Die Weitergabe sowie Vervielfältigung, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts ist nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung gestattet. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere für den Fall der Schutzrechte.

**What can we say to the
brightness evaluation of light
distributions under mesopic
conditions?**

Folie 6

Diese Präsentation ist vertraulich zu behandeln. Die Weitergabe sowie Vervielfältigung, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts ist nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung gestattet. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere für den Fall der Schutzrechts.

**... for all these questions –
we are looking for answers ...**

Folie 7

Diese Präsentation ist vertraulich zu behandeln. Die Weitergabe sowie Vervielfältigung, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts ist nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung gestattet. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere für den Fall der Schutzrechts.

**1. Recognition distance
under mesopic conditions**

Folie 8

Diese Präsentation ist vertraulich zu behandeln. Die Weitergabe sowie Vervielfältigung, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts ist nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung gestattet. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere für den Fall der Schutzrechts.

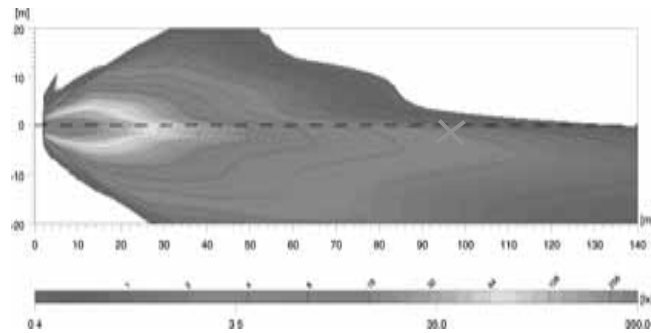
What are we doing today?

1. Legislation: Minimal illuminance value
2. In the literature: different models
 - Model of Eckert
 - Model of Kokoschka
 - Rea etc.

Folie 9

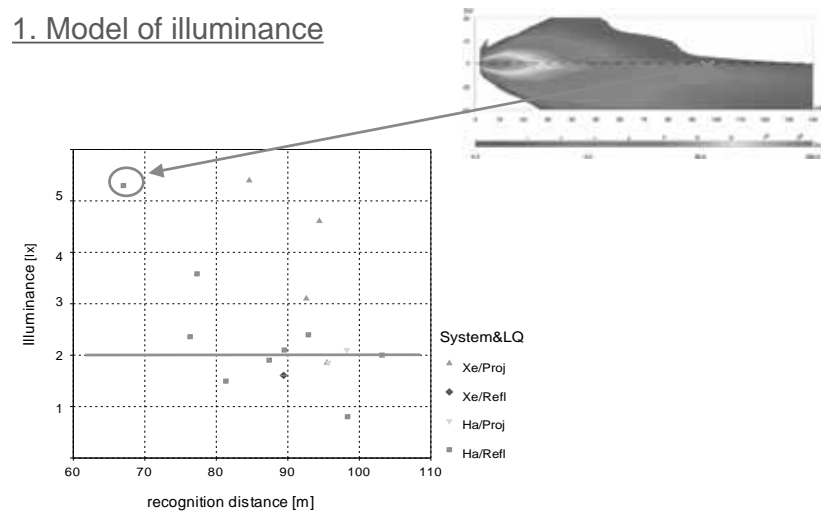
Diese Präsentation ist vertraulich zu behandeln. Die Weitergabe sowie Vervielfältigung, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts ist nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung gestattet. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere für den Fall der Schutzrechts.

1. Model of illuminance



- Illuminance distribution on the road
- Points of intersection

1. Model of illuminance



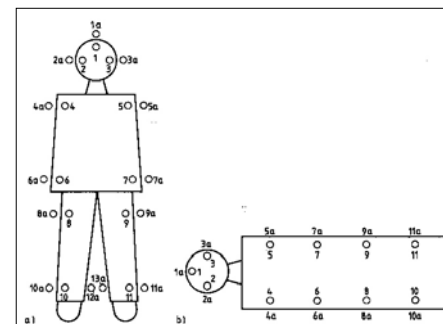
2. Model of Eckert – recognition of pedestrians

Differences of luminance:

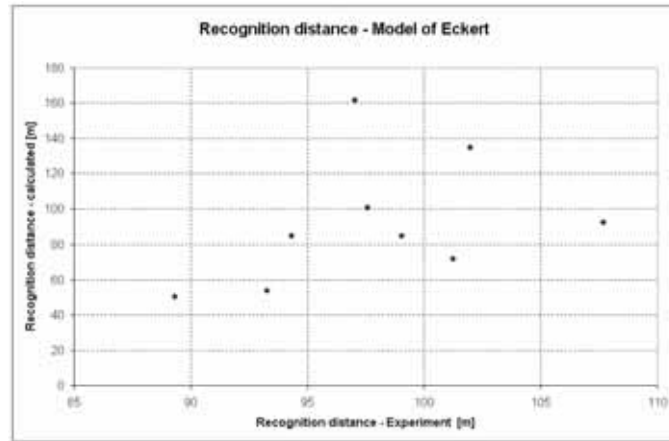
$$\Delta L_{existent} > \Delta L_{threshold}$$

$$\Delta L_{threshold} = K \cdot C \cdot \left(\frac{A}{\alpha} + B \right)^2$$

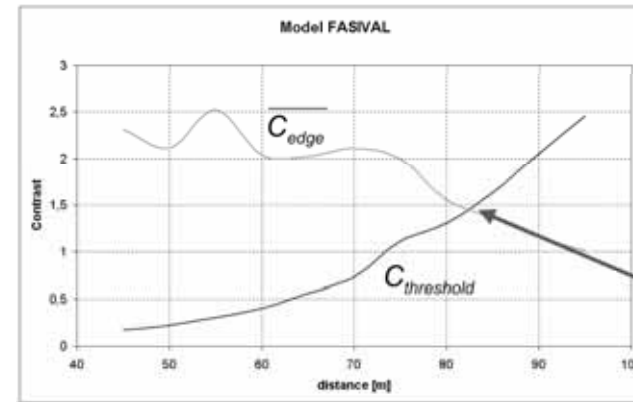
2. Model of Eckert – recognition of pedestrians



2. Model of Eckert – recognition of pedestrians



3. Model of Kokoschka - FASIVAL



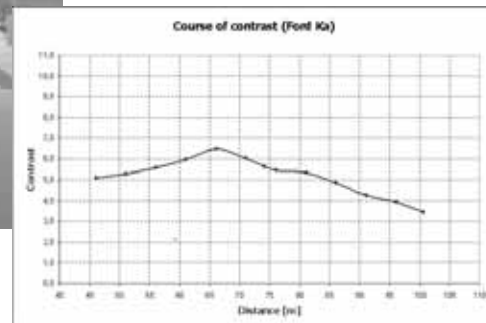
$$VL = \frac{C_{edge}}{C_{threshold}}$$

VL_{Grenz}
object becomes visible

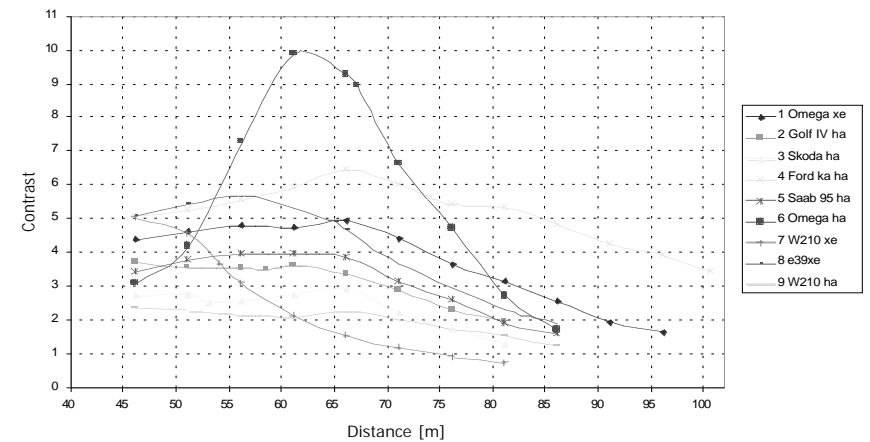
4. Courses of contrast



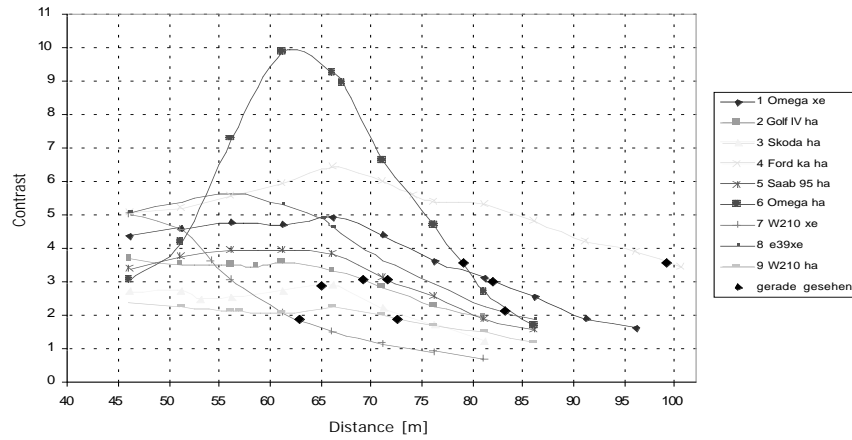
$$C = \frac{L_o - L_u}{L_u}$$



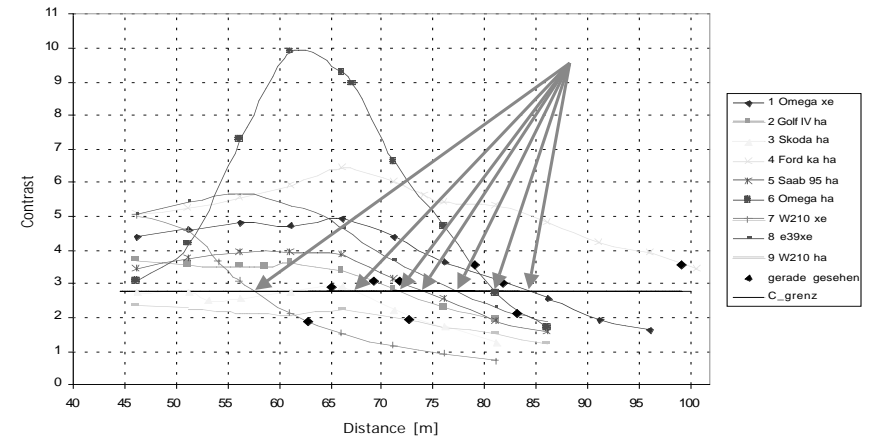
Courses of contrast



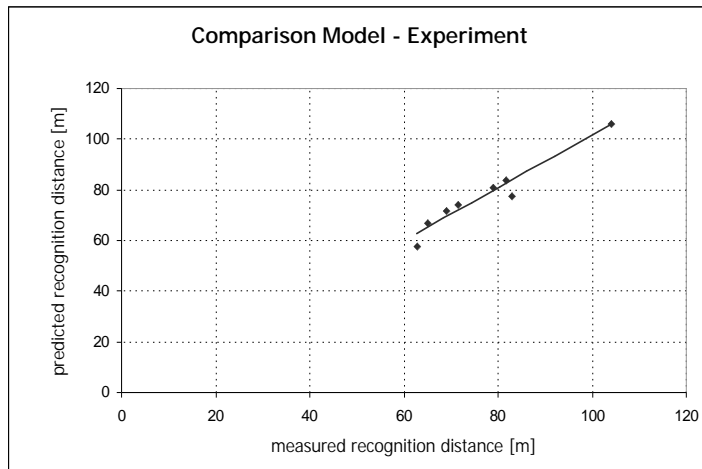
Courses of contrast + recognition distances



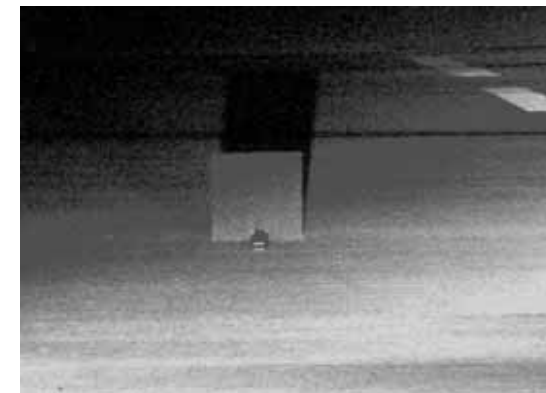
Courses of contrast + recognition distance



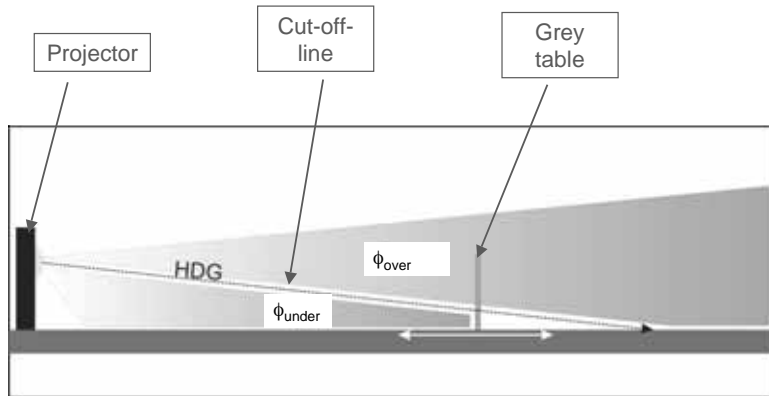
Comparison Model - Experiment



a) Effect of perspective on recognition distance
different angles of view → different shadows

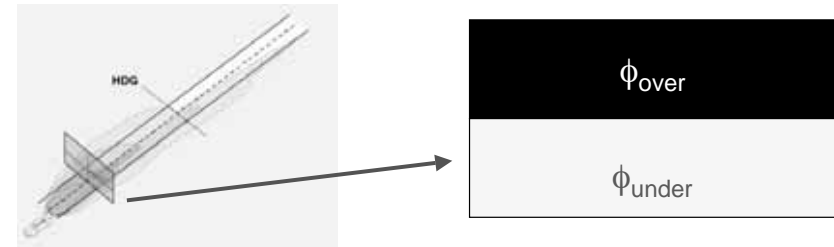


b) Luminous flux over & under the cut-off-line



Folie 22

Projected figure on a vertical wall in 25 m:

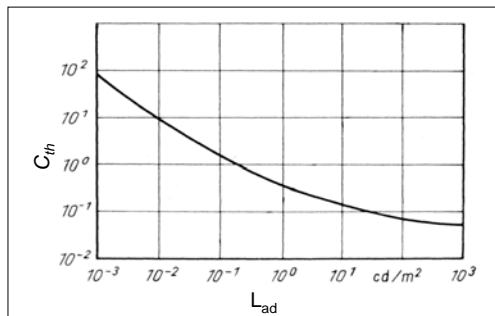


Describing quantity for recognition distance: $\frac{\phi_{\text{over}}}{\phi_{\text{under}}}$

Folie 23

c) Effect of adaptation luminance on recognition distance

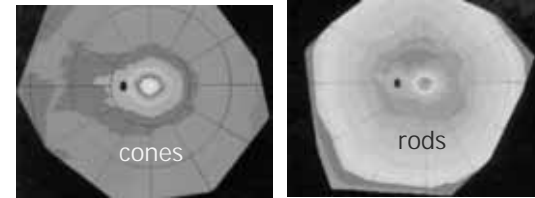
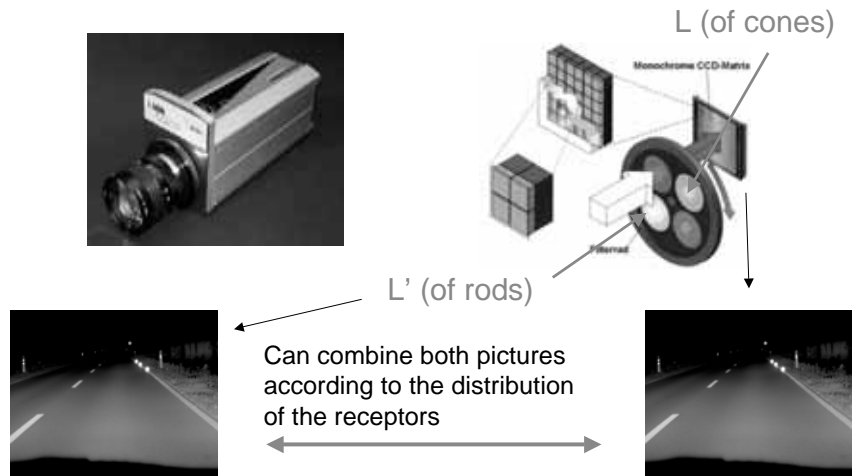
What is the adaptation luminance?



Folie 24

2. Evaluation of brightness

Folie 25

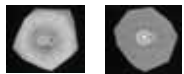


[Curcio90]

So we can consider:

1. different sensitivity of brightness (rods < 16 cd/m²
cones > 0,01 cd/m²)
2. different spectral sensitivity (rods V'(8); cones V(8))
3. different form sensitivity (interconnection of receptors)

resolution of the retina and of
the human eye



spectral sensitivity of
the retina

stray light & diffusion

geometrical aberrations



luminance picture

MOVE - Mesopic Optimisation of Visual Efficiency

Results:

Linear Model:

- applicable in situations with broad spectral power distributions

$$M(x) \cdot V_{mes}(\lambda) = x \cdot V(\lambda) + (1-x) \cdot V'(\lambda)$$

$V_{mes}(\lambda)$... relative spectral luminous efficiency function

$M(x)$... normalizing function

x ... $f(L_{BGr,ph}, L_{BGr,scot})$

Chromatic Model:

- stimuli with narrow spectral power distribution

$$V_{mes}(\lambda) = a_1 V(\lambda) + a_2 V'(\lambda) + a_3 |L(\lambda) - a_4 M(\lambda)| + a_5 S(\lambda)$$

- MOVE:

visual performance
What can the human eye perceive? → general laws of perception,
model of measurement

- new attempt:

model of the human eye → What can the human eye recognise / perceive?
↓
modified luminance measurement

Thank you for your attention!

