



BRIGHT MINDS,
BRIGHT LIGHTS.

Einbindung Fahrzeugbeleuchtung in der Smart City der Zukunft



PHOTONICS 4 Smart and Green Cities.

Mit Photonik Zukunft gestalten.

PHOTONICS
AUSTRIA



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International
Day of Light

Aufgaben einer modernen KFZ- (Front)Leuchte

BMW 7er: 132 verschiedene Teile / 259 Teile gesamt

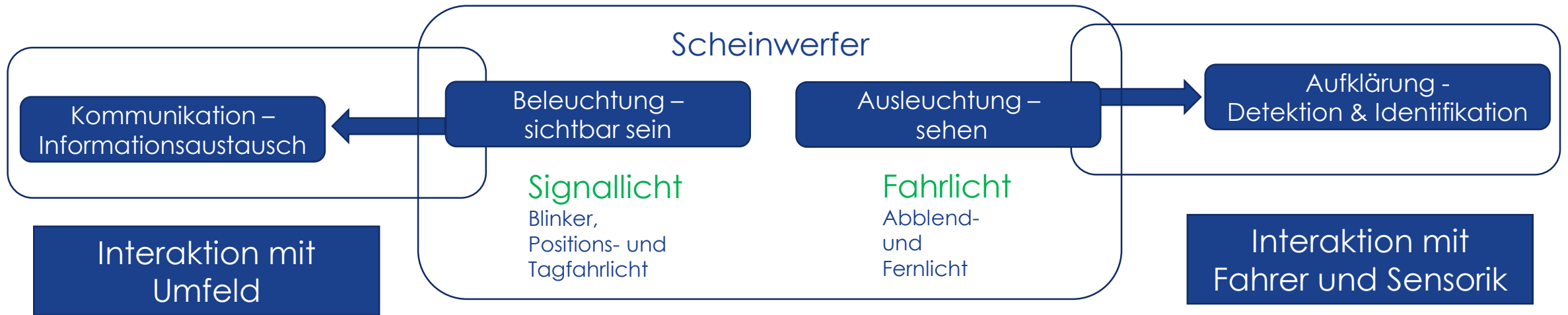


- **Verbesserung der Sicht des Fahrers** in der Nacht
→ Erhöhung der generellen Verkehrssicherheit
- **Erhöhung der Sichtbarkeit**
von Verkehrsteilnehmern (bei Tag und Nacht)
- **Kommunikation von Fahrer- Entscheidungen und Vorhaben**
an andere Verkehrsteilnehmer
- **Kommunikation mit dem Fahrer**
Warnhinweise
- Frontleuchten sind **Schlüsselkomponenten für Design**
„Die Augen des Autogesichts“

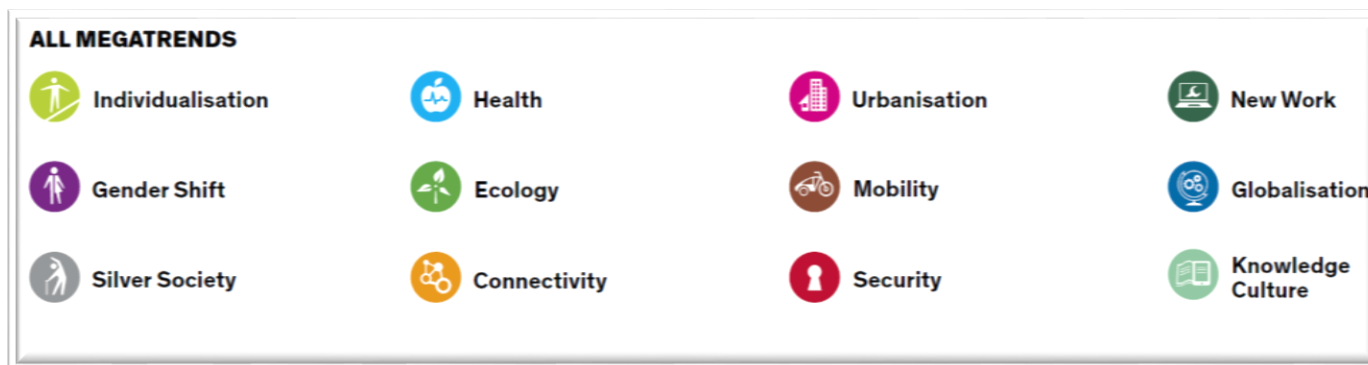
Ein Lichtsystem besteht aus

- > Lichtmodulen: Lichtquellen mit Optik und Kühlung
- > Elektrik und elektronische Ansteuerung
- > Einhausung der Leuchte mit Trage- und Designelementen
- > Und vor allem: Logische **Lichtfunktion** für Lichtverteilung

Mögliche **Ausweitung der Aufgaben** über generische Klassen von Anwendungsfällen:



+ mögliche weitere Aspekte für Einsatz von Licht



Ableitung von
Innovationsclustern

Trends – Auto Frontleuchte

Sicherheit - Komfort
Display - Kommunikation - Information
Lebensqualität/Styling – Wellness



Smarte Interaktion

Allgemeine Licht Trends

Notfall/Sicherheit - Bewusstheit
Erweiterung - Identität + Teilen
Ubiquität - Konnektivität
Überwachen - Helfen -
Unterhaltung



Umsetzung Trends der Fahrzeugbeleuchtung



Individualization



Digitization



E-Mobility



Autonomous driving



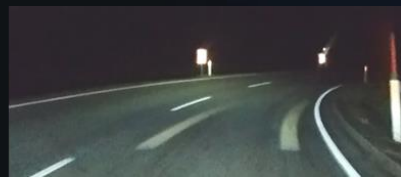
Sustainability



BMW i Vision



Copyright © 2021. LG Electronics Inc. All Rights Reserved.



Neue Mobilitäts-Ecosysteme entstehen am Markt

Tier1s



OEMs



Patente für

Parkplatzmanagement, dynamische Straßenbeleuchtung, Verkehrsleitung, Autonomes Fahren / Parken, car sharing, smarte Infrastruktur, smart laden

- Figure 1: Angular positions of passing beam photometric requirements (indicated for right-hand traffic)
-

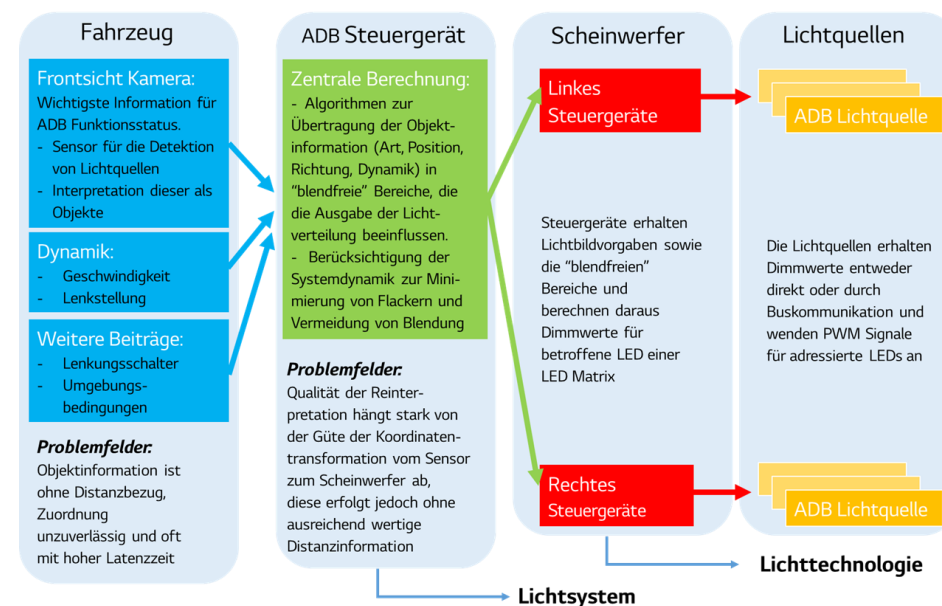
Dies kann sowohl autark optoelektronisch, als auch über Datenaustausch abgestimmt geschehen.

Adaptivität von Fahrlicht – ADB

- > Moderne Lichtsysteme haben bereits grundsätzlich hohe opto- elektronische Anpassungsfähigkeit:
 - > Aufteilung des Lichtbilds in zwischen 100 und 10^6 **dimmbare Segmente**
 - > Einzeln **ansteuerbar mit hoher Taktrate 10-100 Hz**
- > Dies ist eine **Grundvoraussetzung für smarte Interaktionsfähigkeit**.
- > Einzelne Subfunktionen mit unterschiedlichen Aufgaben und unterschiedlichen nötigen Steuervorgaben:
 - > **Selektives Ausblenden** von Verkehrsteilnehmern (Blendfreies Fernlicht)
 - > **Szenen bezogene Anpassung** der Lichtverteilung (AFS: Stadtlicht, Abbiegelicht..)
 - > Hervorhebung von **Teilszenen und Ausgabe von Symbolen** (Baustellenassistent)
 - > **Situationsbezogene Hervorhebung** von Objekten (Markierungslicht)
- > **Indirekt:** Unterstützung von Sensorik

Limitationen aktueller Systeme:

- > Systemgrenzen
- > Latenzen
- > Berechnungsannahmen
- > **Keine Rückmeldung vom Lichtsystem zur Kamera**
- > **Keine lichtspezifischen Messdaten**



Grundlagen und Voraussetzungen für fahrerorientierte, ökologische Frontlichtverteilungen, basierend auf maschineller Umgebungserfassung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Definition EU Kommission

- > A smart city is a place where traditional networks and services are made more efficient with the use of digital solutions for the benefit of its inhabitants and business.
- > A smart city goes beyond the use of **digital technologies for better resource use** and **less emissions**. It means smarter **urban transport networks**, upgraded water supply and waste disposal facilities and more efficient ways to light and heat buildings. It also means a more **interactive and responsive** city administration, **safer public spaces and meeting the needs of an ageing population**.

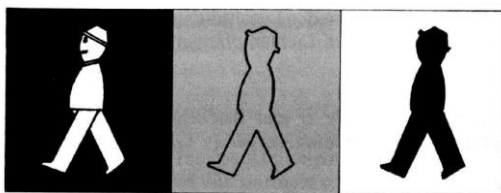
Ziele

- Übergang von der statischen zur dynamischen Lichtverteilung
- Situative & Personalisierte Lichtverteilungsregelung



> Kontrast:

> Stark von Szene abhängig;
Kann positiv/negativ ausgeprägt
sein (Land / Stadt)



> Objektreflektivität

> Schwellenleuchtdichte:

abhängig von Betrachtungsdauer,
Objektgröße und -Form

> Wahrnehmung:

Stark von Situation und
Aufgaben abhängig
(Aufmerksamkeit)

▪ Schwellenleuchtdichtedifferenz
sinkt mit steigender
Beobachtungszeit

▪ 200 ms (min. Beobachtungs-
dauer im Straßenverkehr)
→ 1,625

▪ 2000 ms (Standardwert)
→ 1

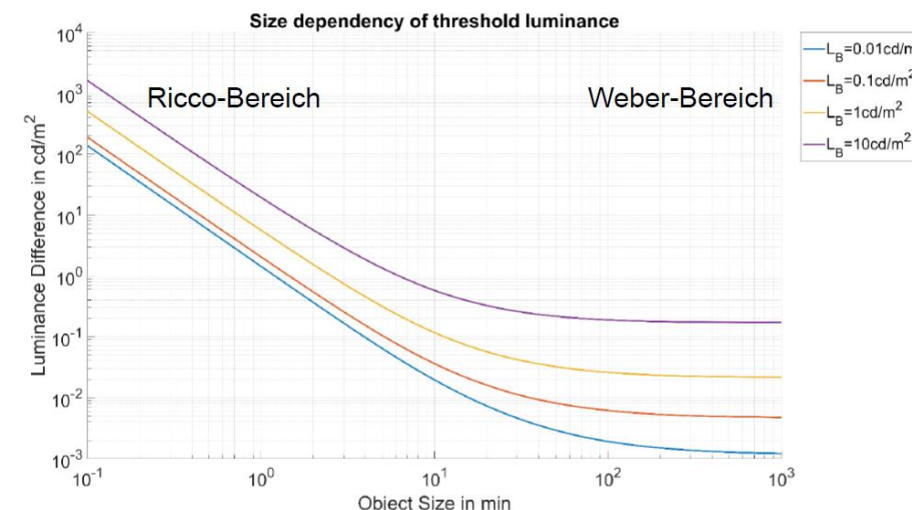
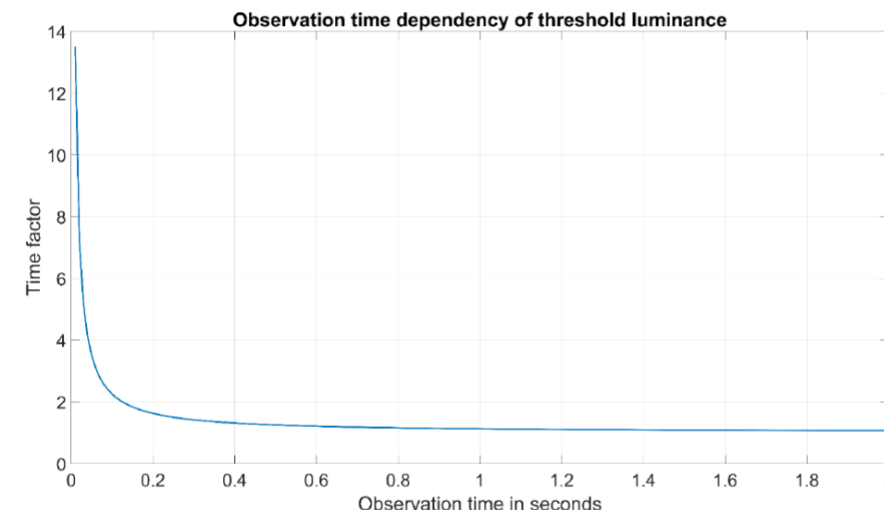
▪ Abhängigkeit von
Objektgröße je nach Bereich

▪ Ricco Bereich: Abhängig von
Größe

▪ Weber Bereich: Unabhängig
von Größe

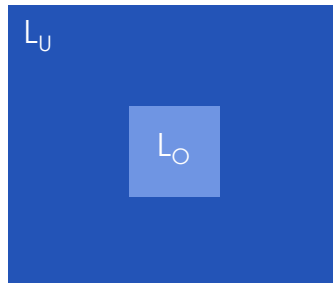
▪ "Kritischer" Winkel abhängig
von Umfeldleuchtdichte

▪ Schnittpunkt der zwei Geraden



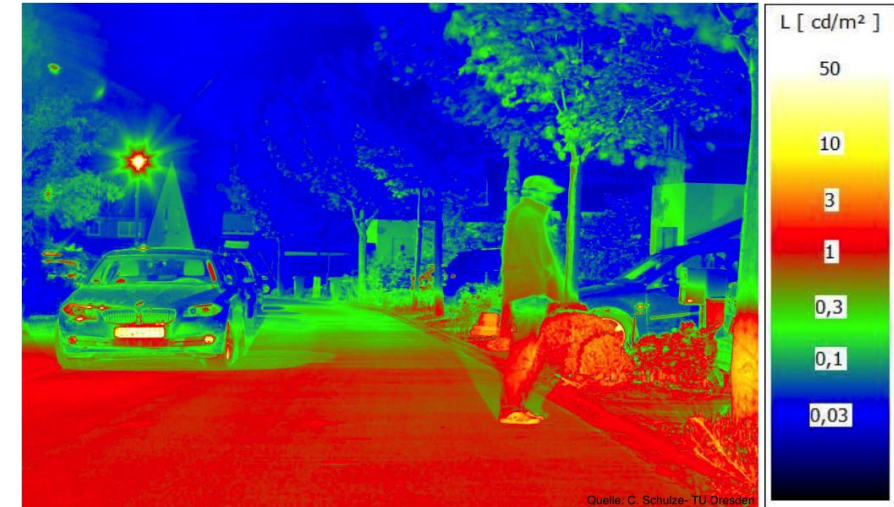
Konventionelle Kontrastberechnung

$$K_W = \frac{L_O - L_U}{L_U}$$

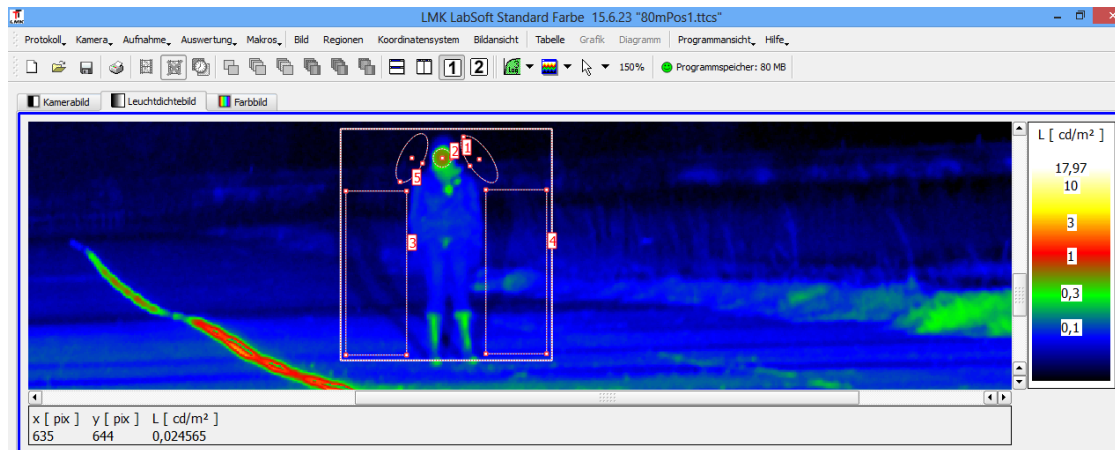


- > Anwendung für einfache Geometrien möglich
- > Bei einfachen Objekten im realitätsnahen Umfeld wird die unmittelbare Umgebung genutzt ($A_U = A_O$)

Kontrastberechnung im realen Straßenverkehr

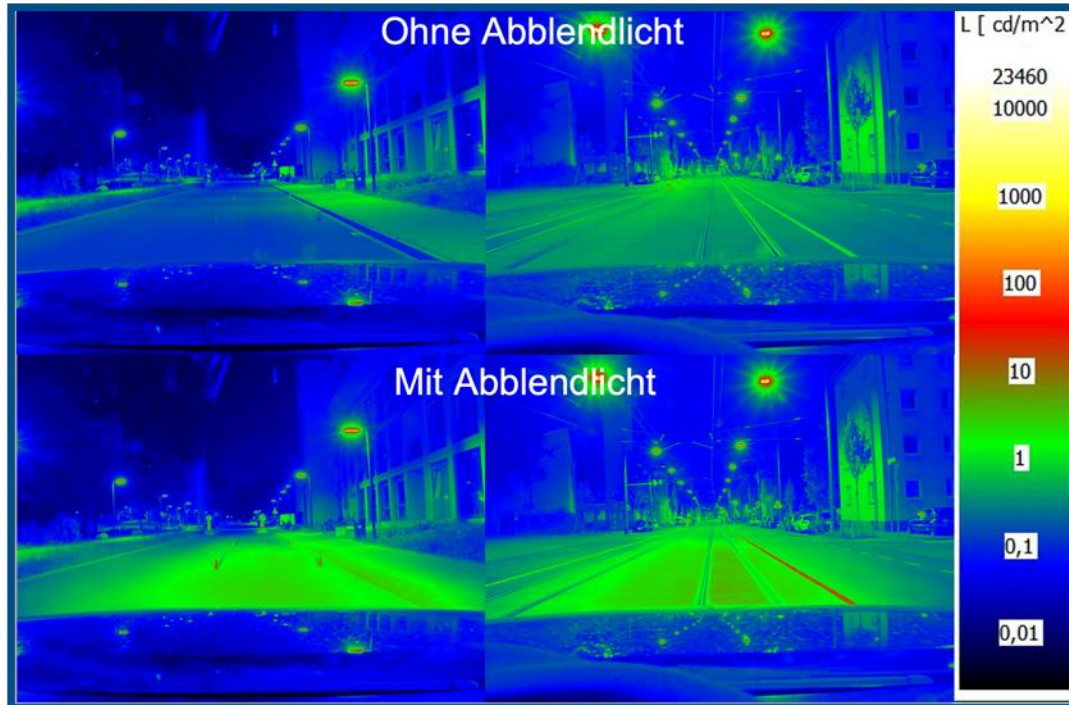


- > Bestimmung der Umgebungsleuchtdichte nicht eindeutig
- > Inhomogenitäten beeinflussen die Detektierbarkeit
- > Berechnung des Visibility Levels schwierig
 - Betrachtung der Kanten zur Berechnung des Visibility Levels



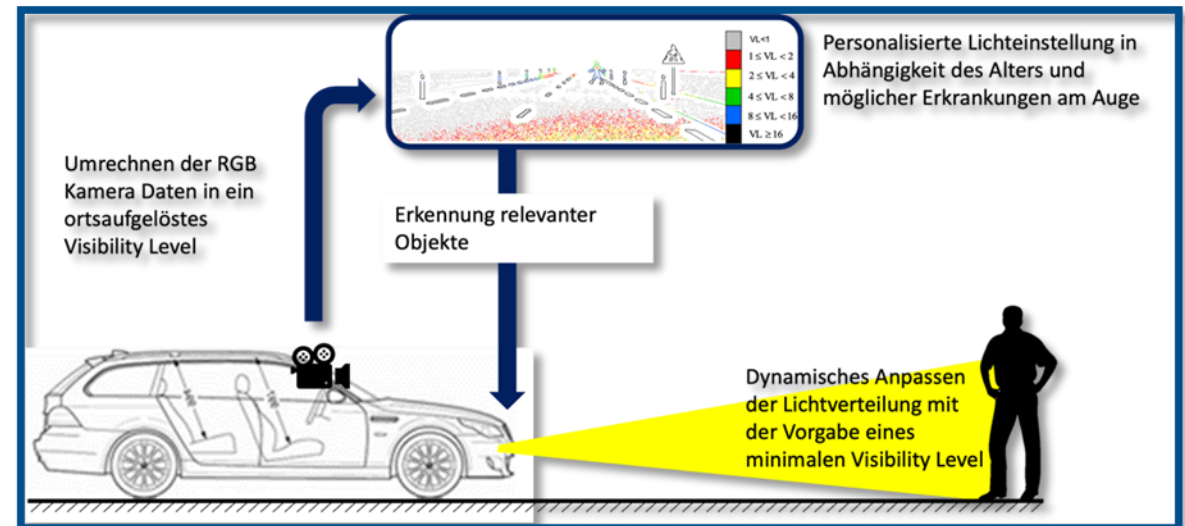
Schneider, Katharina (2018):
Object contrast determination based on peripheral Vision under night-time driving conditions.
 Darmstadt, Technische Universität, [Dissertation]

- > Stark wechselnde Helligkeits- und Kontrastsituationen
- > Blendung durch Vielzahl von Lichtquellen (Bremslichter bei dichtem Nachtverkehr)
- > Reizüberflutung

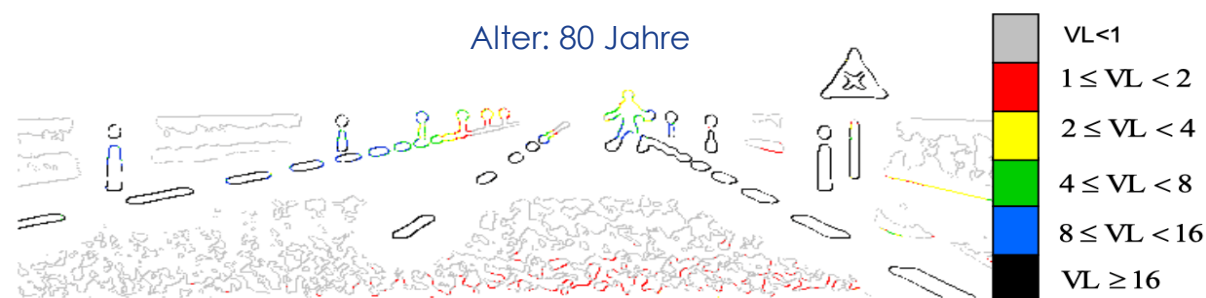


Umgebungsorientierung

- Anpassung an unterschiedliche Lichtbedingungen und Strassengeometrien



- > Verwendung von Kontrastempfindlichkeitskurven [Joulan et. al.]
 - > Verfügbar für unterschiedliche Personengruppen
 - > Alter
 - > Nationalität
 - > Photopischer oder skotopischer Bereich
 - > Mögliche Berücksichtigung von Augenkrankheiten
- > Berechnung auf Leuchtdichtebildern oder kalibrierten RGB Bildern möglich
- > Visibility criteria
 - > VL = 7 (passable Detektion)
 - > VL = 12 (zufriedenstellende Detektion)
 - > VL = 15 (bequeme Detektion)



Einbindung der Fahrzeuge in das smarte Umfeld

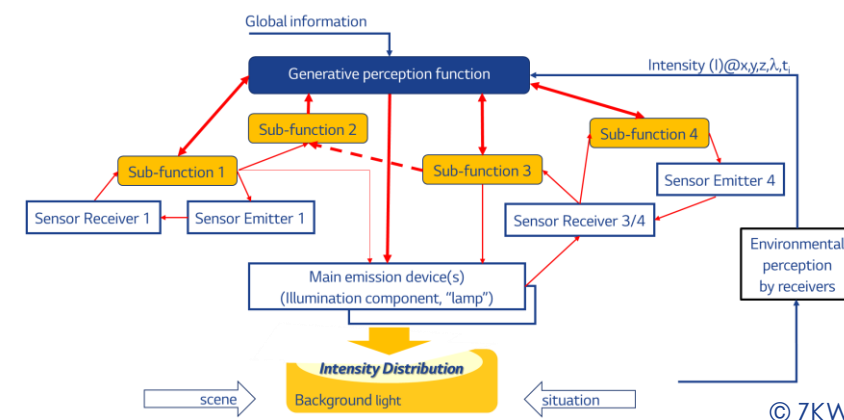
- > Mit einer **subsidiären** („Abblenden ist Verantwortung des Autos“) **Kombinations- u Steuerungslogik** könnte **integrative, adaptive Lichttechnik** gemäß unterschiedlichen Anforderungen ausgleichend regeln wobei zum Beispiel das automotive System in der Hand des Lichtsystemherstellers vereint, und somit **optimal abgestimmt auf die jeweiligen Detektionserfordernisse aus Fahrersicht**, sein könnte, jedoch offen kommunizieren und externe Informationen verarbeiten kann.
Die Kommunikation kann optisch oder per Funk sowie direkt oder über das Fahrzeug erfolgen.

- > Mit der Umgebung erfolgt übergeordnet die Abstimmung bezüglich
 - > **Unmittelbarer Kontrastmaximierung** auf Basis mehrerer Beleuchtungsrichtungen – stärken (wie in der Fotografie)
 - > **Mittelbare Energieverbrauchsminimierung** der Allgemeinausleuchtung (für nicht motorisierte Nutzer).
 - > **Minimierung von Reizüberflutung** und Lichtverschmutzung.
 - > Sicherstellung von **Blendfreiheit** vorausgesetzt – auch der statischen Lichtquellen!
- > Hierzu müsste ein **gemeinsames Szenen- und Situationsverständnis** entwickelt und umgesetzt werden:

SMART CITIES & ROAD AND AUTOMOTIVE LIGHTING

- Road lighting is expected to be a dynamic system in Smart Cities
- Dynamic road lighting is generally called **"Adaptive Road Lighting"**
- temporal controlled changes in luminance or illuminance in relation to traffic volume and/or traffic composition, time, or other influencing parameters of the surrounding environment
- where and when it is needed depending on different variable conditions, such as traveling speed, traffic volume and/or composition, ambient luminance, weather conditions and other exterior parameters
- varying human and social needs, such as aesthetics or feeling of safety and security.
- to reduce energy consumption, light pollution, and carbon dioxide (CO₂) emission while keeping road safety and security at a right level

Prof. Dr. Sermin Onaygil (TU Istanbul, ISAL2021)



© ZKW

Smart City – „The future mobility is a jam session“

Licht in der Kommunikation bei zunehmender Automatisierung von Verkehr?

- > Es wird angenommen, dass speziell in zukünftigen **gemischten, semi-autonomen, verdichteten, urbanen Verkehrssituationen** „Kommunikation“ wesentlich wichtiger werden wird, wobei alle Aspekte einer Mischinteraktion befriedigt werden müssen:
 - Menschlicher Fahrer zu/mit menschlichem Fahrer **via Maschine**
 - Maschinen ego-Fahrer mit/zu menschl. Fahrer / Passagier mit unterschiedlicher Verkehrs-Naivität und Nativität/Sozialisation
 - Maschinen ego-Fahrer zu unklarem / nicht responsiven „Vulnerable Road User“
 - Maschinen ego-Fahrer zu/mit prinzipiell responsiven, möglicherweise reagierendem Fußgänger
 - Maschinen ego-Fahrer zu anderem Maschinen Fahrer
 - Maschinen ego-Fahrer zu/mit Infrastruktur
 - Maschinen ego-Fahre zu/mit einer Vielzahl multimodaler Adressaten
 - Inter-AD-level Maschinen Fahrer zu Maschinen Fahrer/Assistenzsystem Kommunikation
 - .. und mehr: Speziell der wachsende Sektor von Micro-Verkehr braucht besondere Aufmerksamkeit (steigende e-scooter Unfallzahlen)

Offene Forschungsfragen dazu :

- > Wann und unter welchen Bedingungen interagieren Verkehrsteilnehmer direkt zwecks expliziter Kommunikation?
- > Welche Mittel werden hierfür genutzt? Können diese in ein **“visual light communication“- Konzept** transformiert werden?
 - > Projektionen und Bildschirme / displays
 - > Projektion ... “bedeutet eine Veränderung der Lichtverteilung für Zwecke der Fahrerunterstützung, ohne dass Diskomfort, Ablenkung oder Blendung anderer Strassenbenützer erfolgt.”
 - > Piktogramme und Texte
 - > Prozess des Aufbaus eines Dialogs

- > Das **automotive Lichtsystem** ist/hat derzeit als vorbestimmtes Subsystem des Fahrzeugs **kein eigenständiges Wesen**.
- > Es muss sich daher zuerst **emanzipieren** (OEMs, diverse Regulative) bevor es zum **“smarten Dienstleister”** zweier Stakeholder:
 - > **Fahrer** – als Mensch&Maschine: Sicherstellung optimaler Detektion unter allen Bedingungen
 - > **Umfeld** – Smart City&Rural Connectivity: Interaktion für gesellschaftliche Zwecke (Ökologie; seamless & managed mobility”)

werden kann.

Hierfür braucht es einen gesellschaftlichen Auftrag und eine längerfristige Vision.
(Nicht unmittelbar im scope eines Tier 1 Verständnisses).