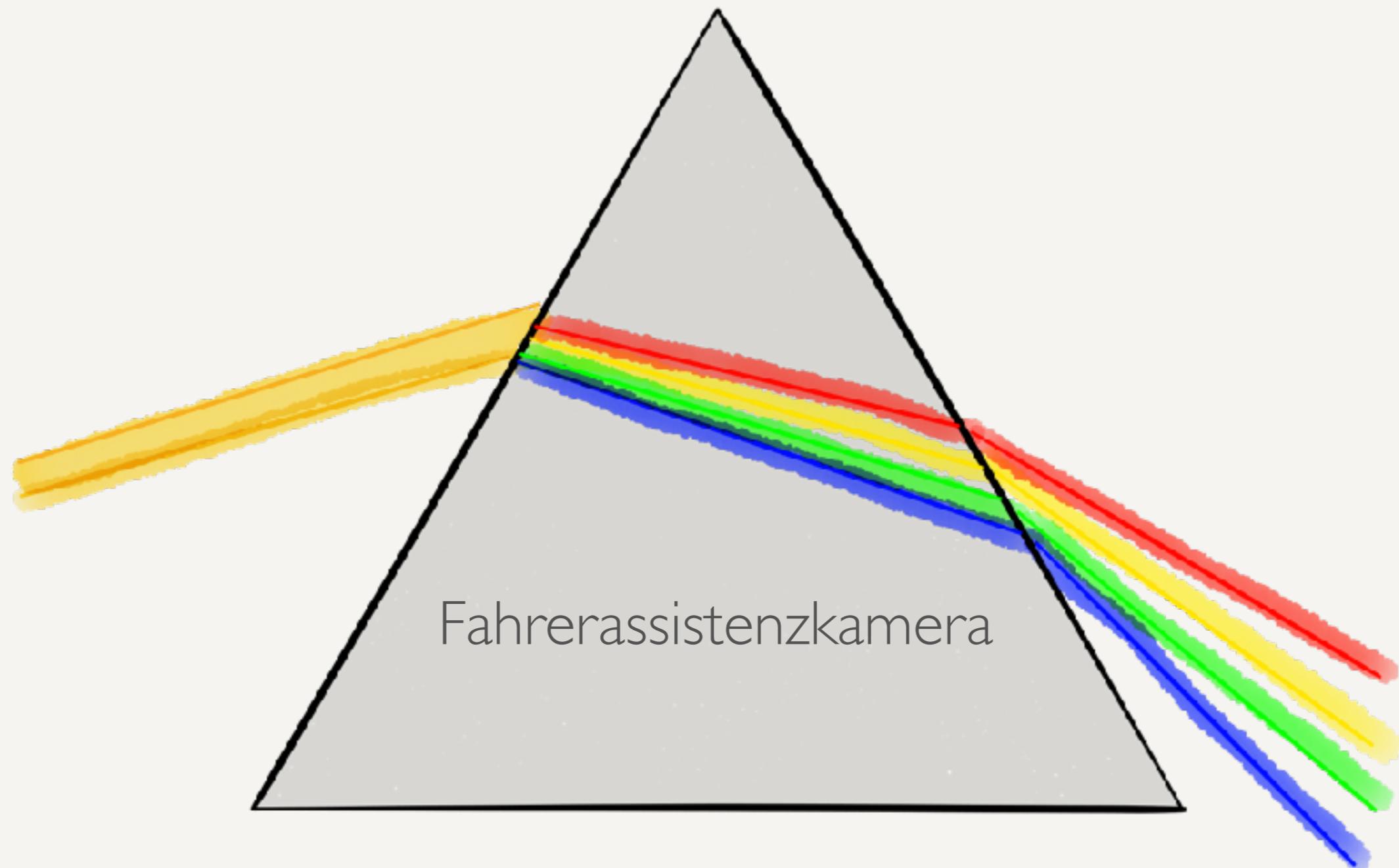


Photonik

Technische Nutzung von Licht



Überblick Fahrerassistenz-Kamera

- Überblick über Entwicklung eines Produktes in der Automobil-Industrie
- Optik-Eigenschaften von Fahrerassistenz-Kameras
- Typen von Fahrerassistenz-Kameras und Funktionen

Entwicklung in der Automobil- Industrie

Automobil-Entwicklung

Schwerpunkt:
Fahrerassistenzkameras

- Lastenheft und Spezifikationen
- Klimaprüfungen
- Qualitätsprozesse
- Testfahrten



<http://www.kostal.com/german/2-01-01-08.html>

Lastenheft und Spezifikation

- **Lastenheft** beschreibt die Anforderungen des Kunden:
 - ▶ Funktionalität
 - ▶ Vorgehensweise (Prozesse)
 - ▶ Randbedingungen
- Muss vom Lieferanten (Tier I) eingehalten werden
- **Technische Spezifikation** beschreibt die Fähigkeiten des Produkts vom Zulieferer
 - ▶ Arbeitsbereich
 - ▶ Schnittstellenbeschreibung (mechanisch, elektrisch, optisch)
- Muss vom Kunden (OEM) eingehalten werden.

Geschäftsgrundlage und Bestandteil der vertraglichen Vereinbarungen

Klima-Prüfungen

- Lebensdauersimulation durch künstliche Alterung (Stress):
 - ▶ Thermisch
 - ▶ Elektrisch
 - ▶ Mechanisch
- Damit soll sicher gestellt werden, dass das Produkt überall auf der Welt für die gesamte Lebensdauer funktioniert.
- Temperaturwechsel
- Temperaturschock
- Feuchtigkeit
- Kombinierte Temperatur-Feuchte-Zyklen
- Unter- und Überspannung
- EMV und ESD
- Vibrationen
- Auf Boden werfen
- Mit Cola überschütten
- Mit Staub vollblasen

Zeitaufwand Klimaprüfungen

- Temperaturwechsel werden gerne mit vielen Wiederholungen (Zyklen) durchgeführt.
- Nehmen Sie an:
 - 300 Voll-Zyklen
 - Halbe Stunde Haltezeit je bei T_{\min} und T_{\max} .
 - 20min Rampe
- Wie lange läuft der gesamte Versuch?

Qualität: ISO/TS 16949

- Norm zur Qualitätssicherung von Produkten in der Automobilbranche
- Definiert, wie der Zulieferer sein Produkt entwickeln, produzieren und prüfen muss.
- Riese Anzahl an Prozessen, die eingehalten werden müssen.
- Dient auch zur Zertifizierung von Unternehmen.
- Sehr hoher Aufwand um für Millionen von Stückzahlen über Jahre hinweg konstante Qualität zu erhalten.

Beispiele:

- Fehleranalyse (8d-Report)
- Prüfmaß (serienbegleitende Prüfung relevanter Größen)
- Kontrollplan und Produktions- / Warenfluss

Testfahrten

- Spezifisch für Fahrerassistenz-Kameras, weil die Interaktion mit der ganzen Welt geprüft werden muss.
 - Muss in allen Ländern der Welt getestet werden, in denen der Kunde (OEM) das Fahrzeug verkauft.
 - Extrem zeit- und kostenintensiv
- Tags und nachts
 - Dämmerung morgens und abends
 - Direktes Sonnenlicht und Bewölkung
 - Hohe und niedrige Geschwindigkeit
 - Viel und wenig Verkehr
 - Andere Verkehrsteilnehmer: Pkw, Lkw, Motorräder, Fahrradfahrer und Fußgänger
 - Stadt, Landstraße, Autobahn
 - Baustellen
 - Regen, Hagel, Graupel, Schnee, Nebel
 - Kurvig oder grade
 - Bergig, hügelig oder flach
 - Schmale und breite Straße
 - Einspurig und vierspurig
 - ...

Optische Eigenschaften

Fahrerassistenz-Kamera



Fahrerassistenz-Kamera

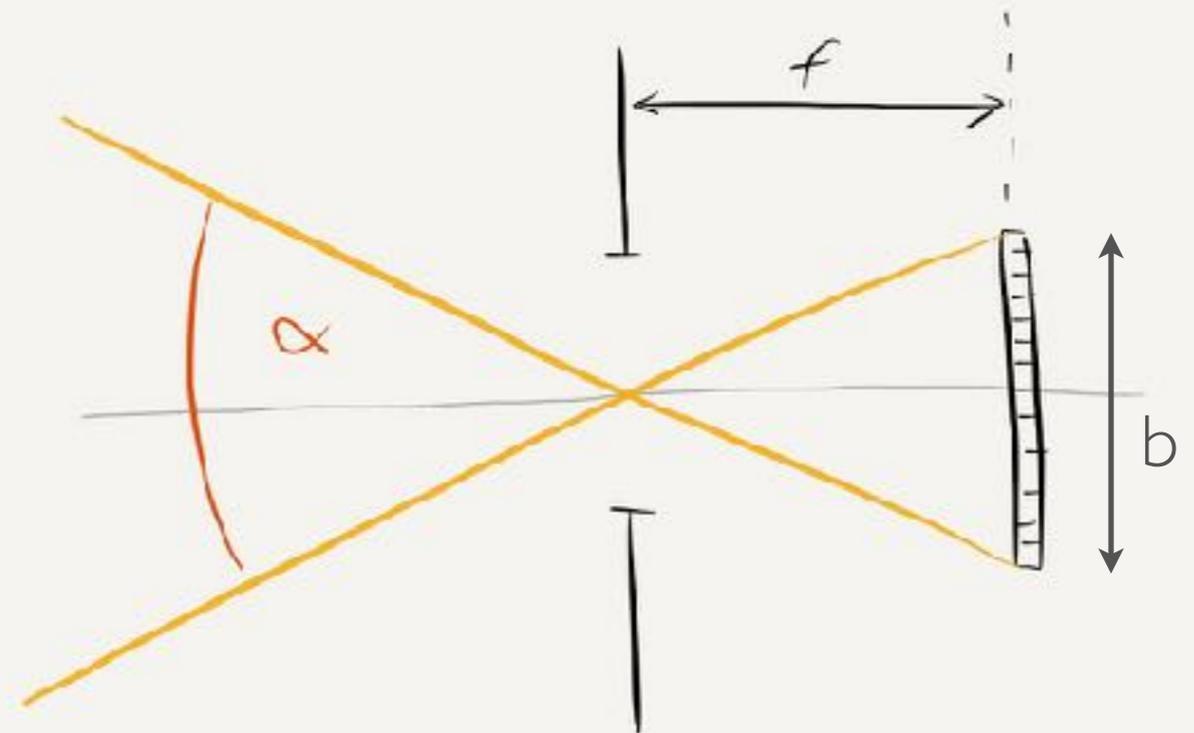
- Perspektivische Abbildung einer 3d-Welt auf einen 2d-Bildaufnehmer
- Kann keine Entfernungen messen
- Typische Sensorgröße: VGA (640 x 480 Pixel)
- Kleiner Bauraum erwünscht
- Hohe Dynamik (Tag / Nacht)
- Hohe Geschwindigkeit



Blickfeld

- Das Blickfeld ist die Winkelangabe, welcher Bereich der Außenwelt erfasst wird.
- Berechnen Sie das Blickfeld als Kombination von Sensorgröße b und Brennweite f :

$$\alpha = 2 \cdot \arctan \frac{b}{2f}$$



Aufgaben

- Welches Blickfeld hat Ihr Smartphone? Behelfen Sie sich mit den Unterlagen von letzter Woche und einer kurzen Internet-Recherche.
- Welches Blickfeld hat eine Fahrerassistenz-Kamera bei folgenden Daten:
 - Brennweite 6mm
 - 752px mal 640px
 - Pixelgröße 6 μ m.
- Schätzen Sie ab welches Blickfeld für eine gute Schilderererkennung benötigt wird.

Lochkamera

- Umgekehrt wird aus der Bildinformation auf Positionen (genauer: Richtungen) externer Objekte geschlossen.
- Hierzu wird ein Lochkamera-Modell angenommen.
- Ihr Kunde wünscht, dass auf 100m zwei Objekte mit einem Abstand von 10cm sauber aufgelöst werden können. Geht das mit der Kamera von eben?

Fluchtpunkt

<http://www.panoramio.com/photo/31530086?tag=Fluchtpunkt>

- Zwei parallele Strahlen (z.B. eine Straßenmarkierung) einer perspektivischen Abbildung treffen sich im **Fluchtpunkt** (engl. *focus of expansion*).
- Wichtiger Referenzpunkt für die Bildverarbeitung:
 - ▶ Gibt die Bewegungsrichtung an
 - ▶ Liegt auf dem Horizont.



<http://www.mactechnews.de/gallery/picture/Tote-Autobahn-73420.html>

Transmission der Windschutzscheibe

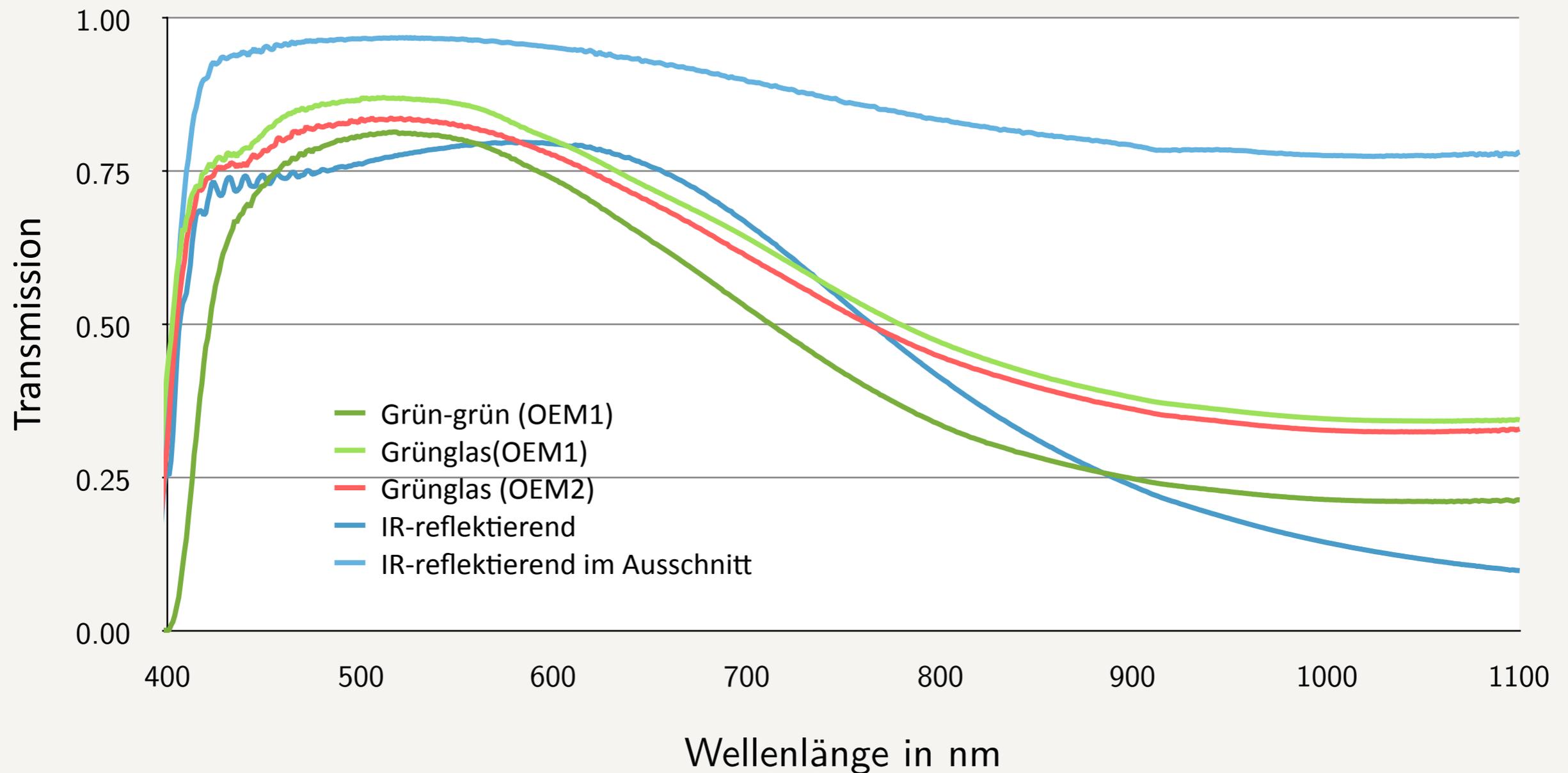
- Verbundglas-Scheiben
- Kombinationen von Klarglas- und Grünglas-Scheibe
- Funktionsgebende Folie
 - ▶ IR-absorbierend
 - ▶ Akustisch dämmend
 - ▶ Head-up Display: mit Winkel
- Ausschnitte möglich für Kamera oder andere Sensorik
- Unterschiedliche Transmission führt zu anderem optischen Verhalten.



Beispiel: 5mm-Scheibe

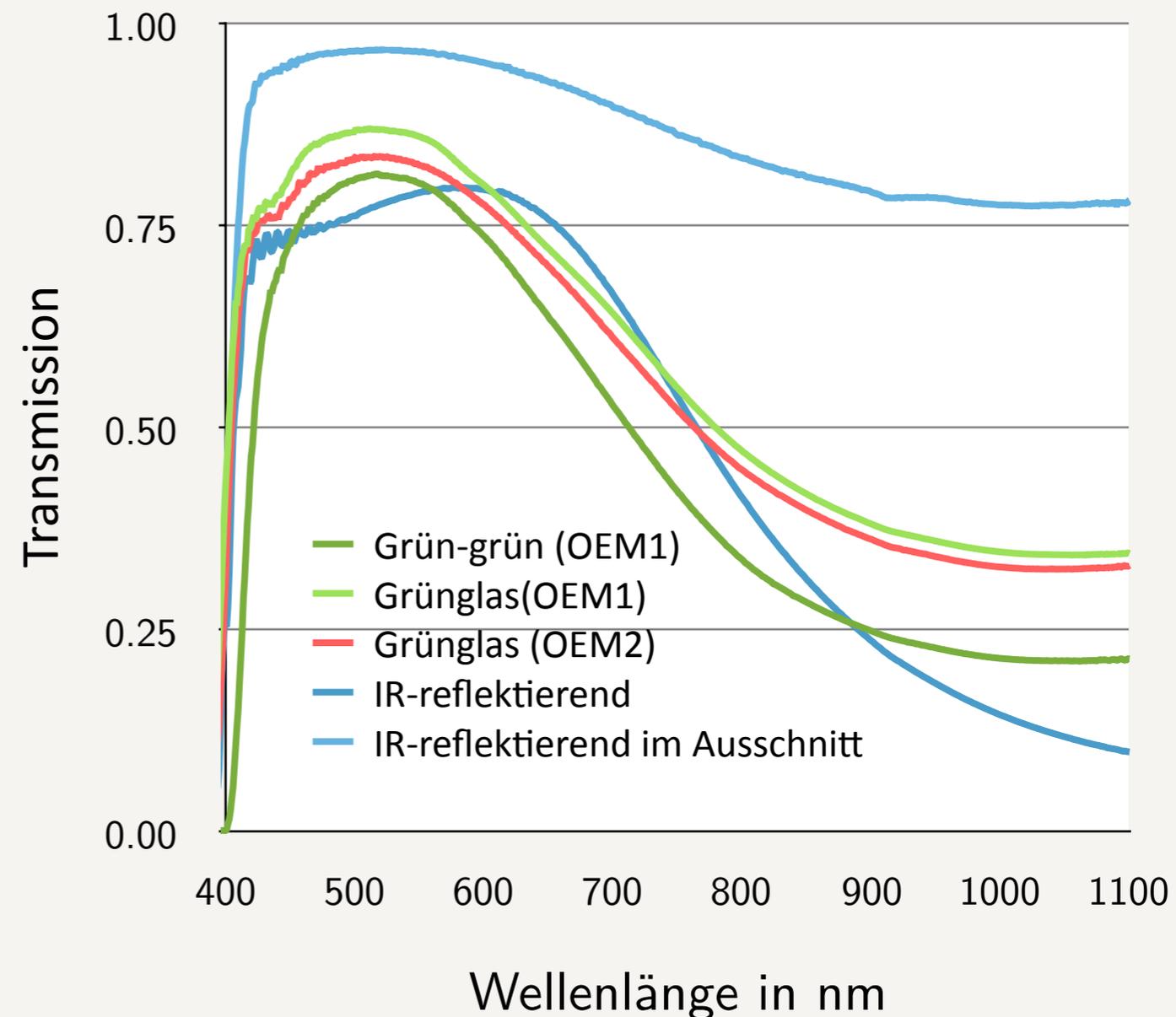
4.96mm \pm 0.2mm

Transmissionsspektren



Transmissionsspektren

- Welchen Unterschied machen die Spektren bei der Signalverarbeitung?
- Die relativen Intensitäten der einzelnen Farben verschieben sich!
- Ein IR-Sperrfilter reduziert das empfangene Spektrum und nivelliert die Unterschiede.



Funktionen

Frontblickende Kamera

- Fernlichtassistent
- Fahrspurassistent
 - ▶ Warnung
 - ▶ Spur halten
- Objekterkennung
 - ▶ Schilder
 - ▶ Personen
 - ▶ Fahrzeuge
- Notbremsassistent

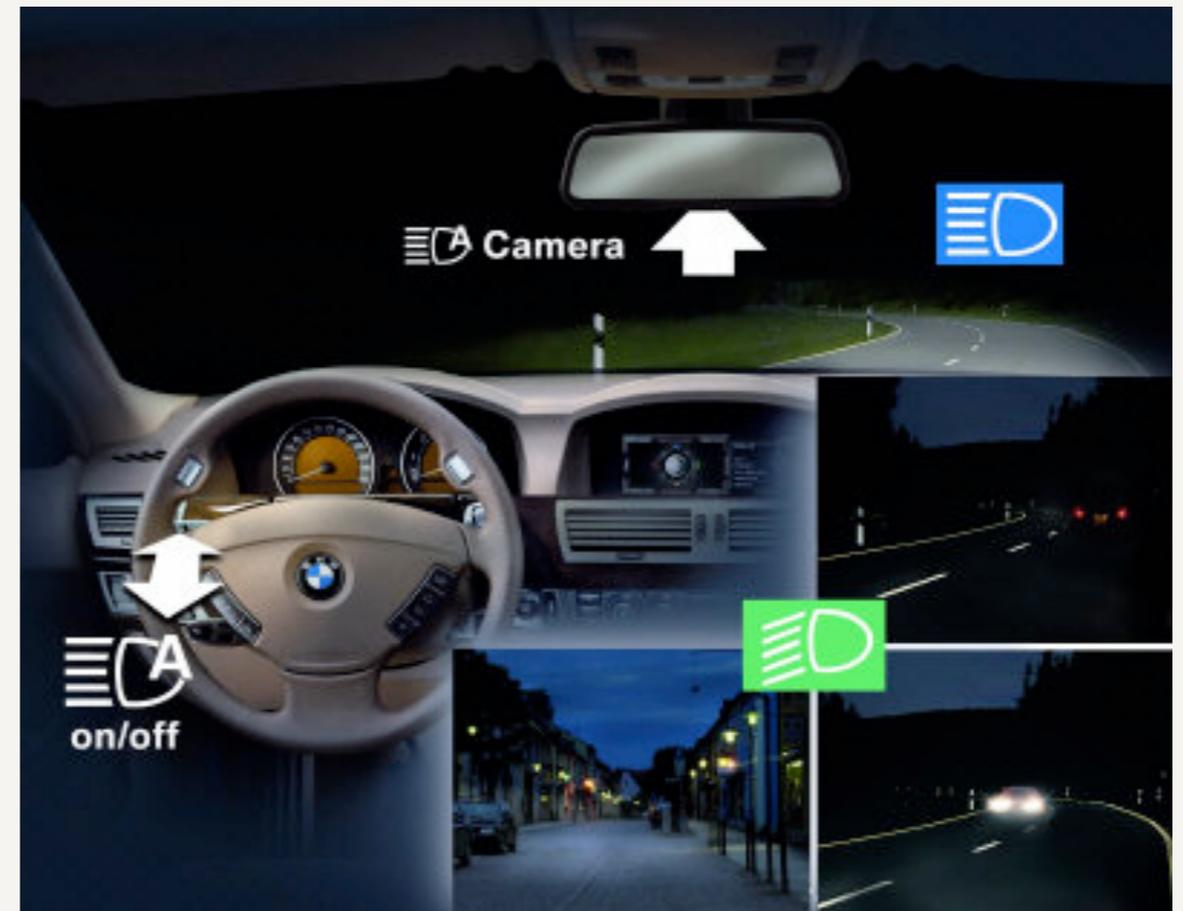


<http://www.kostal.com/german/2-01-01-08.html>

Fernlichtassistent

<http://www.mobileye.com/technology/applications/head-lamp-control/>

- Kamera erkennt Lichtquellen im Bild und kategorisiert diese:
 - ▶ Fahrzeug (Front / Heck)
 - ▶ Lichtquellen (Lampen, Ampeln, Häuser, etc.)
 - ▶ Eigenreflexionen (an Schildern)
- Je nach Situation kann das Fernlicht angeschaltet werden oder muss trotz Lichtquelle angeschaltet bleiben.

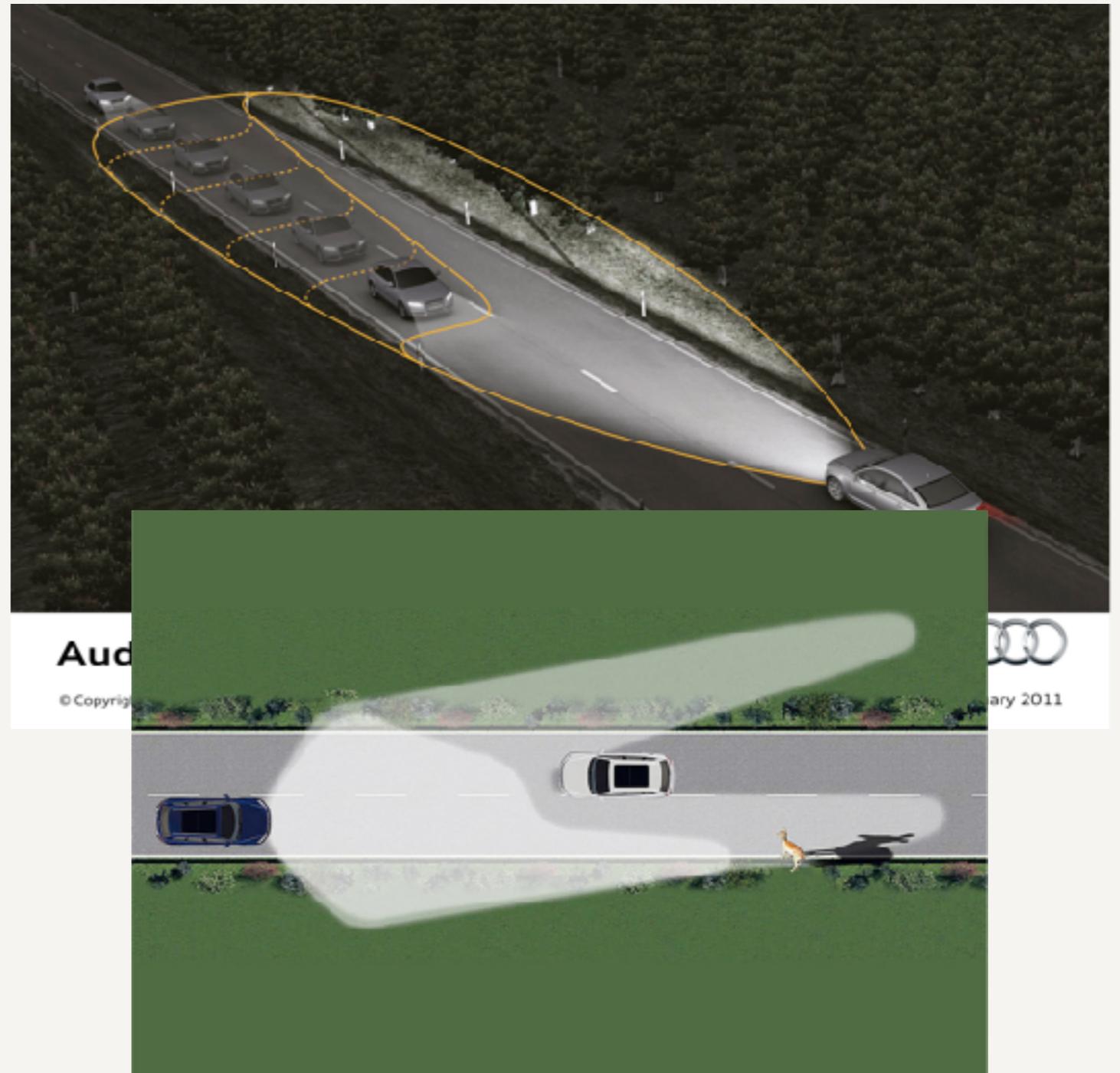


<http://www.autopressnews.com/2005/2005csm/m08eng/bmw2/highbeamassist.shtml>

Fernlichtassistent

Typen

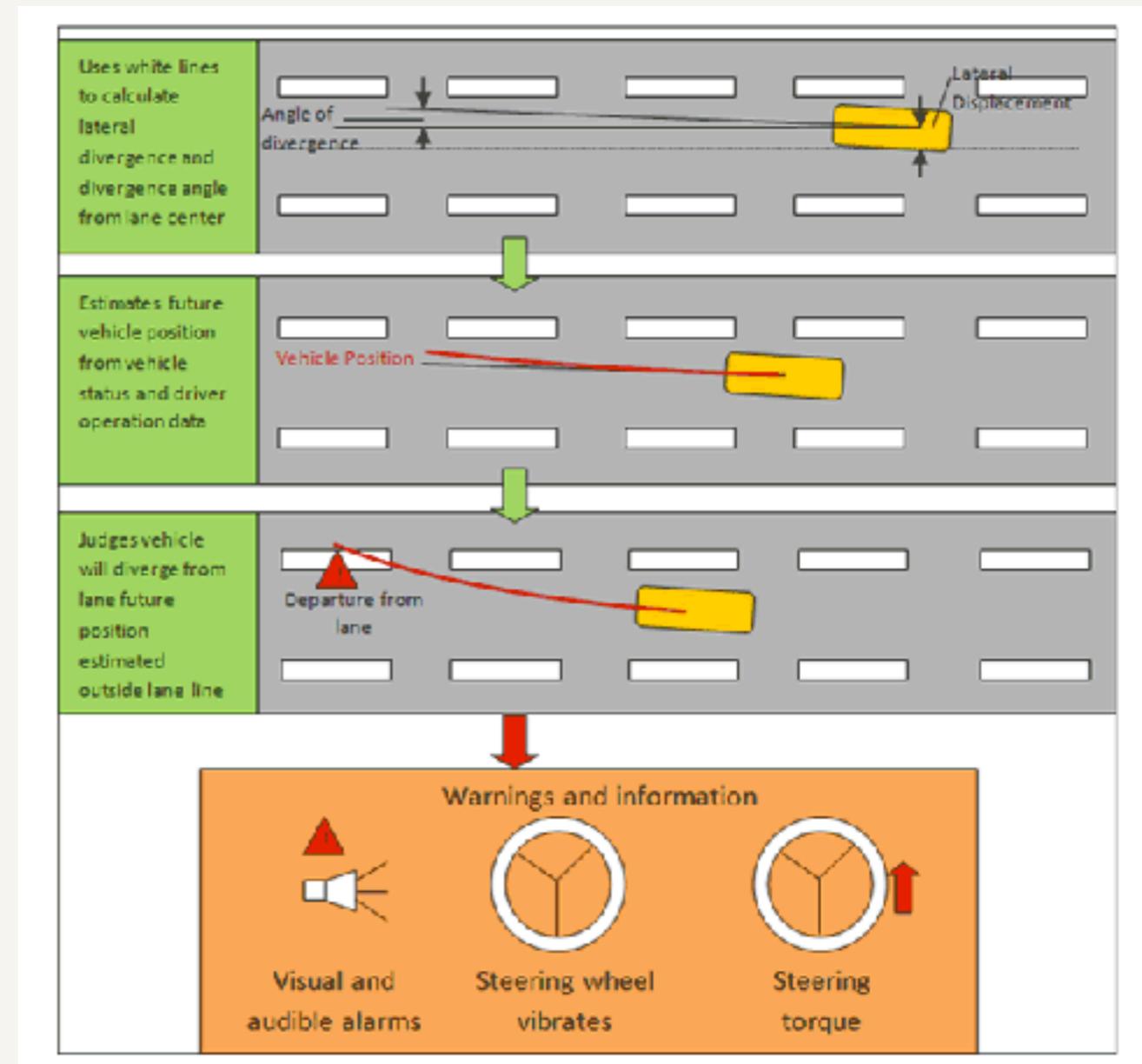
1. An / Aus
2. Gleitende Fernlichtgrenze
3. Links / rechts angepasstes Fernlicht
4. Maskierung der anderen Verkehrsteilnehmer



Fahrspurassistent

<http://www.mobileye.com/technology/applications/lane-detection/>

- Kamera erkennt die Fahrspuren und fittet ein Modell an.
- Die Fahrzeugposition innerhalb der Spur wird ermittelt.
- Lenkwinkelanschlag, Geschwindigkeit und Position des Fahrzeugs erlauben die Vorhersage, wann die Fahrspur verlassen wird.
- Je nach System kann gewarnt oder gelenkt werden.



<http://www.cvel.clemson.edu/auto/systems/lane-departure-warning.html>

Erkennung von Verkehrsschildern

<http://www.mobileye.com/technology/applications/traffic-sign-detection/>

ADAC-Test

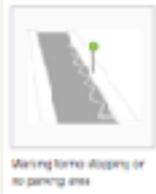
- Anzeige der aktuellen Geschwindigkeitsbegrenzung
- Nur eine Auswahl an Schildern wird aktuell erkannt.
- Zusatzschilder mit kleiner Schrift erst mit höherer Auflösung möglich.
- Dynamische Anzeigetafeln werden auch erkannt, sind aber schwierig



Quelle: Bosch TSR



Regulatory signs



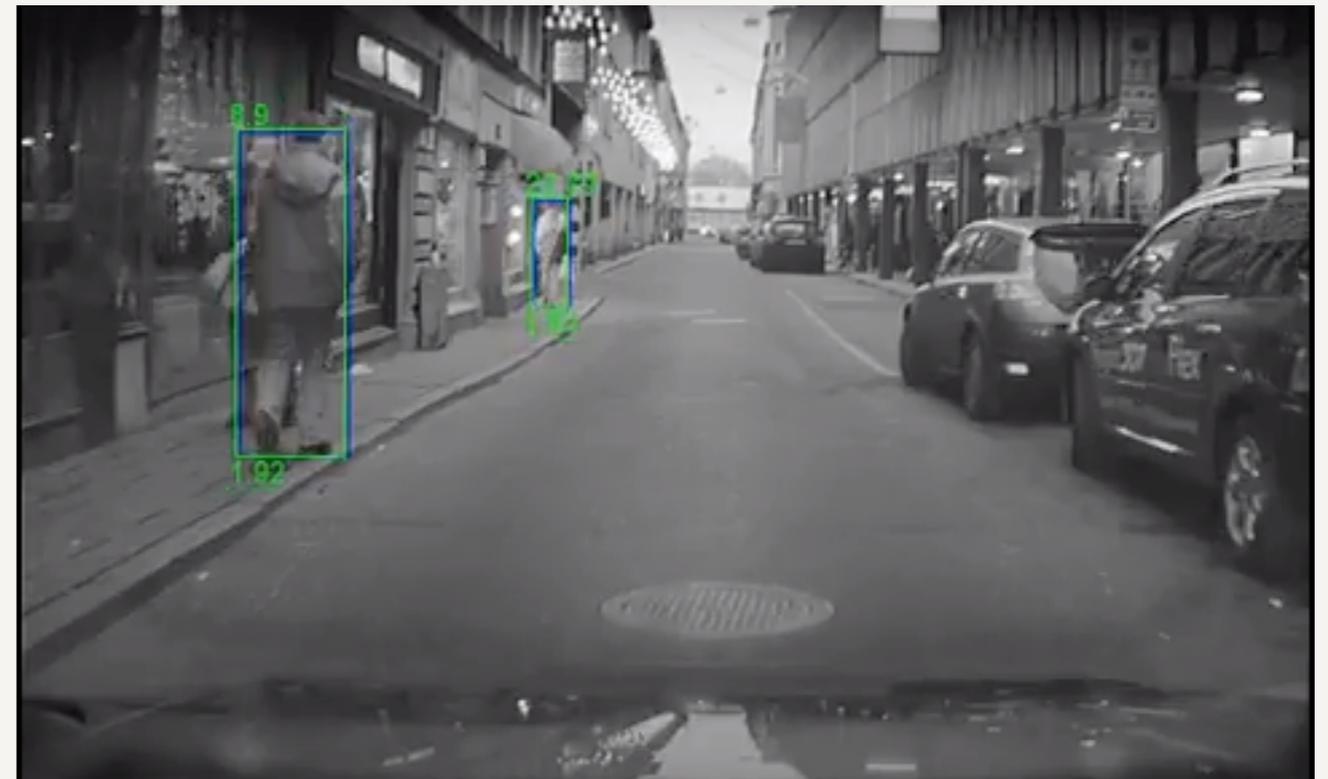
Information signs



Personenerkennung

<http://www.mobileye.com/technology/applications/pedestrian-detection/>

- Erkennt vollständig sichtbare Personen
- Zwei Funktionen:
 - ▶ Warnung
 - ▶ Automatische Notbremse



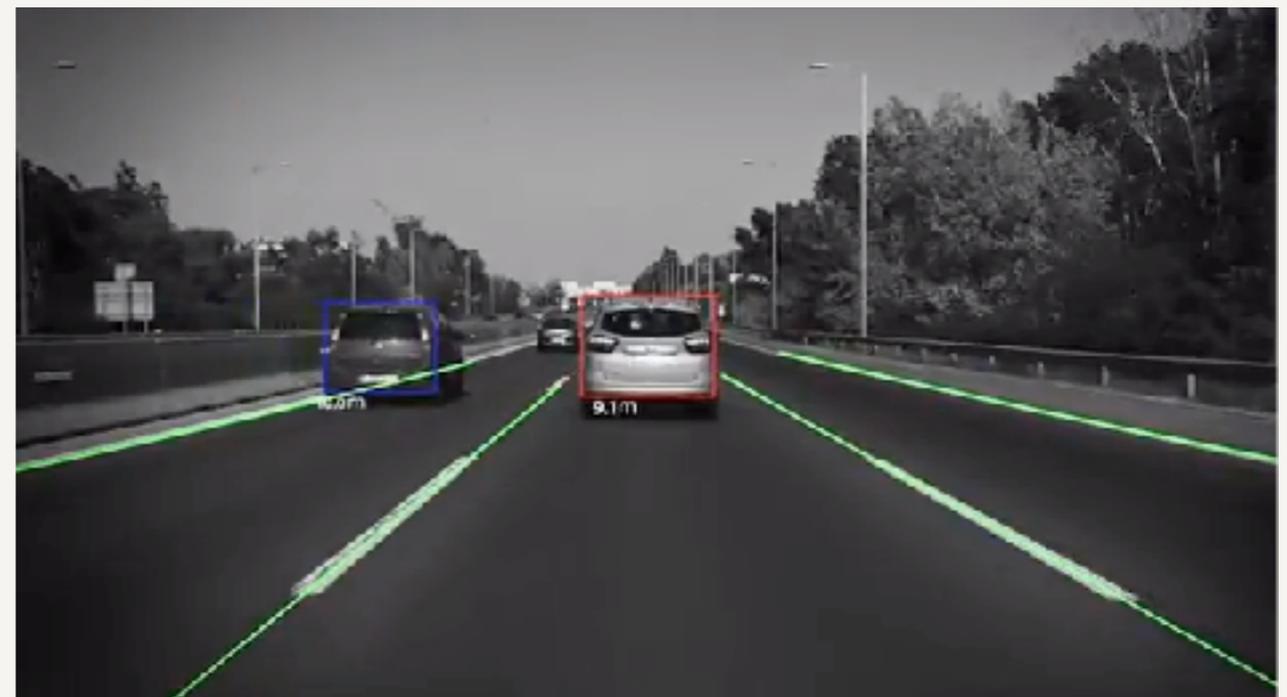
<http://www.youtube.com/watch?v=b5ZrZVe2BT8>

Fahrzeugeterkennung

<http://www.mobileye.com/technology/applications/vehicle-detection/>

<http://www.youtube.com/watch?v=EeDXq3xBdb0>

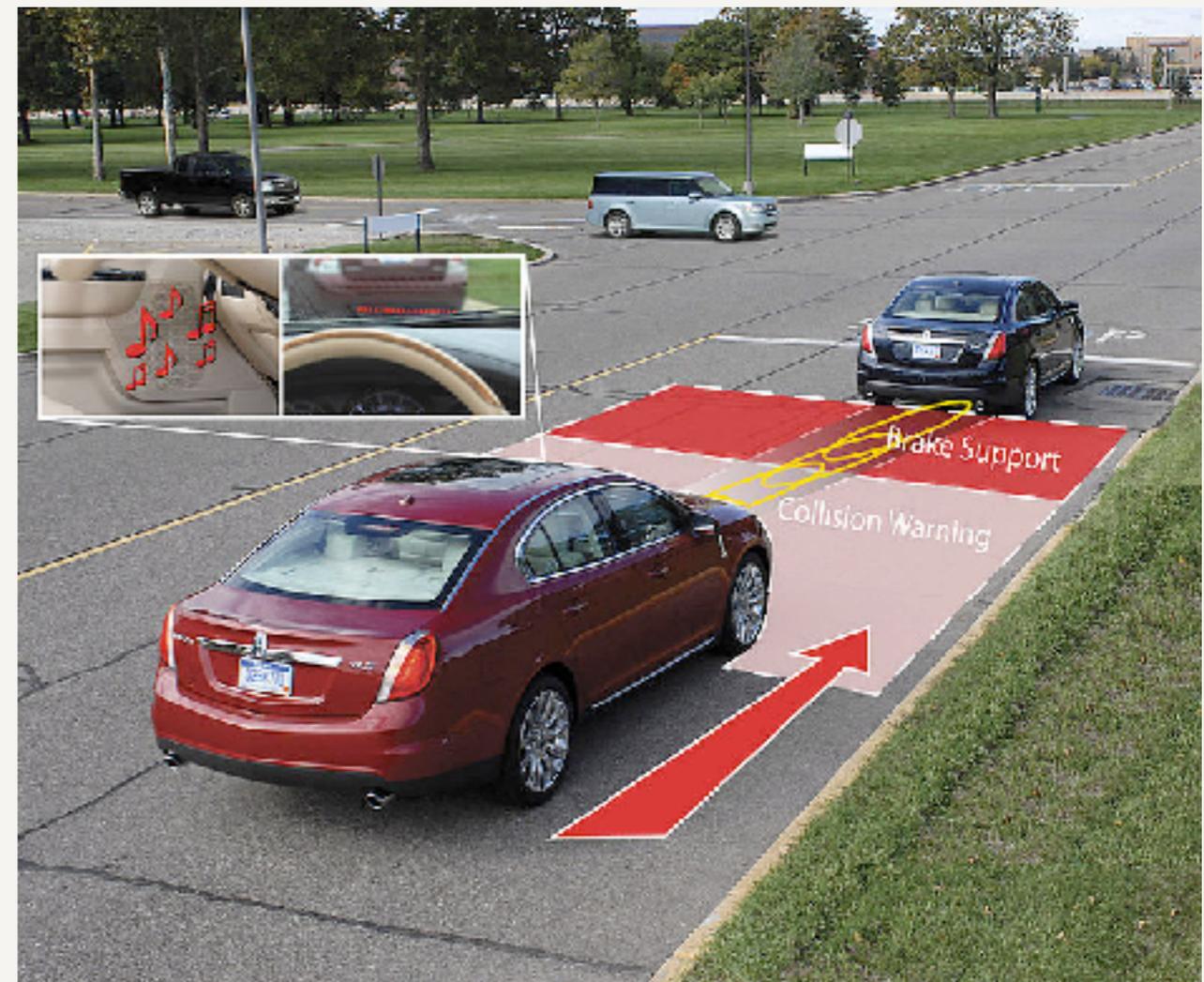
- Erkennt vorausfahrende Fahrzeuge
- Drei Funktionen:
 - ▶ Warnung
 - ▶ Automatische Notbremse
 - ▶ Kamera-basierter adaptiver Geschwindigkeitsregler



ADAC-Test

Notbremsassistent

- Erst Warnung
- Dann automatische Bremse



Stereokameras

Conti Stereo-Kamera

- Eine Mono-Kamera kann Entfernungen nur schätzen, eine Stereo-Kamera kann messen.
- Eine Stereo-Kamera kann deswegen die Geschwindigkeit eines Objekts ebenfalls bestimmen.
- Auch teilverdeckte Objekte



www.youtube.com/watch?v=seLe0JS4GAg

<http://www.6d-vision.de/>

Nachtsicht

- Verwendet IR-Licht zur Verbesserung der Nachtsicht
- Zwei Systeme
 - ▶ Aktive im nahen IR mit IR-Scheinwerfern
 - ▶ Passive im mittleren IR mit Wärmestrahlung

Nachtsicht Passives System

- Nutzt die Wärmestrahlung von Objekten, insbesondere lebenden wie Menschen und Tiere
- Graustufenbild: viel Wärme wird hell dargestellt.
- Keine Blendung, weil Lichtquellen in dem Bereich nicht oder wenig strahlen.
- Kann keine ‚kalten‘ Objekte erkennen.

<http://www.iclickfun.com/bmw-night-vision-with-pedestrian-recognition/>



Nachtsicht Passives System

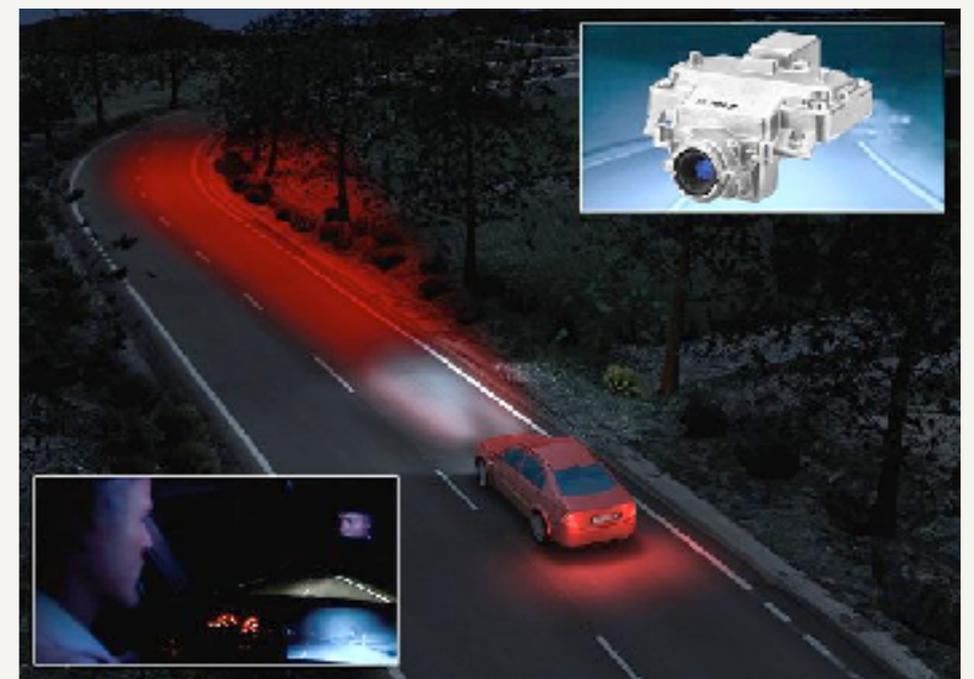
- Windschutzscheibe transmittiert kein fernes IR-Licht.
- Daher muss die Kamera (= Bolometer) mit direktem Blick nach draußen installiert werden.
- Hier: unter der Stoßstange



Nachtsicht Aktives System

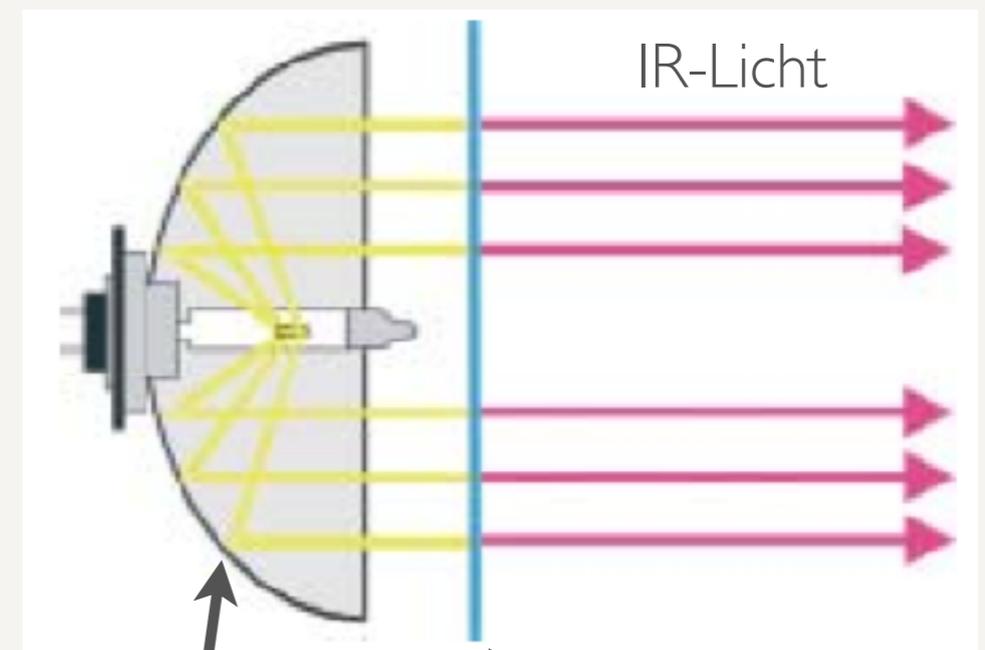
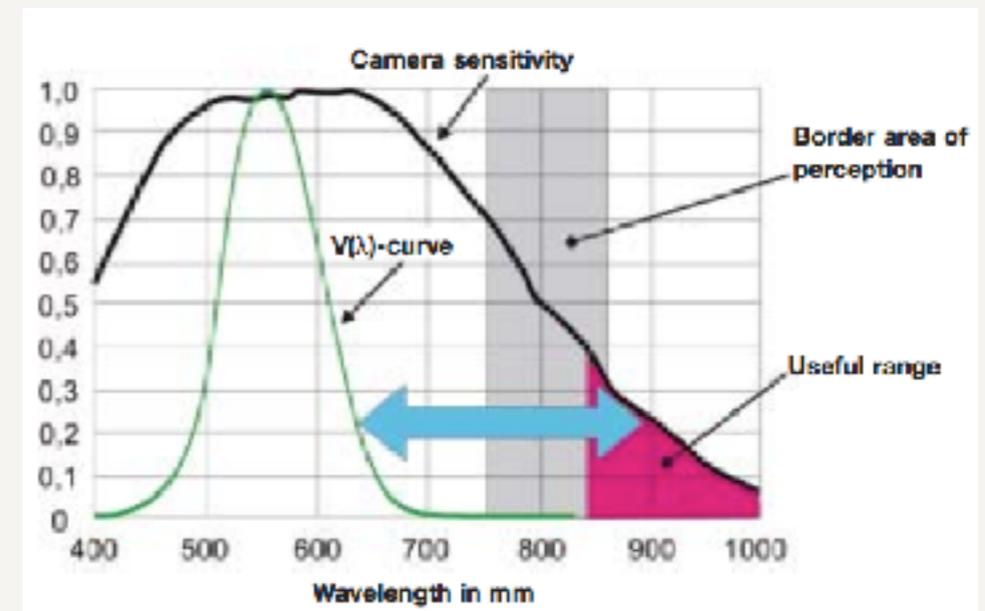
Quelle: [Autoevolution](#)

- Frontscheinwerfer senden IR-Fernlicht im nahen IR aus.
- Eine Kamera hinter der WSS zeichnet das Bild auf.
- Es wird in Graustufen im Display dargestellt.



Nachtsicht Aktives System

- Das System muss soweit im IR arbeiten, dass der Gegenverkehr sicher nicht geblendet wird.
- Für hohe Effizienz der Lichterzeugung und -detektion aber so nah wie möglich am sichtbaren Bereich.
- Durch Tageslicht-Sperrfilter vor dem normalen Fernlicht wird der sichtbare Teil des Spektrums ausgeblendet.



Halogen-Leuchte (Planck'scher Strahler)

Tageslicht-Sperrfilter

Rückfahrkamera

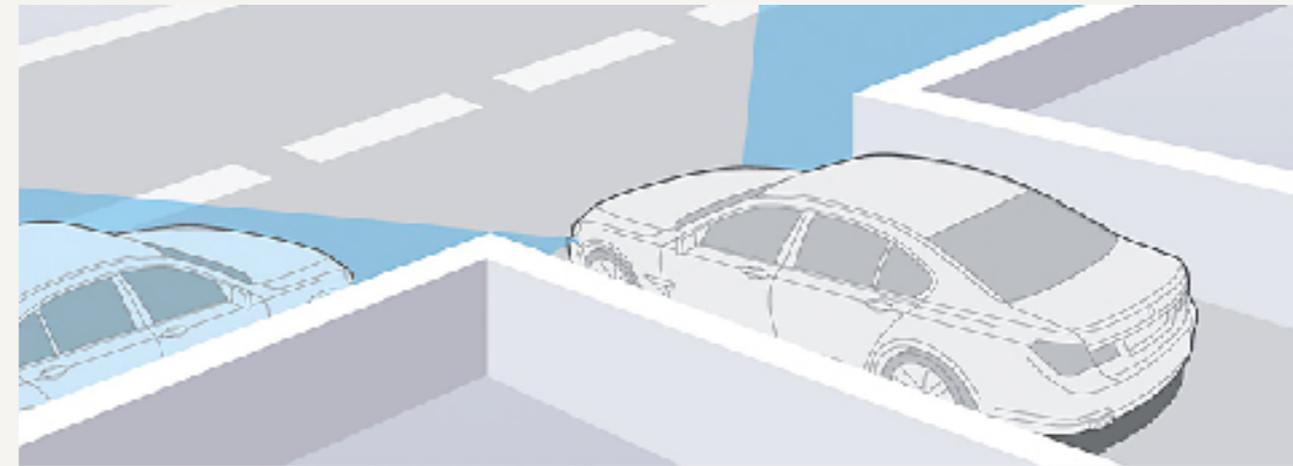
- Ermöglicht die Sicht nach hinten beim Rangieren.
- Wird in den USA diskutiert per Gesetz vorzuschreiben.
- Optik: kann mit Fischaugen-Objektiv ausgerüstet sein und das Bild kann dann entzerrt werden.



http://money.cnn.com/2012/02/29/autos/rearview_cameras_postponed/index.htm

Seitenkameras

- Im der vorderen Stoßstange sind links und rechts zwei Kameras eingebaut.
- Die Bilder werden auf dem Monitor dargestellt.
- Bei Ausfahrten sehr nützlich.



Kameras statt Seitenspiegel

- Verringerung des Windwiderstands
- Reduzierung des Verbrauchs



Kamera statt Rückspiegel



- Notgedrungen: das Fahrzeug (Audi R8 e-tron) hat keine Heckscheibe.



[http://www.auto.de/magazin/showArticle/article/83534/
Bildschirm-statt-Innenspiegel-Die-Kamera-schaut-nach-hinten](http://www.auto.de/magazin/showArticle/article/83534/Bildschirm-statt-Innenspiegel-Die-Kamera-schaut-nach-hinten)