



Regelung von RGB Power LEDs in Lampen und Backlights

***FWS 2006
Ilmenau
06.10.2006***

Control of RGB Power LEDs in Light Sources and Backlights



- ▶ **Einleitung**
- ▶ **Farbmischung mit RGB LEDs => Potentiale und Probleme**
- ▶ **Farbregelung basierend auf Dreibereichssensoren**
- ▶ **Lösungen mit JENCOLOR-Komponenten**
- ▶ **Zusammenfassung**

Farbmischung mit RGB LEDs



Lichtapplikationen

- *Displays*
- *Projektionssysteme*
- *Effektbeleuchtung*
- *Gebäudebeleuchtung*



Ziel: freie Farbwahl

- **Farbunterschiede mit menschlichem Auge nicht unterscheidbar**
- **$\Delta u'v' < 0,005$**

Farbmischung mit RGB LEDs



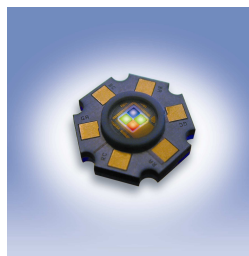
Beispiele für RGB power-LEDs



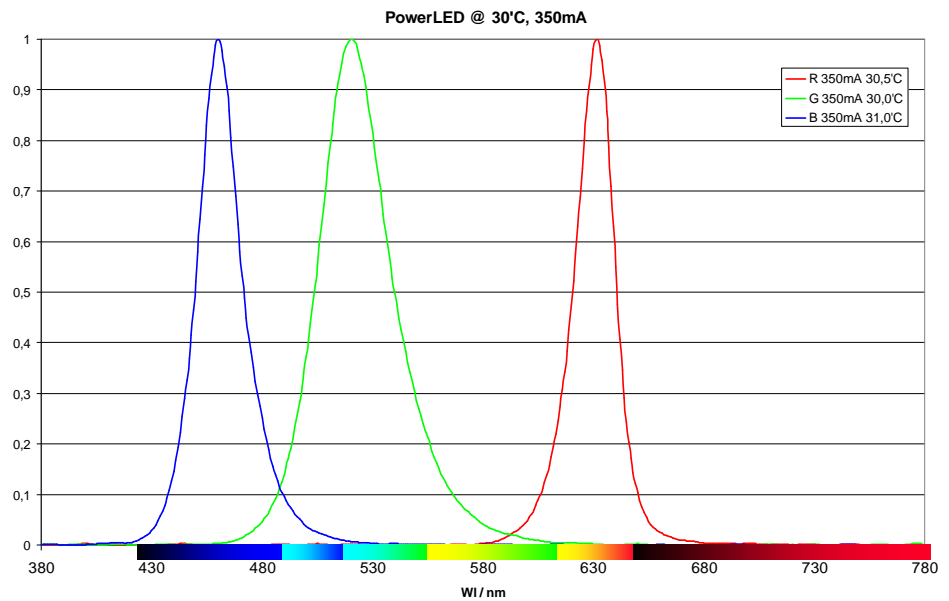
Osram



Philips/Lumileds



PerkinElmer



Typisches Spektrum von RGB-LEDs

Farbmischung mit RGB LEDs



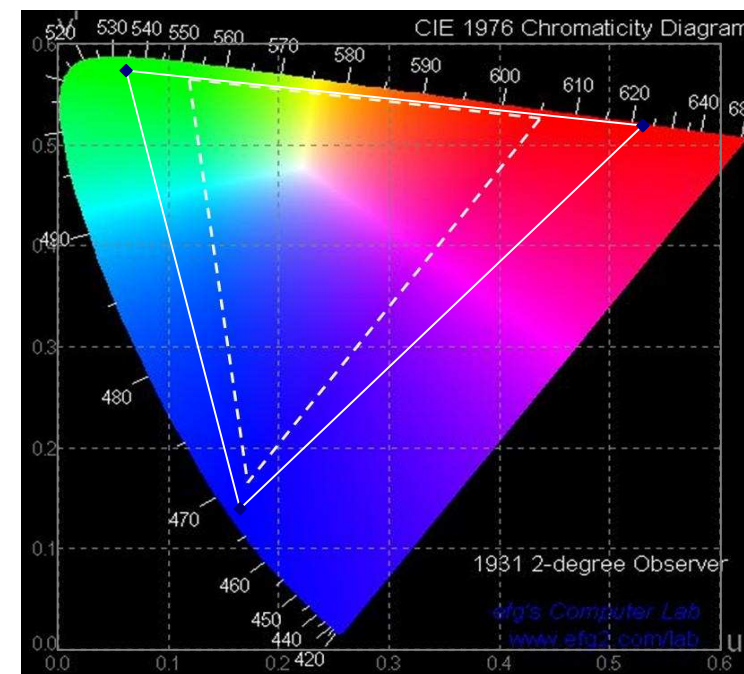
► Vorteile

- großer Gamut (100% NTSC)
- dynamisches Durchstimmen der Farbtemperatur möglich
- Weißpunktregelung
- Energiemanagement
- Helligkeit
- sequentielle oder parallel Taktung
- Kaskadierbarkeit
- hohe Lebensdauer

► Nachteile

- cost / light
- Punktquelle (Optik zur Lichtmischung)
- Differenzen in Helligkeit und Spektrum zwischen einzelnen LEDs
- Alterungseffekte
- Spektrum = $f(\text{Temperatur, Diodenstrom})$

Color gamut ----- EBU and _____ LED

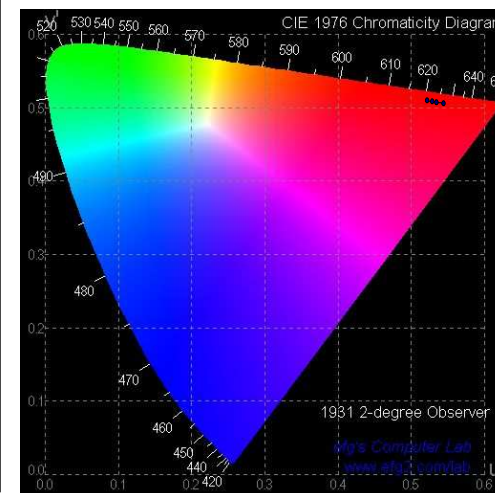
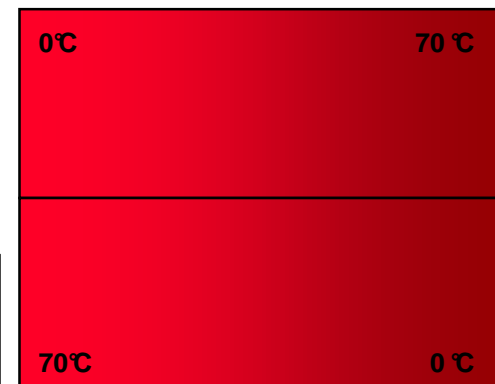
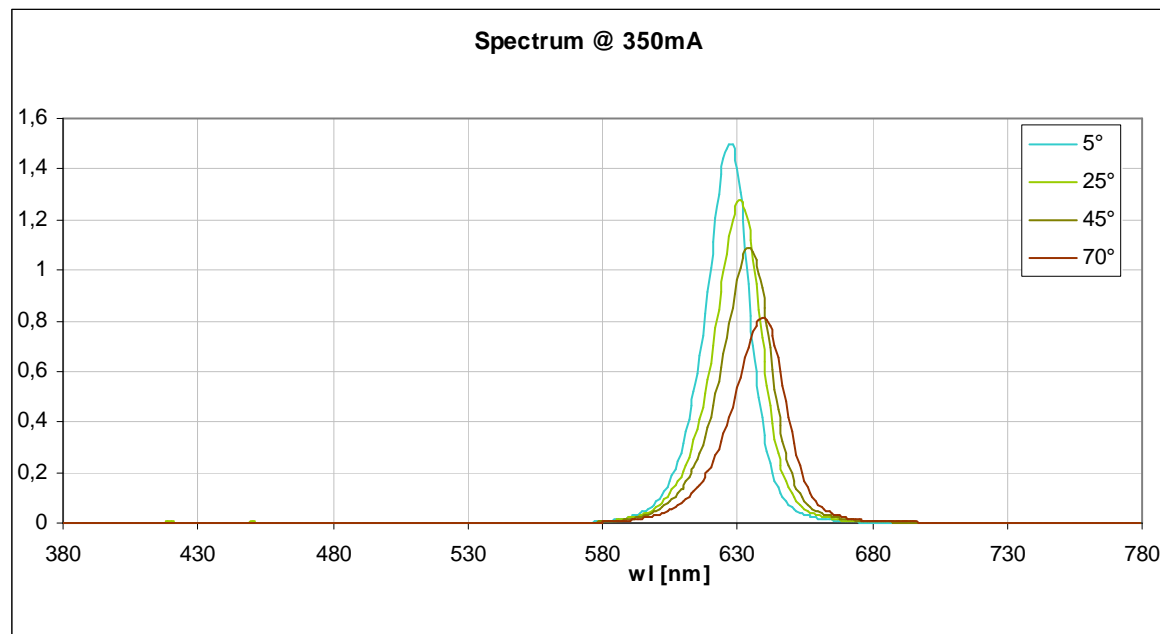


Power LEDs



Typische Änderung des Spektrums ($\lambda_{Peak} = 632\text{nm}$)

- $I_F = 350\text{mA}$; $T = 0^\circ\text{C} \dots 70^\circ\text{C}$
- $\Delta u'v' = 0,023$

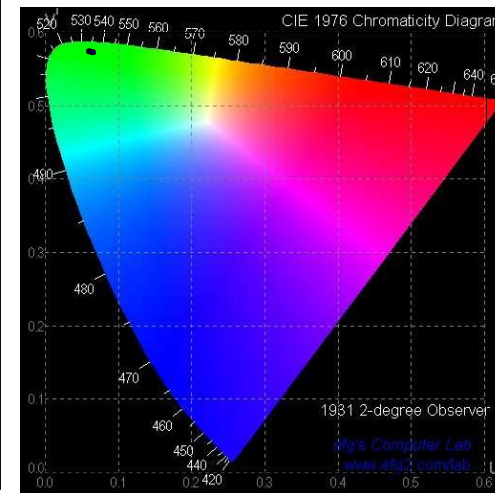
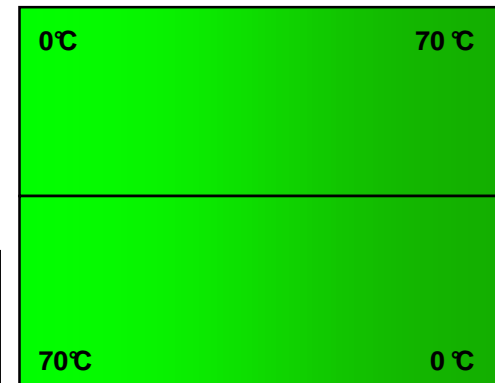
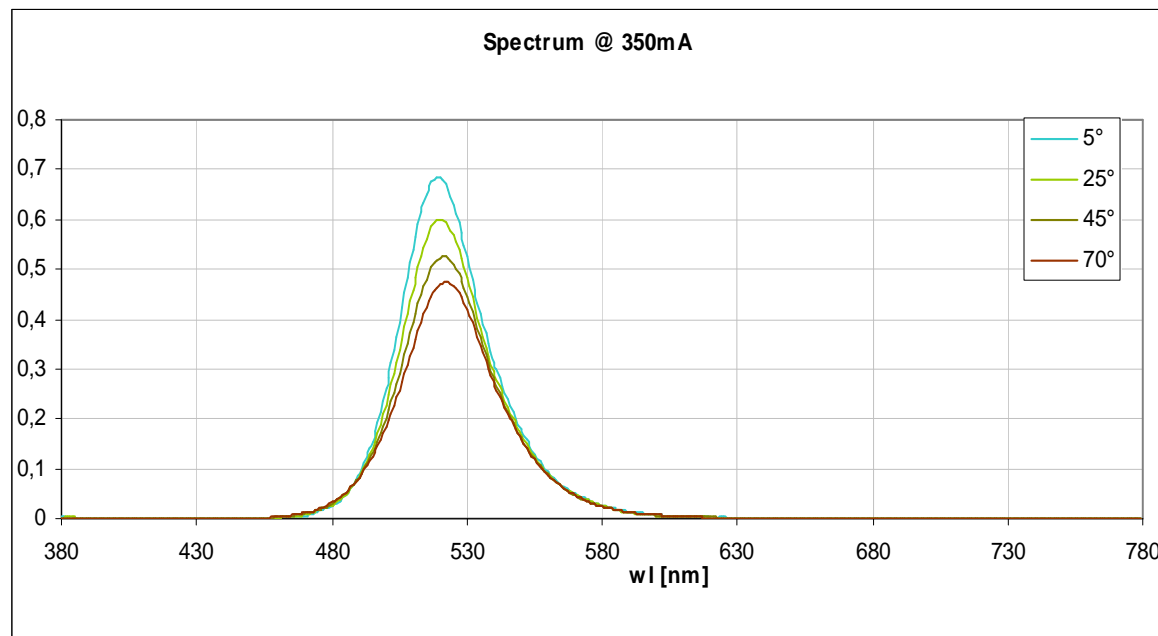


Power LEDs



Typische Änderung des Spektrums ($\lambda_{Peak} = 520\text{nm}$)

- $I_F = 350\text{mA}$; $T = 0^\circ\text{C} \dots 70^\circ\text{C}$
- $\Delta u'v' = 0,007$

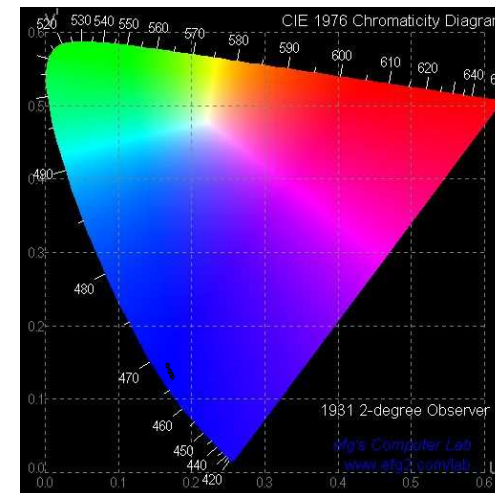
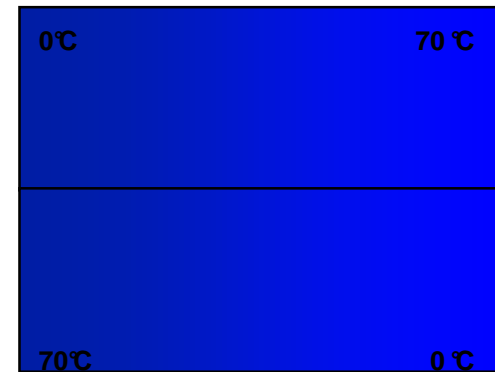
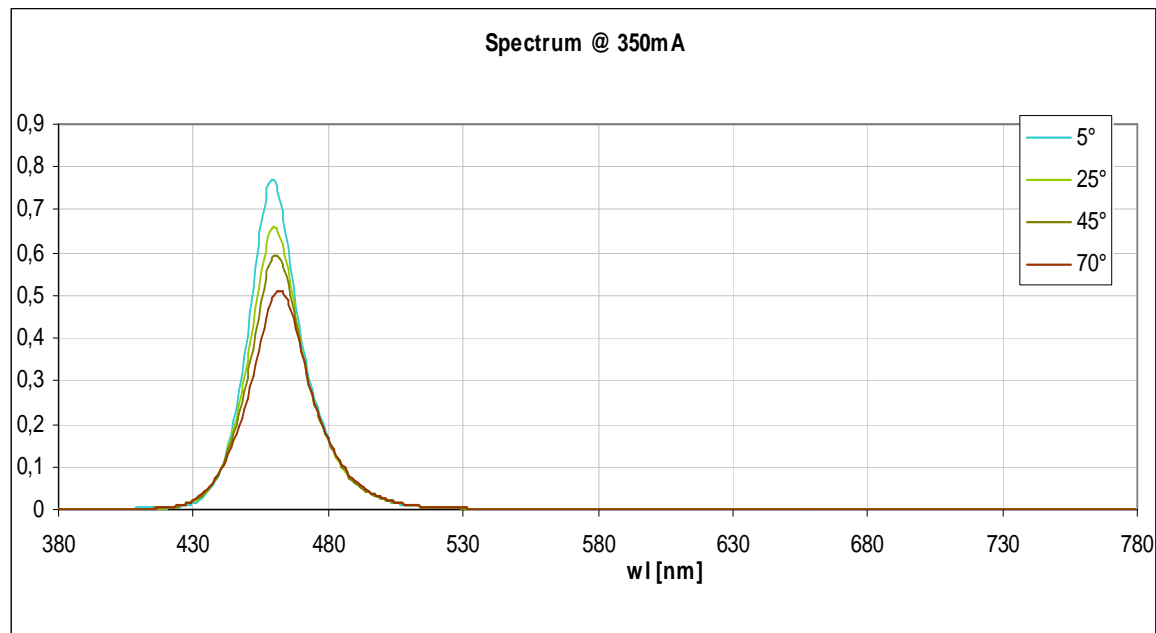


Power LEDs



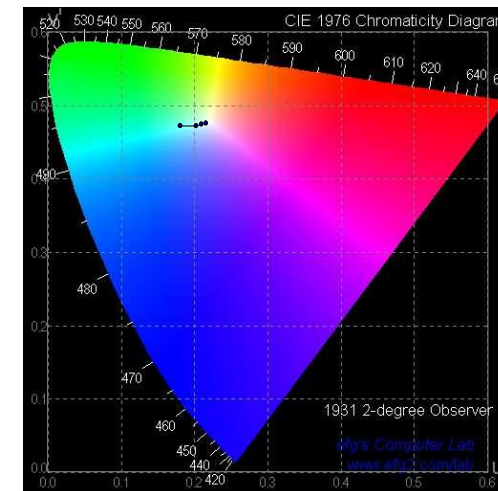
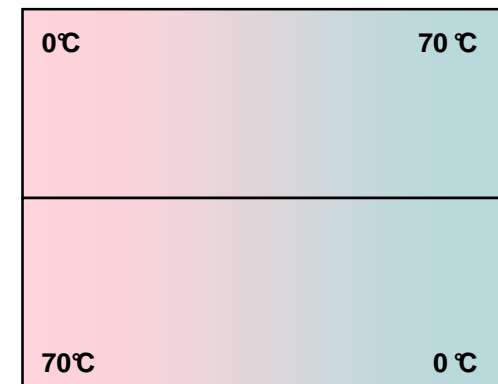
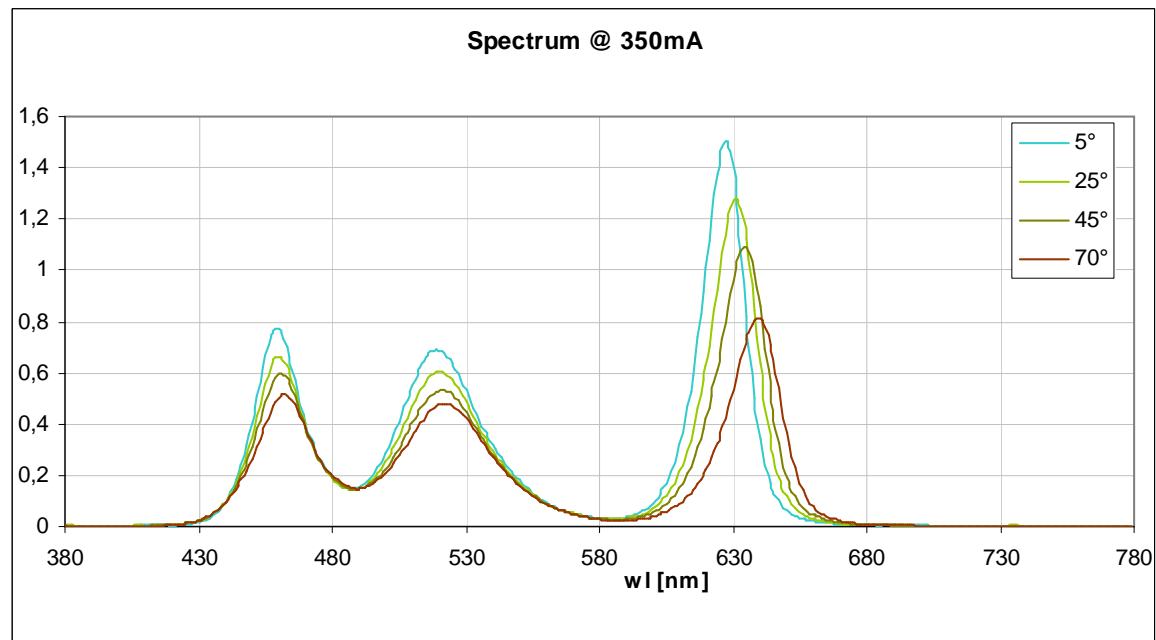
Typische Änderung des Spektrums ($\lambda_{Peak}=460nm$)

- $I_F = 350mA$; $T = 0^\circ C \dots 70^\circ C$
- $\Delta u'v' = 0,017$



Typische Änderung des Weißpunktspektrums

- RGB-LED @ $I_F = 350\text{mA}$; $T = 0^\circ\text{C} \dots 70^\circ\text{C}$
 => **Variation des Spektrums und Helligkeit**
 $\Delta u'v' = 0,035$

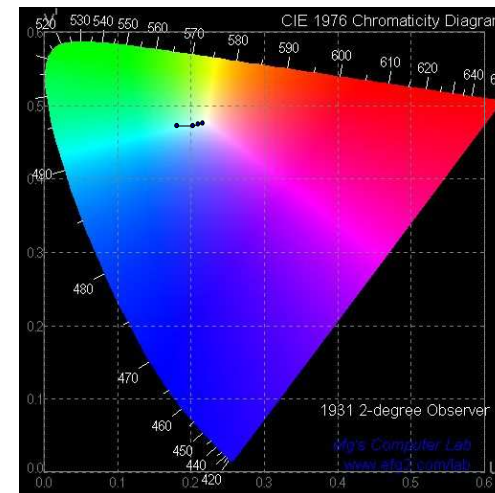
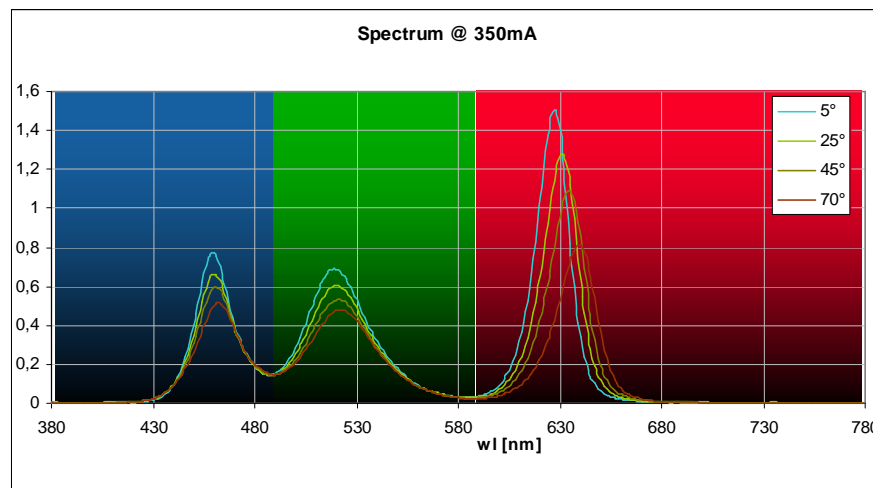


Farbregelung basierend auf Dreibereichssensoren



Spektrum von power-LEDs

- RGB-LED @ $I_F = 350\text{mA}$; $T = 0^\circ\text{C} \dots 70^\circ\text{C}$
=> **Variation des Spektrums und Helligkeit**
 $\Delta u'v' = 0,035$
- Temperaturerfassung und Korrektur über erwartungswerte
- Korrektur bei sequentieller Ansteuerung mit einfacher Fotodiode

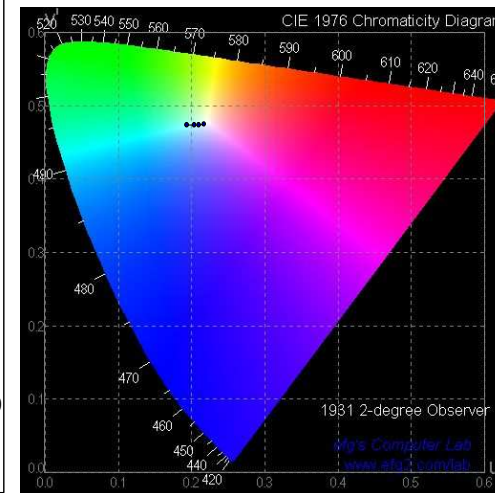
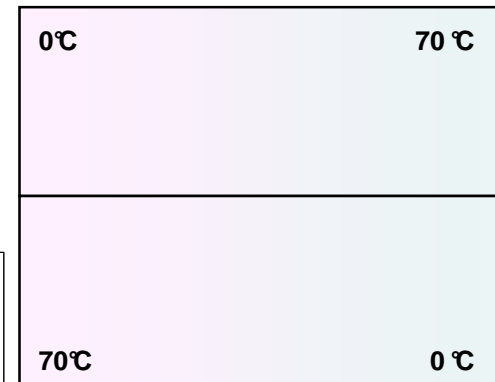
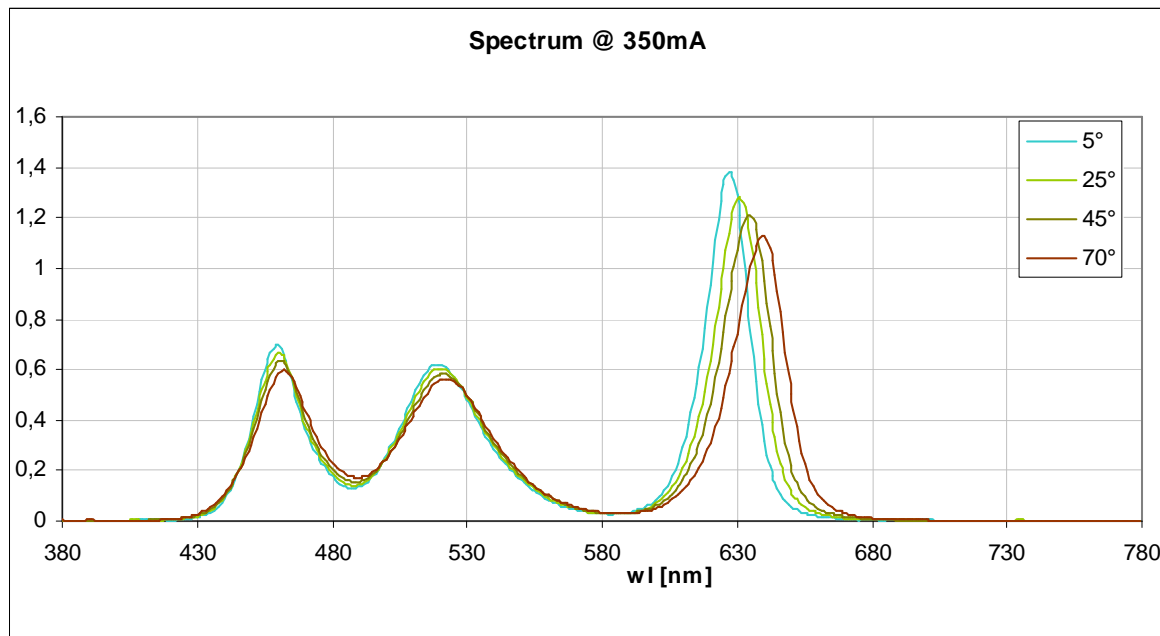


Farbregelung basierend auf Dreibereichssensoren



Weißpunktregelung mit breitbandiger Fotodiode

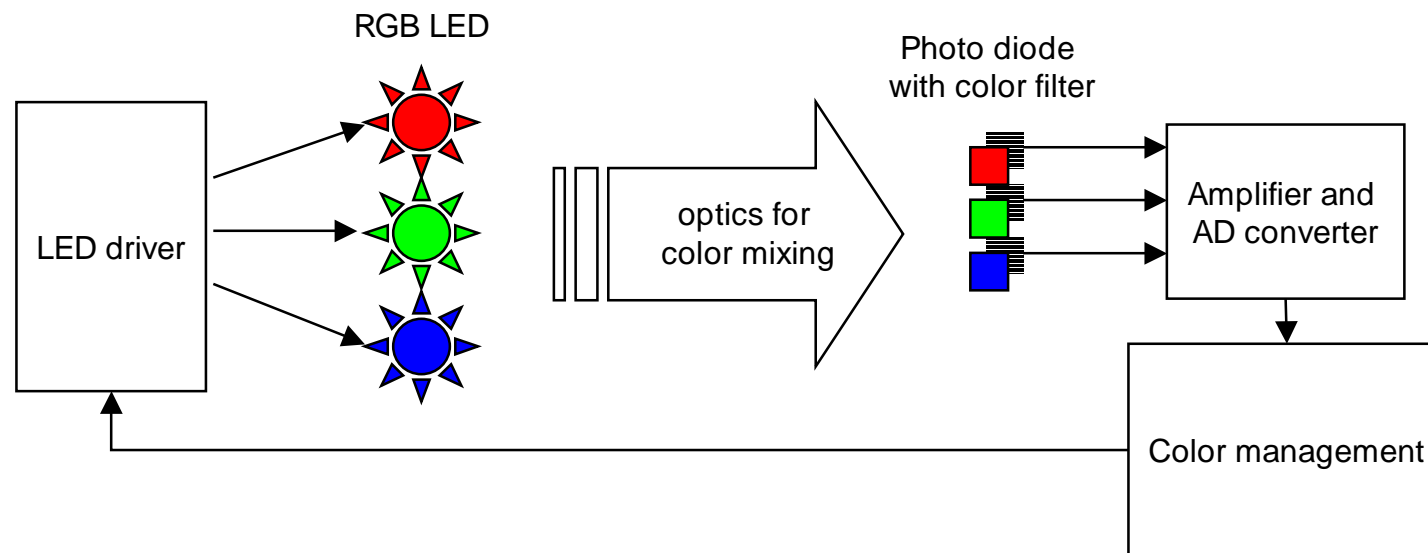
- Regelung der Intensität auf gleiche Integrale
- $\Delta u'v' = 0,024$



Farbregelung basierend auf Dreibereichssensoren



Prinzip Farbregelung von RGB LED basierend auf Dreibereichssensoren



Farbregelung basierend auf Dreibereichssensoren



Vergleich von Absorptions- und Interferenzfiltern

Charakteristik	Absorptionsfilter	Interferenzfilter
Transmissionsvermögen	60...70%	> 95%
Sperrwirkung	10...20%	< 1%
Temperaturstabilität	Abhängig vom Filtermaterial	stabil
Transmissionscharakteristik	Alterung durch Temperatur und Absorption	Langzeitstabil

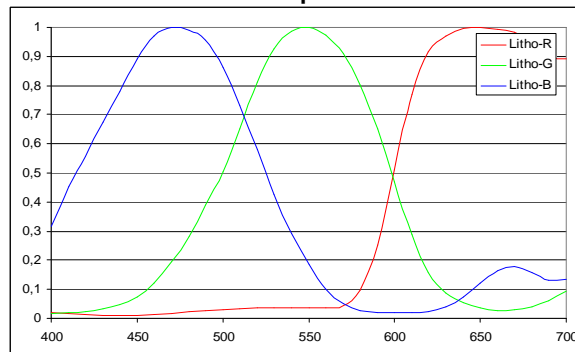
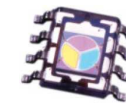
Farbregelung basierend auf Dreibereichssensoren



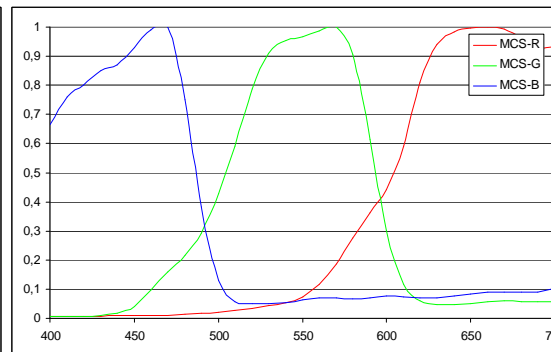
Unterschiede zwischen Absorptions- und Interferenzfiltern sowie RGB- oder XYZ- Filtern

- Spektrale Empfindlichkeit
=> Produkt der Filtertransmission und Basisempfindlichkeit der Fotodioden

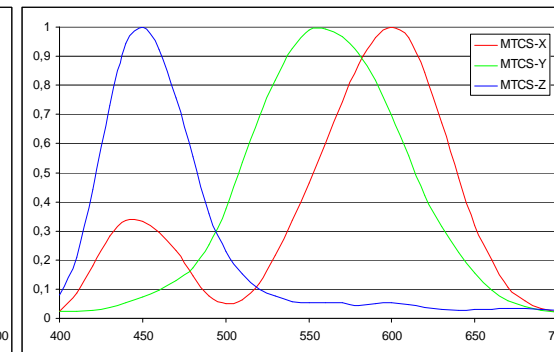
- RGB basierend auf strukturierten Lithographielacken
- RGB basierend auf Interferenzfiltern
- XYZ (True color) basierend auf Interferenzfiltern und Empfindlichkeit nach Normspektralwertfunktion



i



ii



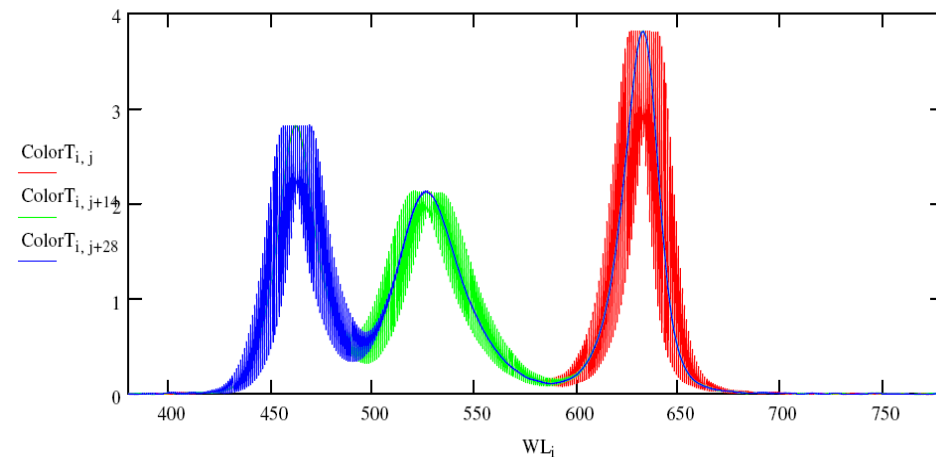
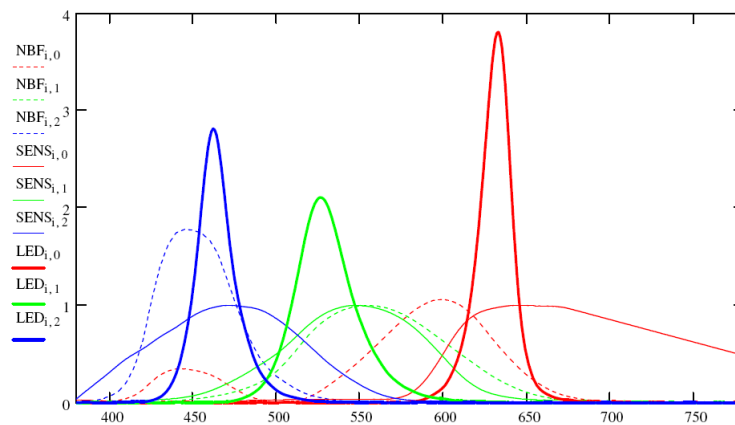
iii

Farbregelung basierend auf Dreibereichssensoren



Simulation der Regelgüte für RGB Sensoren basierend auf Lithographielacken als Filter

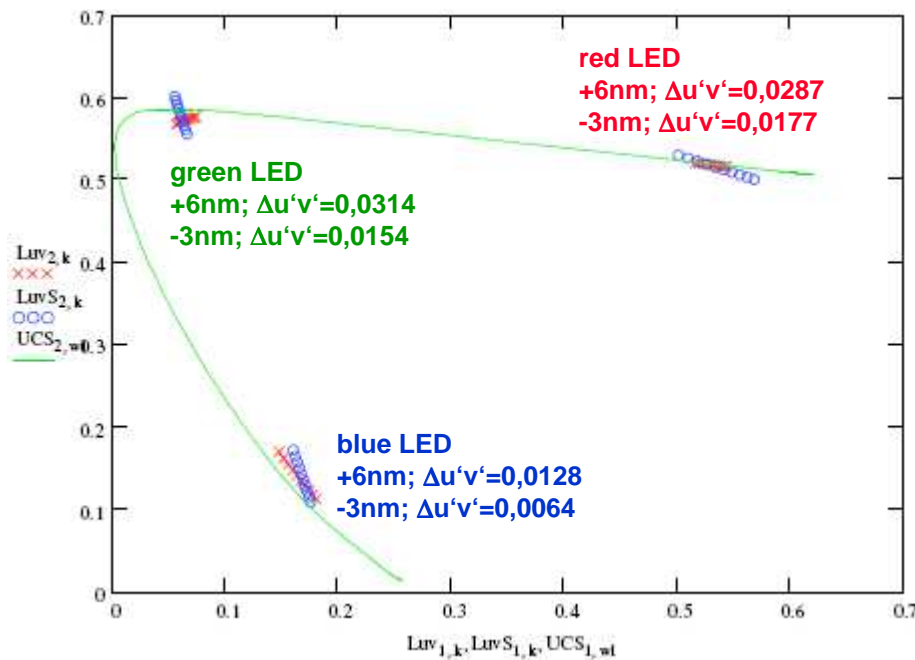
- Kalibrierung des Sensors auf Vollfarben bei fester Temperatur
- Variation der Peakwellenlänge der LEDs um -3nm ...+ 6nm
- Berechnung der realen Farborte über die Intergrale der Normspektralwertfunktion
- Berechnung der Farborte über die Intergrale der Sensorempfindlichkeiten
- Auswertung der Farbortdifferenzen



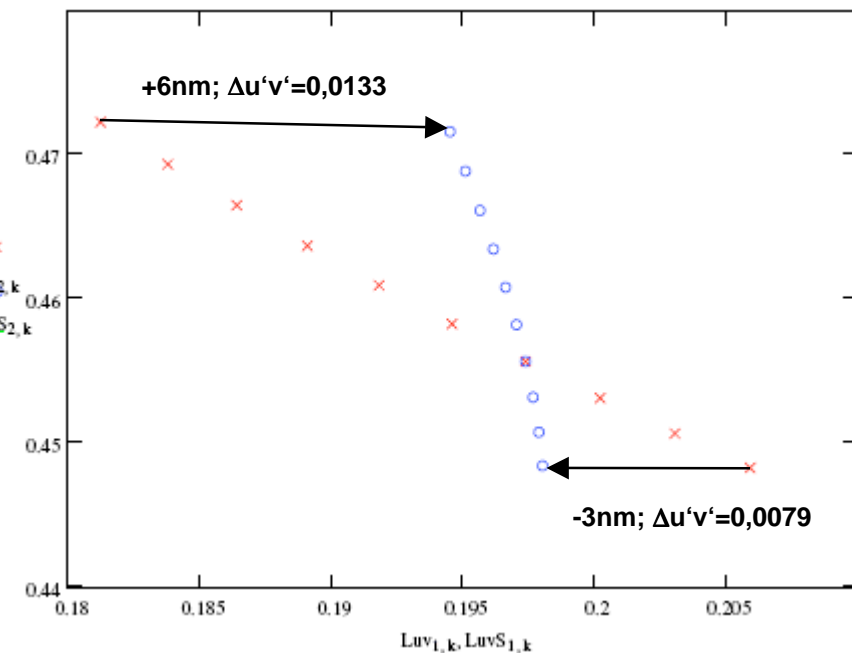
Farbregelung basierend auf Dreibereichssensoren



Farbortänderung bei Variation einzelner LED



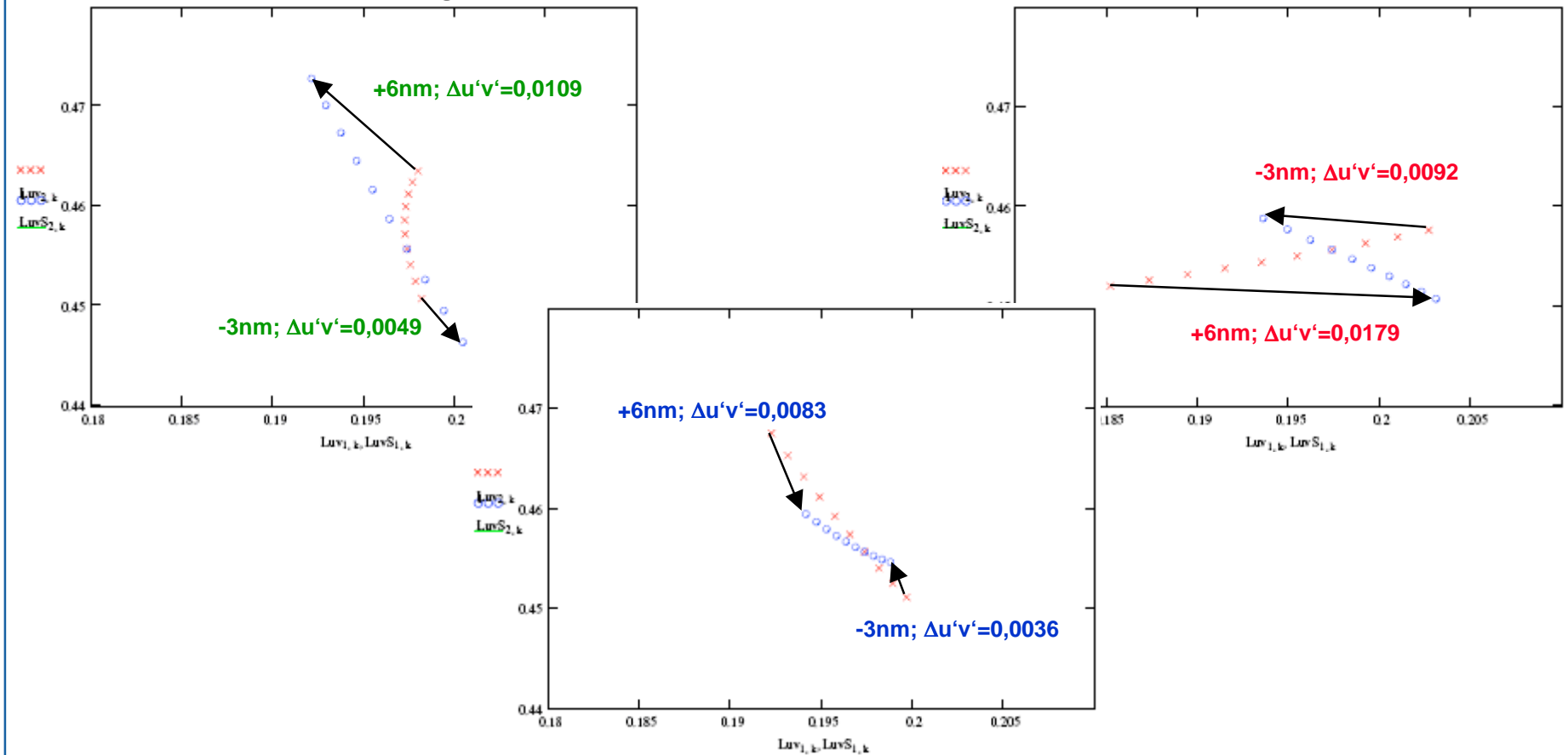
Farbortänderung des Weißpunktes bei synchroner Variation RGB LEDs



Farbregelung basierend auf Dreibereichssensoren



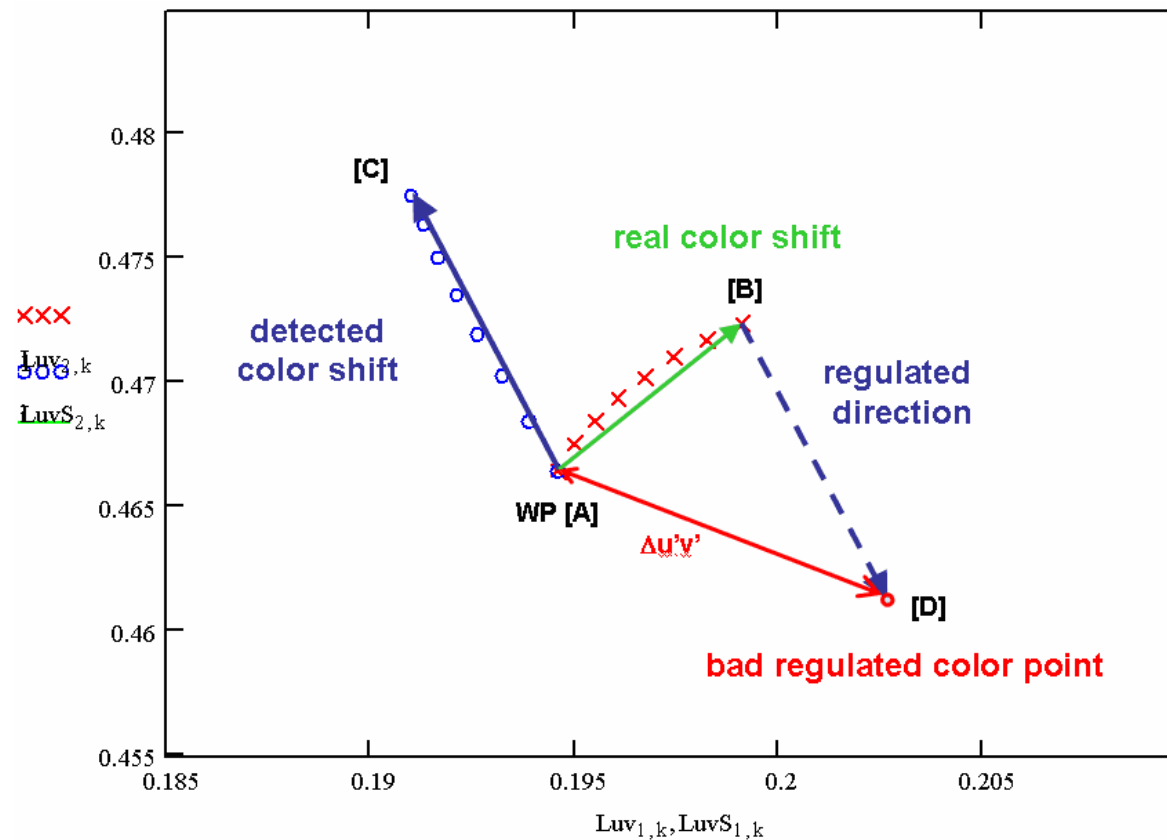
Farbortänderung des Weißpunktes bei Variation einzelner LEDs



Farbregelung basierend auf Dreibereichssensoren



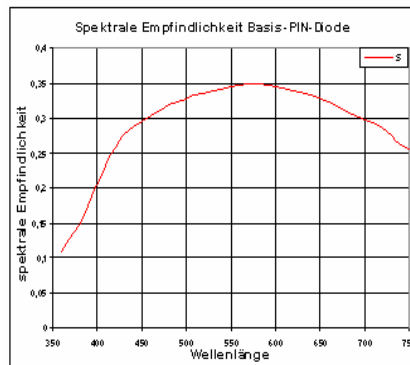
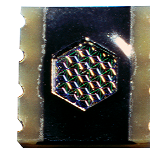
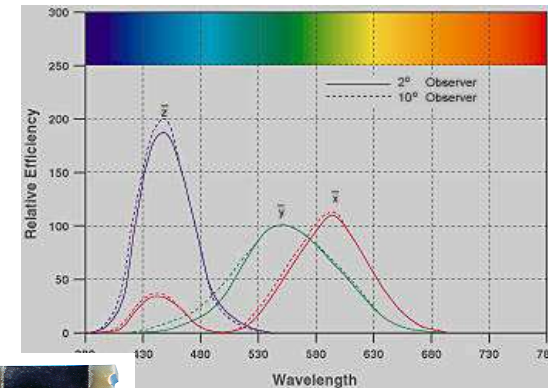
Worse color coordinate => worse regulation



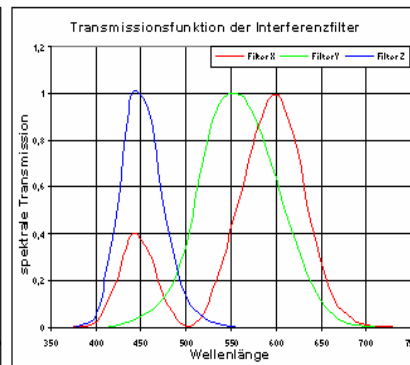
Farbregelung basierend auf Dreibereichssensoren



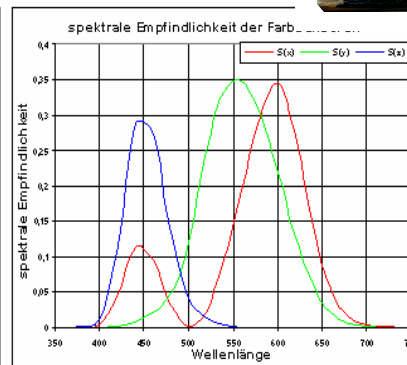
Zur echten Farbortregelung sind Sensoren mit Normspektralwertempfindlichkeit notwendig



Basic sensitivity



Filter transmission



XYZ sensitivity

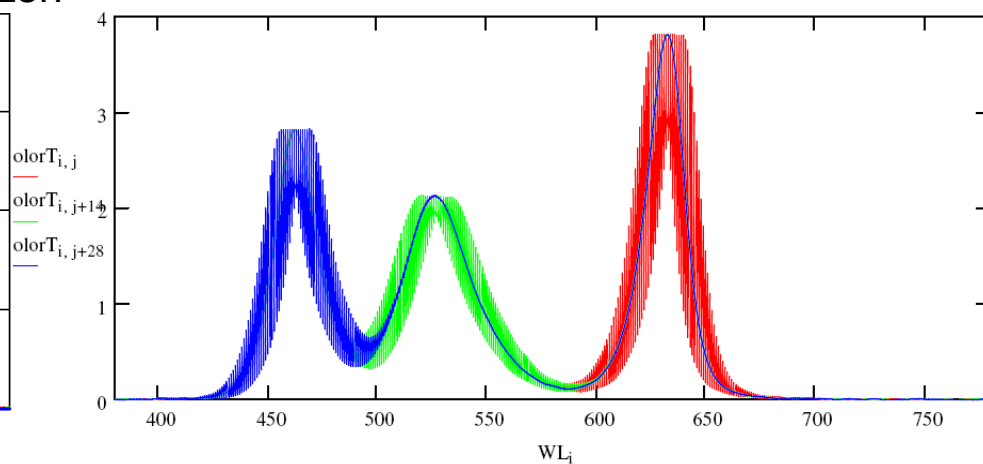
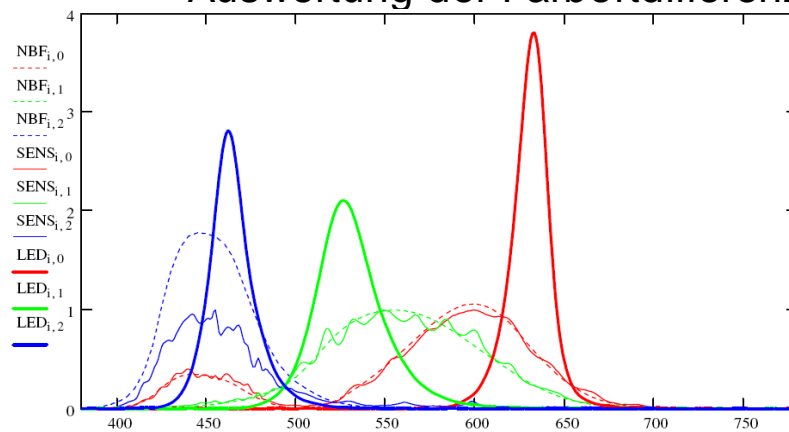
MAZeT
MTCSiCS
True Color
Sensor

Farbregelung basierend auf Dreibereichssensoren



Simulation der Regelgüte für RGB Sensoren basierend auf XYZ-Interferenzfiltern

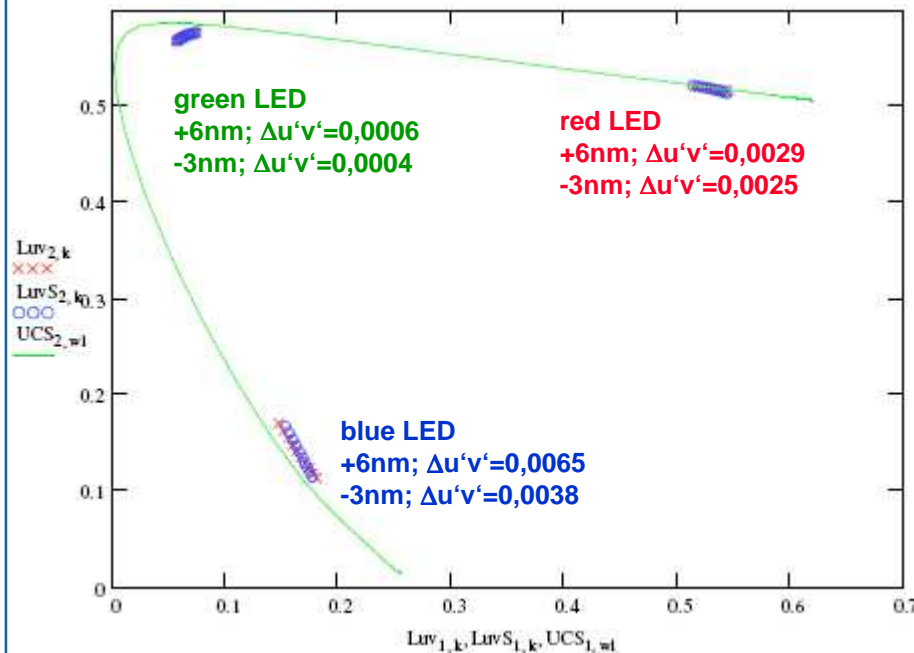
- Kalibrierung des Sensors auf Vollfarben bei fester Temperatur
- Variation der Peakwellenlänge der LEDs um -3nm ...+ 6nm
- Berechnung der realen Farborte über die Intergrale der Normspektralwertfunktion
- Berechnung der Farborte über die Intergrale der Sensorempfindlichkeiten
- Auswertung der Farbortdifferenzen



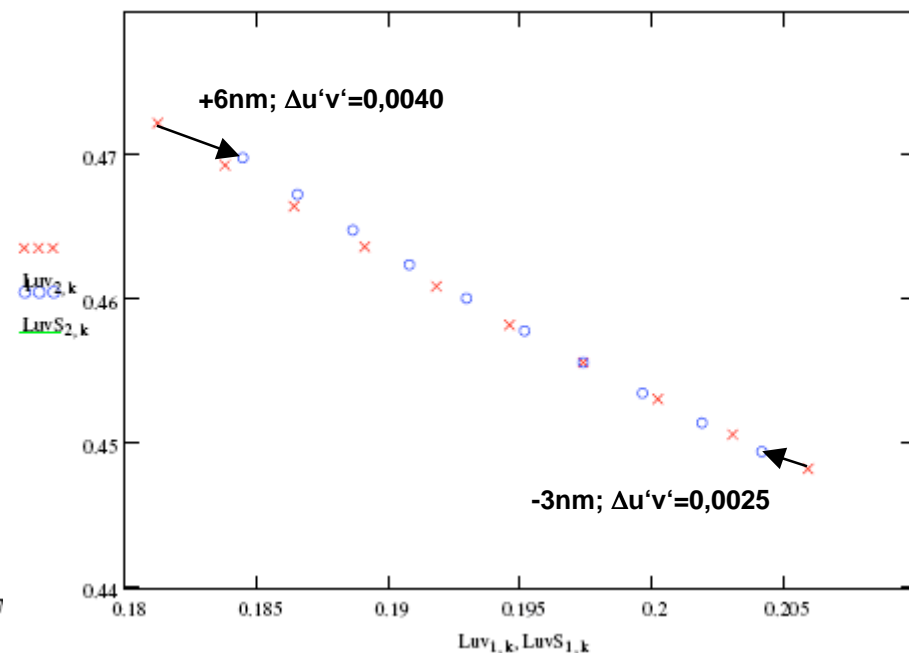
Farbregelung basierend auf Dreibereichssensoren



Farbortänderung bei Variation einzelner LED



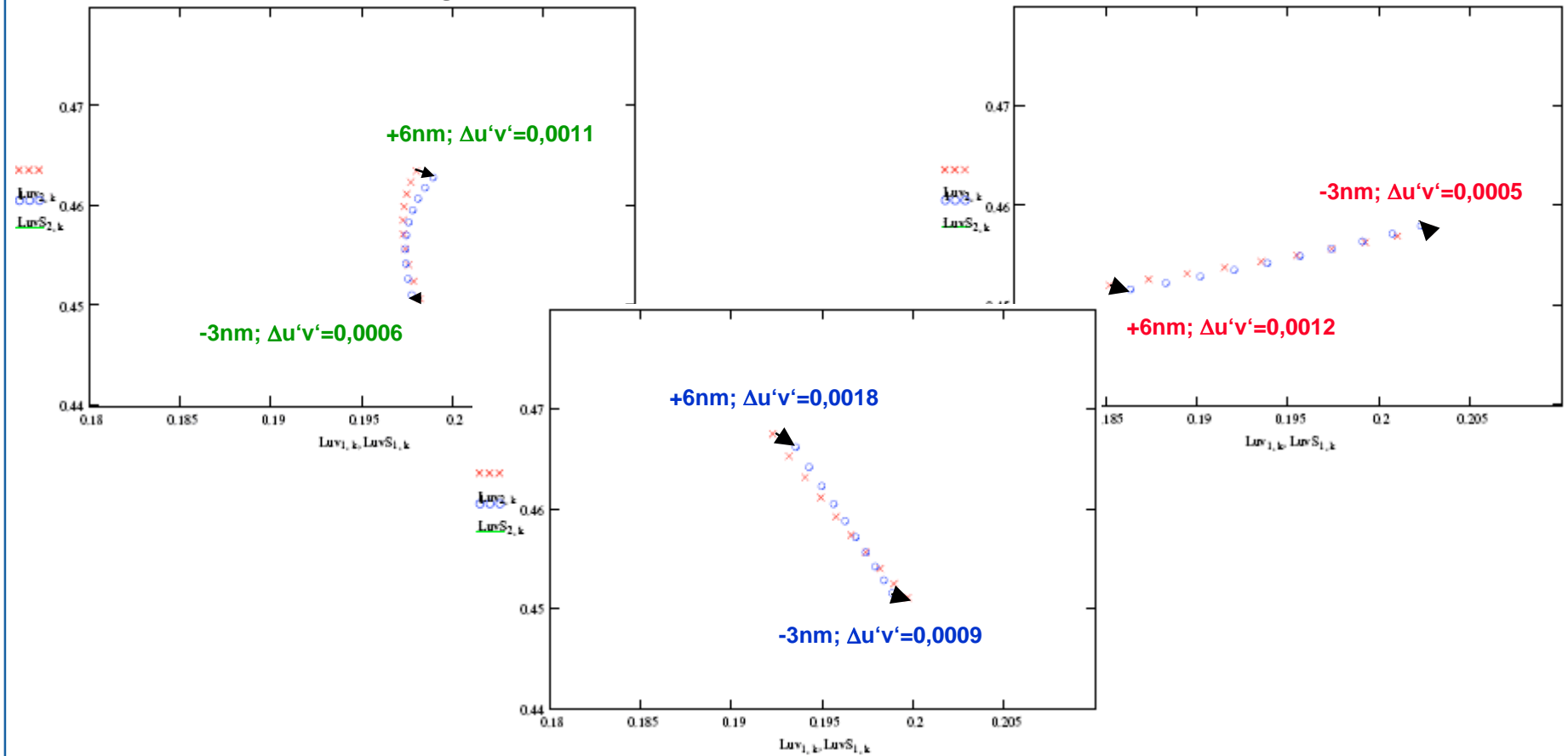
Farbortänderung des Weißpunktes bei synchroner Variation RGB LEDs



Farbregelung basierend auf Dreibereichssensoren



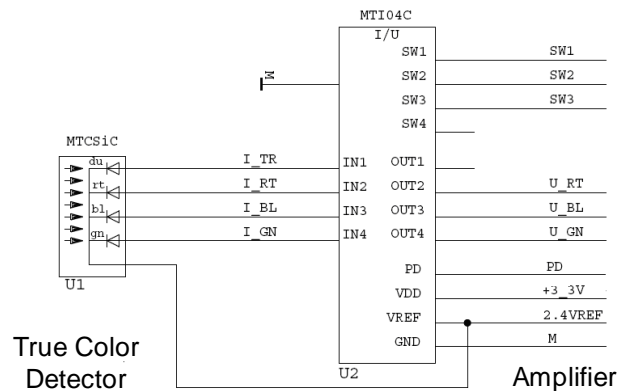
Farbortänderung des Weißpunktes bei Variation einzelner LEDs



Lösungen mit JENCOLOR-Komponenten

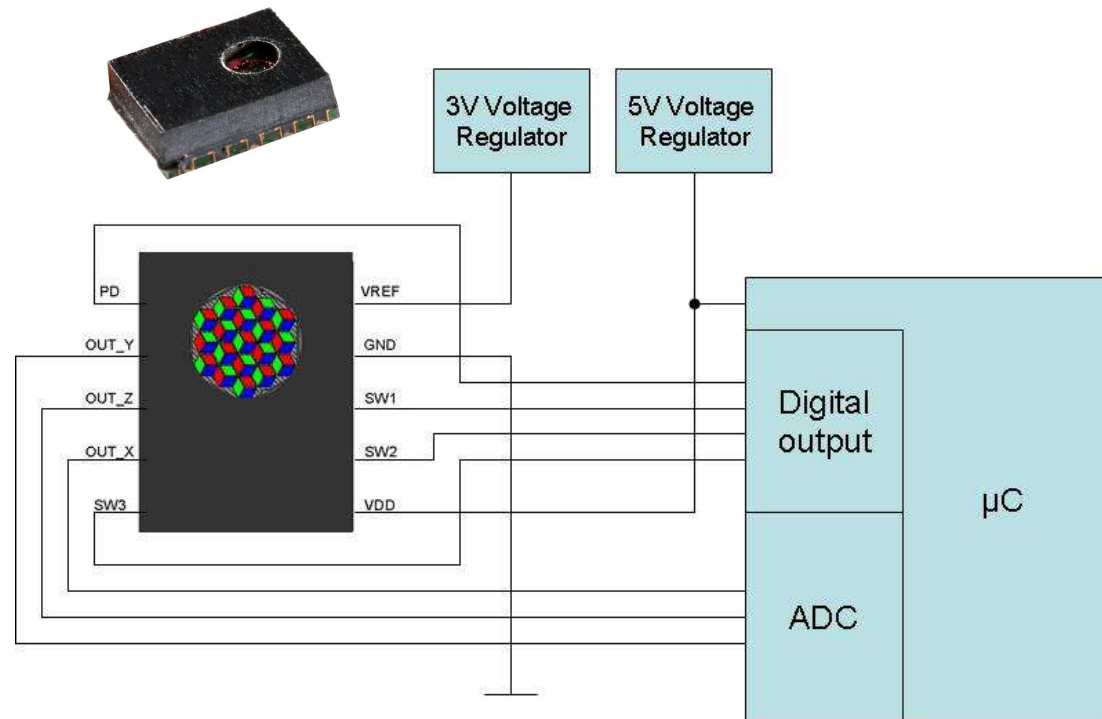
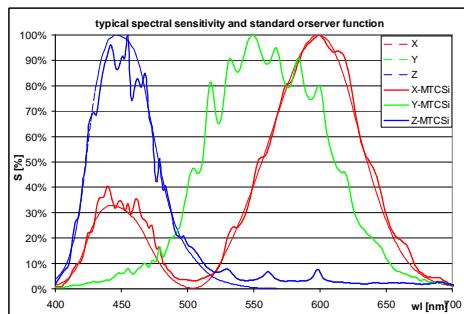


e.g. MAZeTs MTCS-TIAM2 für Lichtapplikationen

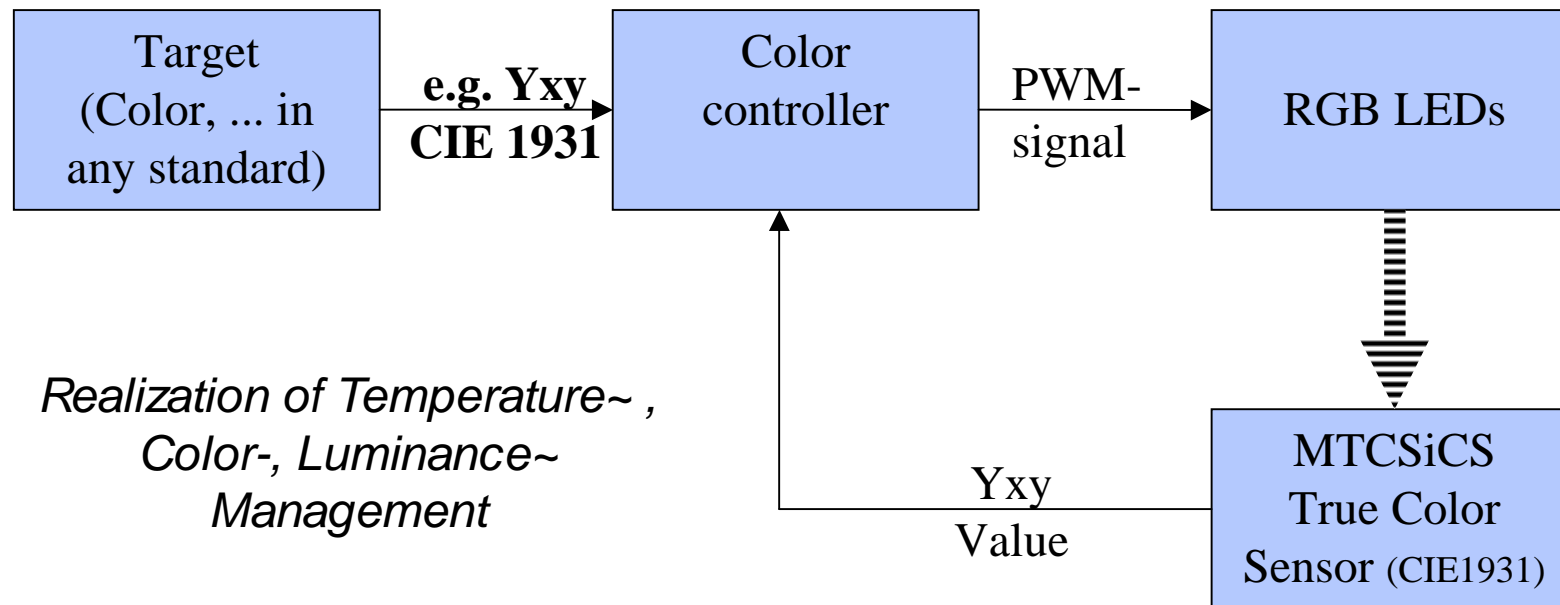


True Color Detector

Amplifier



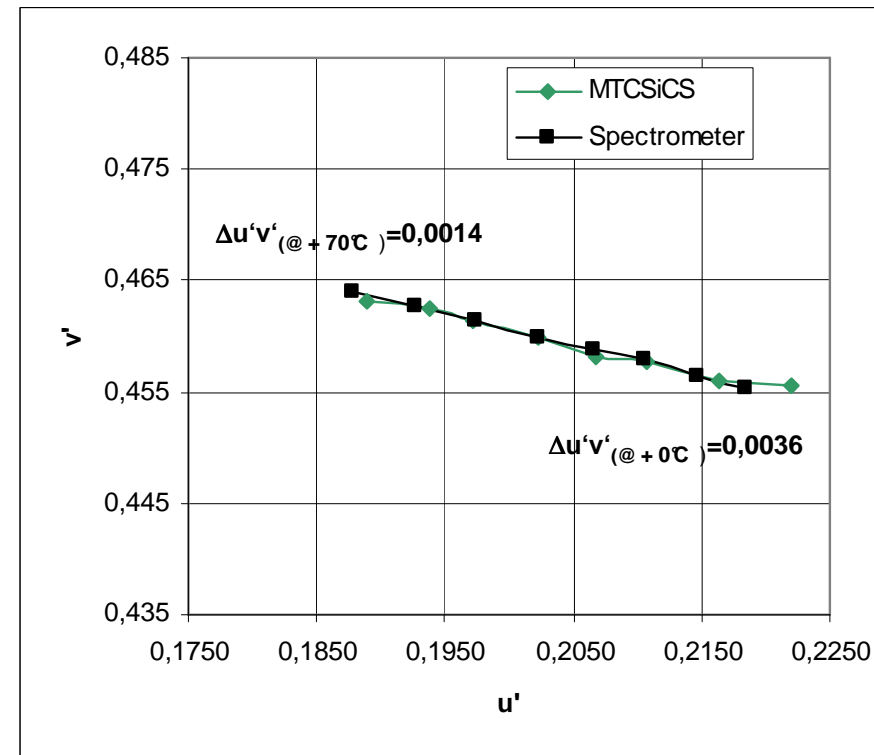
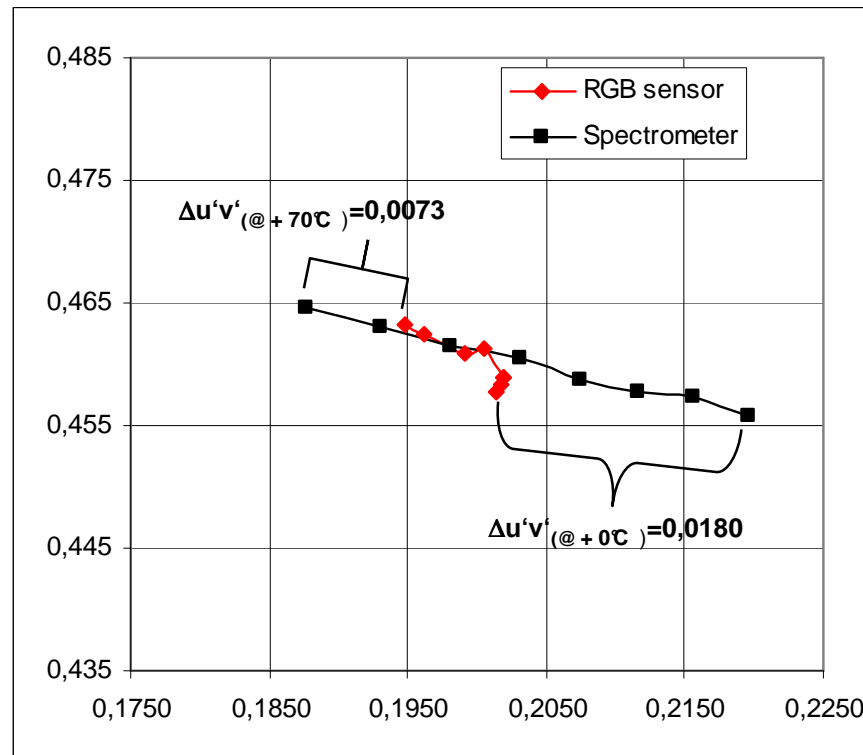
Prinzip der Farbregelung von RGB Power LEDs basierend auf True Color Sensor



Lösungen mit JENCOLOR-Komponenten



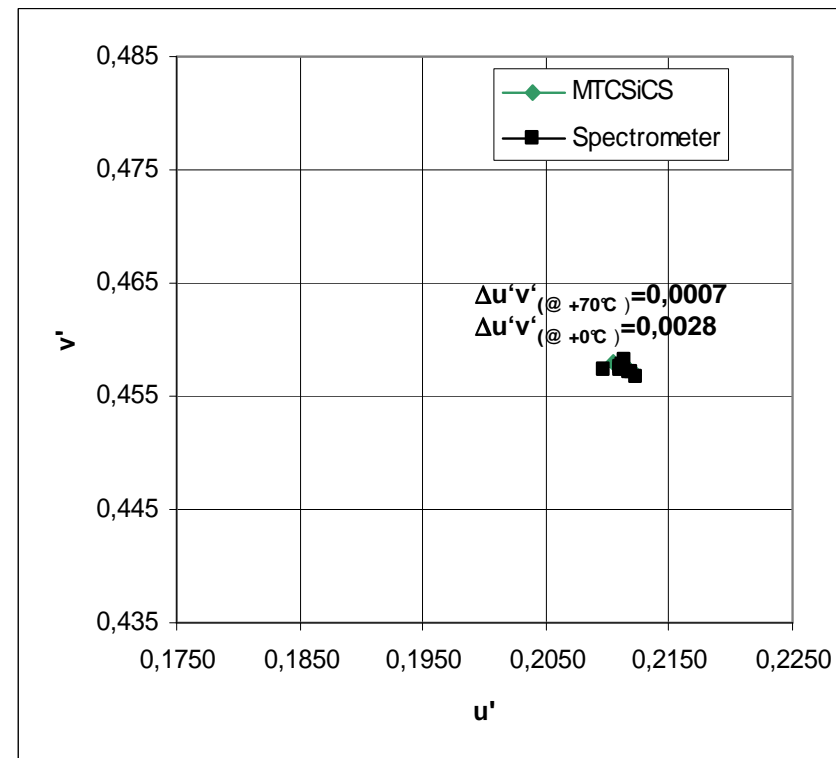
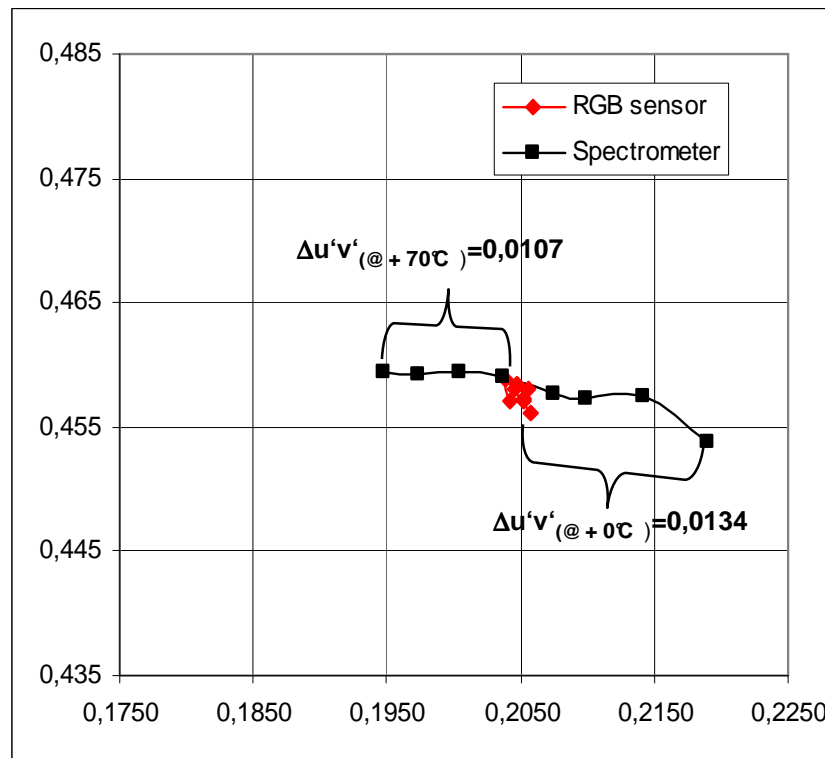
► Messergebnisse der Weißpunktverschiebung



Lösungen mit JENCOLOR-Komponenten



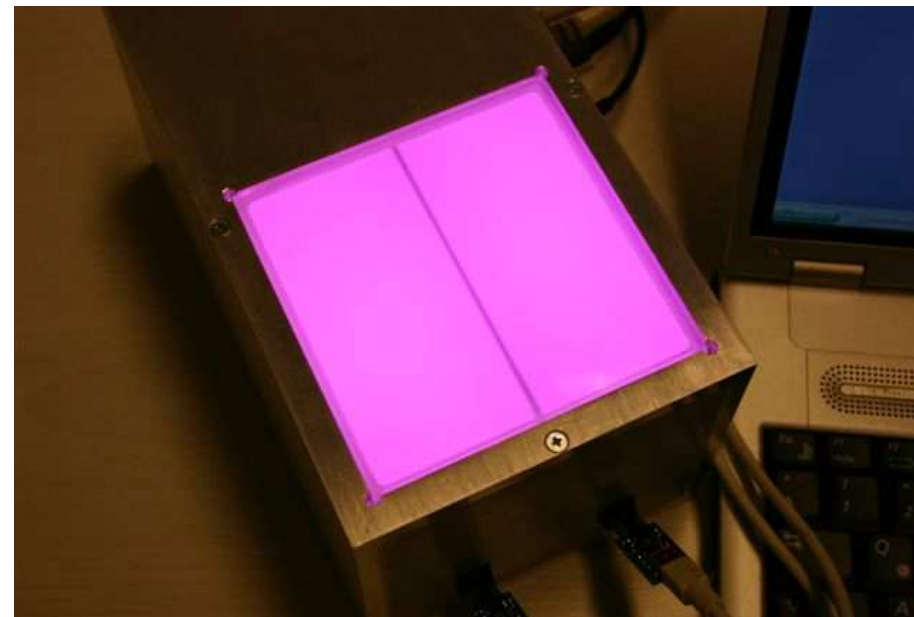
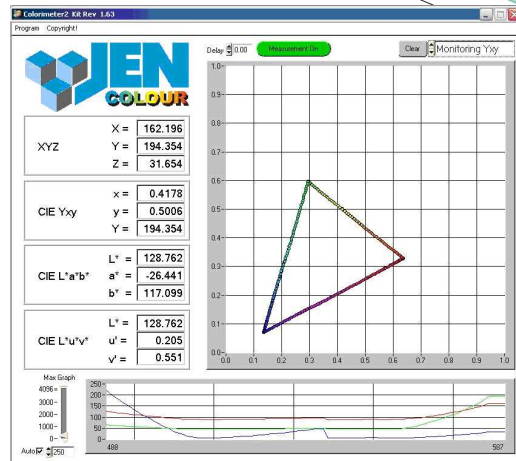
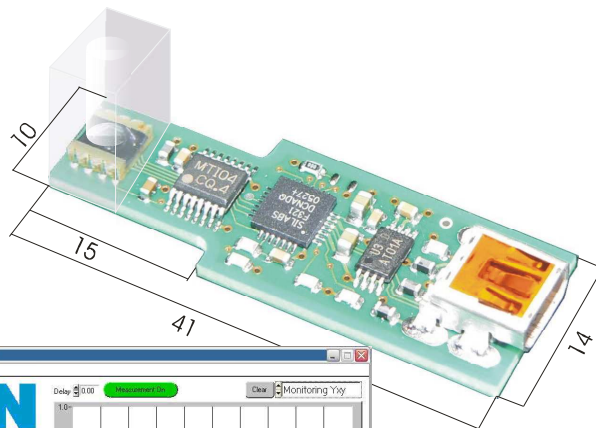
► Messergebnisse der Weißpunktregelung



Lösungen mit JENCOLOR-Komponenten



reguLED Demonstrator mit JENCOLOR MTCS-C2 Colorimeter 2



Realization of Temperature~, Color-, Luminance~ Management

Zusammenfassung



- ▶ Solange die Nachteile der LEDs vorliegen müssen RGB-LED-Farborte nachgeregelt werden.
- ▶ Besonders in farbechten Applikationen ist die Farbortregelung notwendig und wie gezeigt auch ohne Temperaturkompensation realisierbar.
- ▶ LED Regelung basierend auf Farbsensoren ist preiswert, klein, effektiv und regelt die echt erzeugte Mischfarbe.
- ▶ RGB Sensoren interpretieren die Temperatureffekte nicht so exakt wie die True Color Sensoren basierend auf XYZ CIE 1931 Filter. (Faktor 5-10)
- ▶ Interferenzfilter sind stabil gegenüber Temperatur und Alterung. Sie besitzen hohes Transmissions- und Sperrvermögen.
- ▶ JENCOLOUR Sensoren basierend auf XYZ-Interferenzfiltern setzen die Normspektralwertfunktion sehr genau um und sind bereit für Lichtapplikationen mit hohen Anforderungen an die Farbortregelgüte.

* * *