



## Spectaris – Tagung

Optische Komponenten und Beschichtungen  
für LED-Licht

### Möglichkeiten der Optiksimation

26.09.2012 - Nürnberg

Möglichkeiten der Optiksimation | 26.09.2012 | © opsira GmbH, Weingarten, Germany

1



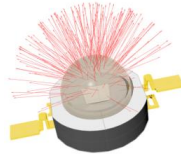
## Firmenvorstellung

### Entwicklung



- Konzepte
- Optikdesign
- Prototypenbau
- Begleitung  
Serienanlauf

### Messtechnik



- Lichtquellen
- Materialien
- Leuchten
- Optik-Systeme

### Messsysteme



- Leuchtdichte
- Spektrometer
- Goniometer
- Mess- und  
Prüfstände

Möglichkeiten der Optiksimation | 26.09.2012 | © opsira GmbH, Weingarten, Germany

2

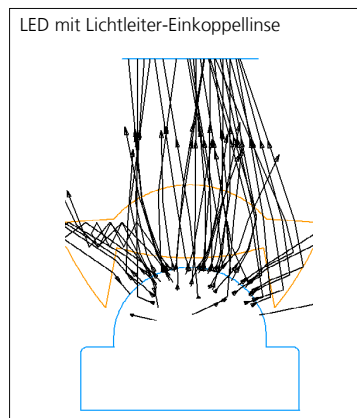
## Inhalt

- Ziele der Optiksimation
- Übersicht Optiksimationstools
- Aufbau Simulationsmodel
- Analyse- und Auswertemöglichkeiten
- Anwendungsbeispiele

## Ziele der Optiksimation

Ziel der Optiksimation ist, das Optiksistem

- analysieren
- verstehen
- optimieren
- Aussage über Robustheit zu treffen (Toleranzen)
- realitätsnahe Ergebnisse zu erzielen





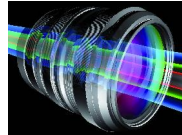
## Optiksimulationstools

### Lichttechnische Systeme



- ASAP, APEX, Breault (BRO)
- SPEOS, SPEOS CAA V5, Optis
- LightTools, Optical Research A.
- LucidShape, Brandenburg GmbH
- TracePro, Lambda Research Cor.
- FRED, Photon Engineering

### Abbildende Systeme



- Oslo, Lambda Research Cor.
- Code V, Optical Research A.
- Zemax, Radiant ZEMAX

Möglichkeiten der Optiksimulation | 26.09.2012 | © opsira GmbH, Weingarten, Germany

5



## Aufbau des Simulationsmodells

### Aktive Komponenten

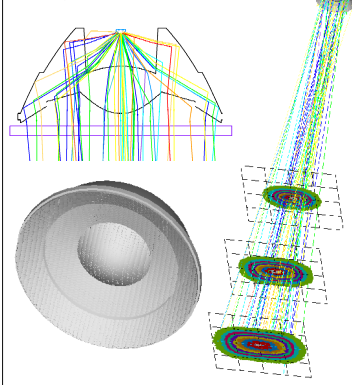
- Lichtquelle

### Passive Komponenten

- Brechung
- Reflexion
- Interne Totalreflexion
- Beugung
- Polarisation

In den meisten Fällen besteht die Aufgabe eine oder mehrere Komponenten zu entwickeln

Optiksystem (TIR Linse) mit Strahlen



Möglichkeiten der Optiksimulation | 26.09.2012 | © opsira GmbH, Weingarten, Germany

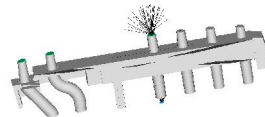
6



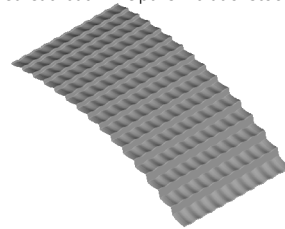
## Geometriedatenaufbau

- Import CAD Geometriedaten
  - für komplexe Geometrie
  - Geometrie kann nicht geändert werden
- Optiks simulationsumgebung integriert in CAD Systeme
- Aufbau der Geometrie direkt im Optiks imulationstool
  - Parametrischer Aufbau der Geometrie
  - Variantensimulation
  - Optimierung der Geometrie
- Entwicklung der Geometrie mittels externer Tools

Aus CAD File importierte Geometrie



Geometrieaufbau im Optiks imulationstool



Möglichkeiten der Optiks imulation | 26.09.2012 | © opsira GmbH, Weingarten, Germany

7



## Realitätsnahe Simulationsergebnisse

- Um realitätsnahe Simulationsergebnisse zu erzielen ist die Modellierung der Optikkomponenten entscheidend
  - Materialmodel
  - Lichtquellemodel
- Die Modellierung der Komponenten erfolgt:
  - nach Datenblattangaben
  - speziellen Herstellerangaben
  - auf Basis von Messungen

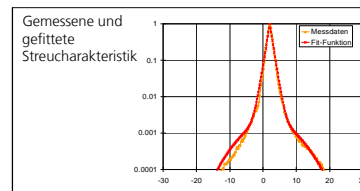
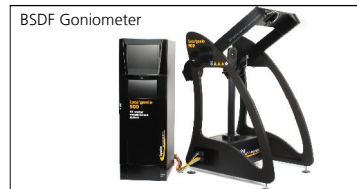
Möglichkeiten der Optiks imulation | 26.09.2012 | © opsira GmbH, Weingarten, Germany

8

## Material-Modellbildung

- Brechungsindex
- Volumenabsorption
- Reflexionsfaktor
- Streucharakteristik → BSDF Daten
  - Oberflächenstreuung
  - Volumenstreuung

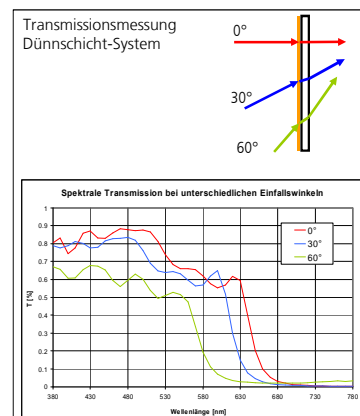
Bei Bedarf ist eine wellenlängen-  
abhängige Modellierung notwendig



## Material-Modellbildung

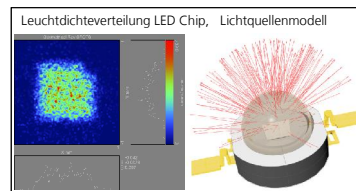
### Modellierung von beschichteten Komponenten

- Schichtsystem bekannt: Modellierung anhand des Schichtsystems durch Schichtdicke und Brechzahl
- Schichtsystem nicht bekannt: Messung und Modellierung der winkelabhängigen Spektralcharakteristik



## Lichtquellen-Modellbildung

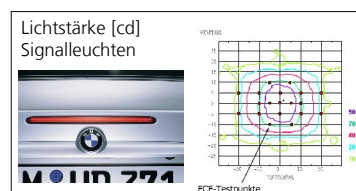
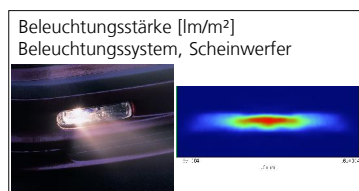
- Lichtquellenmodelle werden hauptsächlich durch Strahlendaten aufgebaut
- Durch Messung mit einem Nahfeldfotogoniometer ermittelter Strahlendatensatz beinhaltet:
  - Geometrische Abstrahlung
  - Startposition des Strahls
  - Richtung
  - Spektral Charakteristik
  - Lichtstrom gegen Wellenlänge
- Zusätzliche Modellierung der Geometrie



## Analysen und Auswertungen

### Unterschiedliche Analyse- und Auswertemöglichkeiten

- Vergleichbar mit der später durchzuführenden Prüfung
  - Normanforderung
  - Kundenanforderungen
- die Einblick in das System zulassen, diese Analysen können in der Realität nur schwer bis gar nicht durchgeführt werden



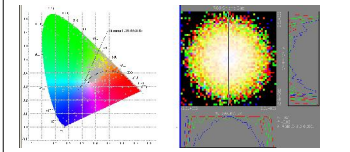
opsira

## Analysen und Auswertungen

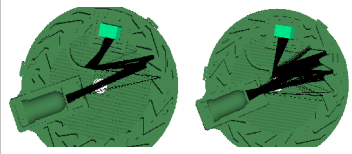
Leuchtdichte [ $\text{cd/m}^2$ ]  
visueller Eindruck



Spektralanalysen → Farbverteilung



Pfadanalyse



- Wirkungsgrad
- Partieller Wirkungsgrad auf Zwischenebenen

Möglichkeiten der Optiksimation | 26.09.2012 | © opsira GmbH, Weingarten, Germany

13

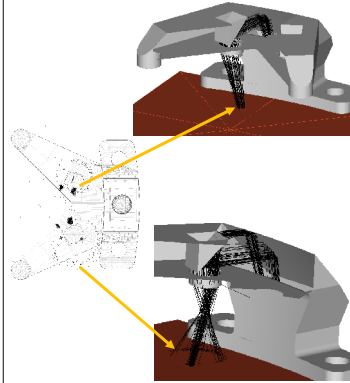
opsira

## Pfadanalyse

Die Pfadanalyse ermöglicht einen Einblick in das System

- Auswahl und Darstellung spezieller Lichtpfade
- Gute Möglichkeit um einen Einblick in die Mechanismen des Optiksistem zu erhalten
- Gezielte Unterdrückung von z. B.
  - Reflexen
  - Übersprechen
  - etc.

Pfadanalyse an Lenkwinkelsensor

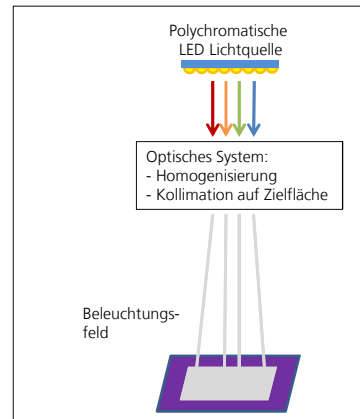


Möglichkeiten der Optiksimation | 26.09.2012 | © opsira GmbH, Weingarten, Germany

14

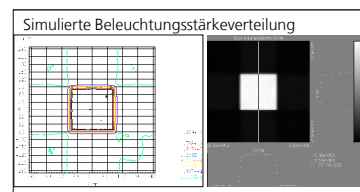
## Bsp.: Homogene LED Lichtquelle

- Multi-LED Beleuchtungseinheit
- Einstellbare Farbtemperatur
- Erzeugung einer quadratischen Beleuchtungsstärkeverteilung mit sehr guter Homogenität +/- 2,5% über großen Spektralbereich
- Modellierung von:
  - Geometrische Charakteristik der Lichtquellen (Nahfeldmodell)
  - Spektrale Emission der Lichtquellen
  - Spektral abhängiger Brechwerte der Kunststoff – Optikkomponenten (Dispersion)



## Bsp.: Homogene LED Lichtquelle

- Analyse der Beleuchtungsstärkeverteilung mit 30 Mio. Strahlen
- Kreuzförmiges Übersprechen wird durch die Abstrahlung der LEDs außerhalb vom Chip verursacht
- Strahlendaten beinhalten dieses Verhalten, darum zeigt sich dies auch im Simulationsergebnis





opsira

## Bsp.: LED Dentalleuchte

- Optiksystem aufgebaut mit 5 LED Modulen
- Einsatz von Multichip LED
- LED Chips mit verschiedenen Emissionsspektren
- Variable Beleuchtungsstärke  
8.000 lx – 35.000 lx
- Variable Farbtemperatur  
4.000 K – 6.000 K
- Hohe Farbwiedergabewerte  
Ra und R9 > 94
- Anti-Aushärte Modus



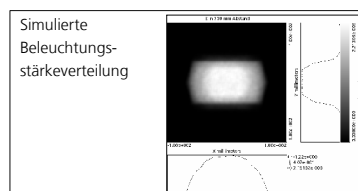
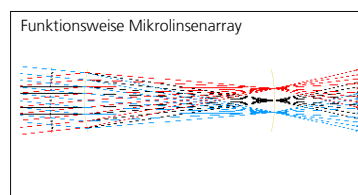
Möglichkeiten der Optiks simulation | 26.09.2012 | © opsira GmbH, Weingarten, Germany

17

opsira

## Bsp.: LED Dentalleuchte

- Optik bestehend aus
  - Kollimator
  - Kondensor-Mikrolinsenarray mit ca. 30.000 Linsenpaaren
- System strahlt sehr engwinklig ab und ist darum Étendue limitiert
- Mikrolinsenarray dient zur
  - homogenen Farbmischung
  - Erzeugung der gewünschten Beleuchtungsstärkeverteilung



Möglichkeiten der Optiks simulation | 26.09.2012 | © opsira GmbH, Weingarten, Germany

18



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

**[www.opsira.de](http://www.opsira.de)**