



Lichttechnische Simulationen mit ASAP™ Projektbeispiele

Arbeitsweise
Prozess
Simulationsbeispiele

Allgemeiner Ablauf von Raytracing-Simulationen

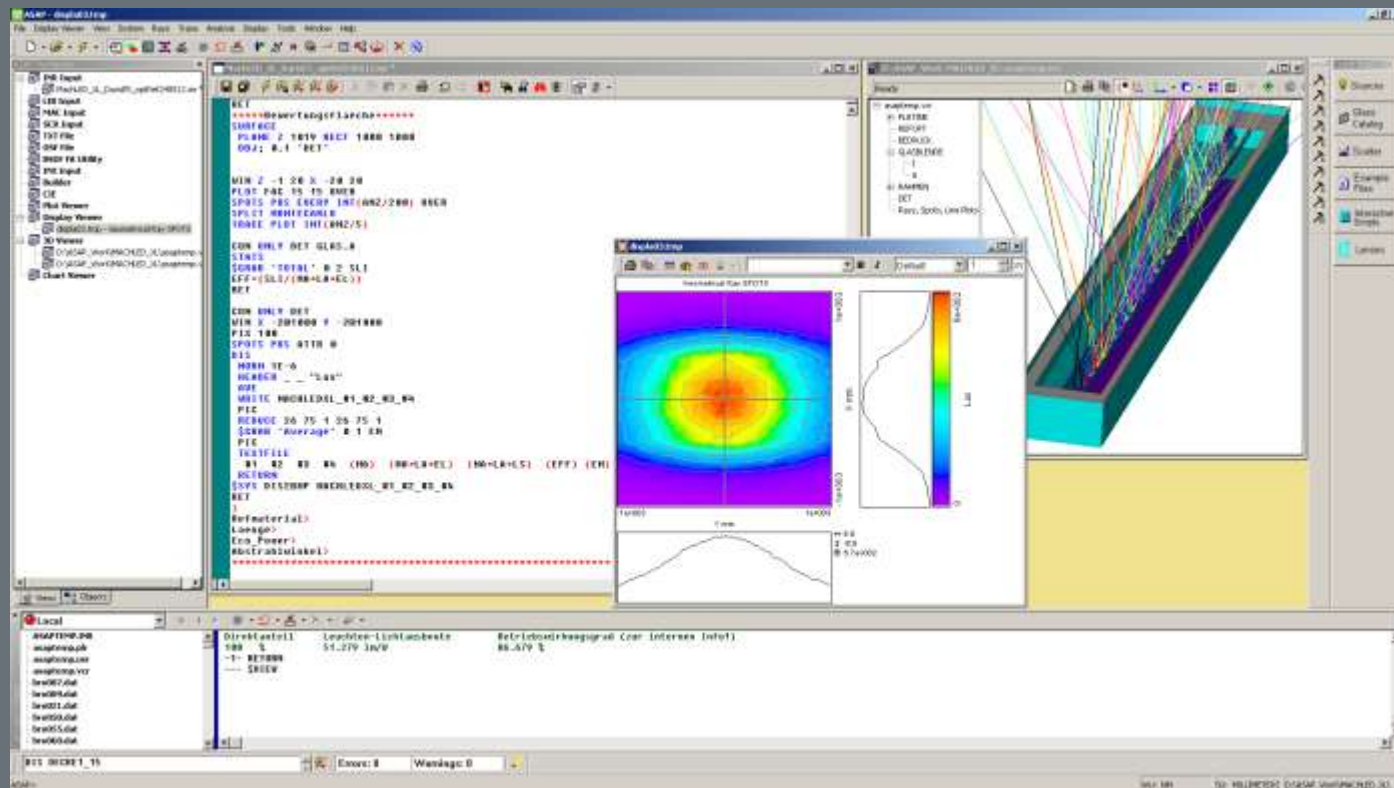
- ① Erstellung des Geometriemodells
 - direkt im System oder durch IGES-Import
- ② Zuweisung von lichttechnischen Materialeigenschaften
- ③ Modellierung der Lichtquelle
 - stochastisch verteilte Emitterpunkte als Startvektoren
 - Berücksichtigung des physischen Lampenmodells bei Rückreflexion zur Quelle
- ④ Strahlverfolgung von der Quelle bis zum Empfänger nach physikalischen Gesetzmäßigkeiten (Forward-Raytracing)
- ⑤ Aufbereitung der Strahlenstatistik und Auswertung der relevanten Informationen (Beleuchtungsstärke, Lichtstärkeverteilung etc.)

Vorteile und Nutzen von Raytracing-Simulationen

- ① Schnelle und kostengünstige Überprüfung lichttechnischer Konzeptideen (Machbarkeitsanalysen)
- ① Optimierung von Konzepten auf theoretischer Basis durch Variation mehrerer unabhängiger Parameter ohne wiederholte Musterbauten
 - wichtig insbesondere bei Werkzeuggeometrien!
- ① Einbeziehung von Fertigungstoleranzen und praxisbedingten Idealmodell-Abweichungen in die Simulation (sofern bekannt)

Simulationen mit ASAP™

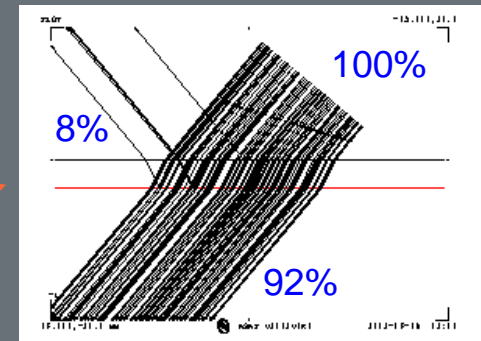
- ASAP™ ist eine Raytracing-Interpretersoftware und beruht auf einer optischen Programmiersprache
 - hohe Flexibilität der lichttechnischen Modellierung und Optimierung durch Makro-Routinen



Simulationen mit ASAP™

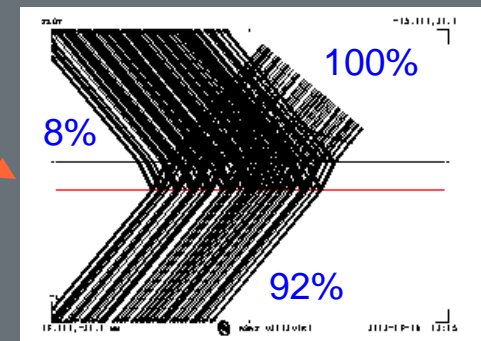
ASAP™ ist ein nicht-sequentieller Forward-Raytracer

- Strahldurchrechnung von der Quelle zum Empfänger entsprechend der physikalischen Objektinteraktionen unabhängig von der Programmierreihenfolge
- wahlweise nach **Monte-Carlo-Methode** (Strahlenanzahl bleibt im System konstant) oder mit Streu- bzw. **Kindstrahlengenerierung**



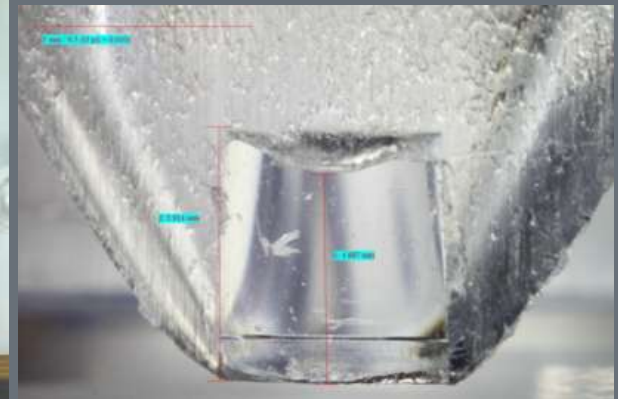
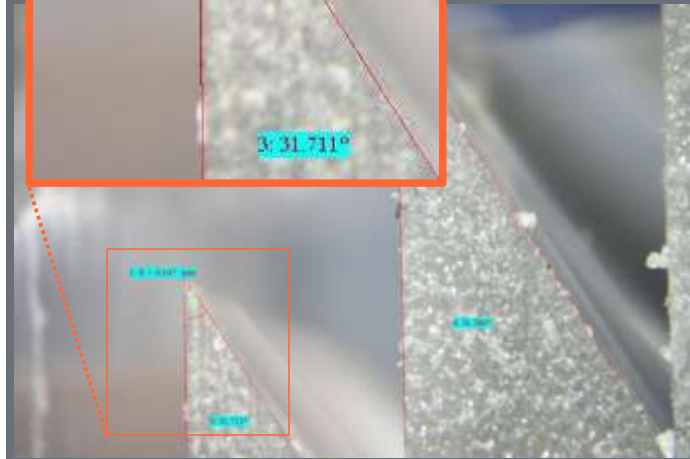
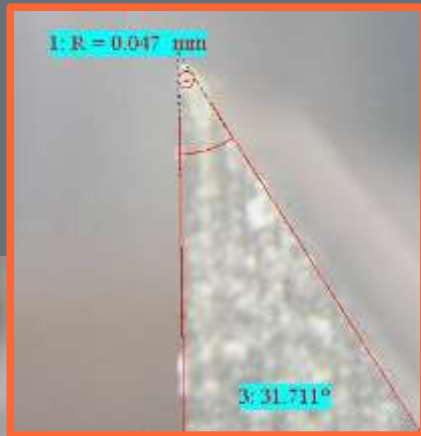
ASAP™ ist flächenorientiert

- importierte Volumenmodelle werden als Flächenmodelle behandelt
- Strahleninteraktion (Brechung, Streuung, Reflexion etc.) findet i.d.R. an (Grenz-)Flächen statt



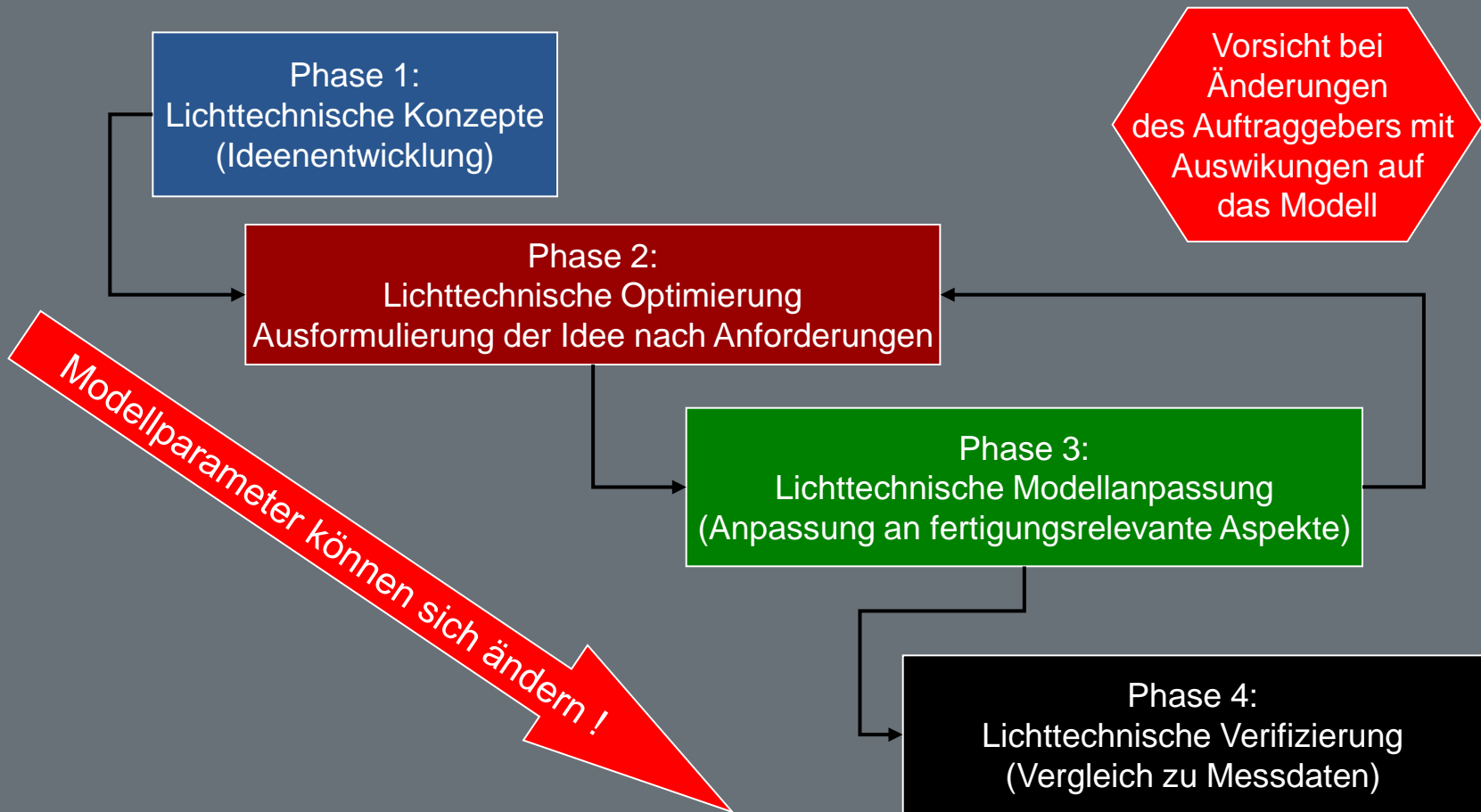
Modellverifikation mittels Messmikroskop

- Entwicklung optischer Komponenten und Mikrostrukturen (teure Werkzeuge!) verlangt Berücksichtigung prozessbedingter Abweichungen und Überprüfbarkeit der tatsächlichen Geometrie



Lichttechnische Entwicklung - Projektphasen

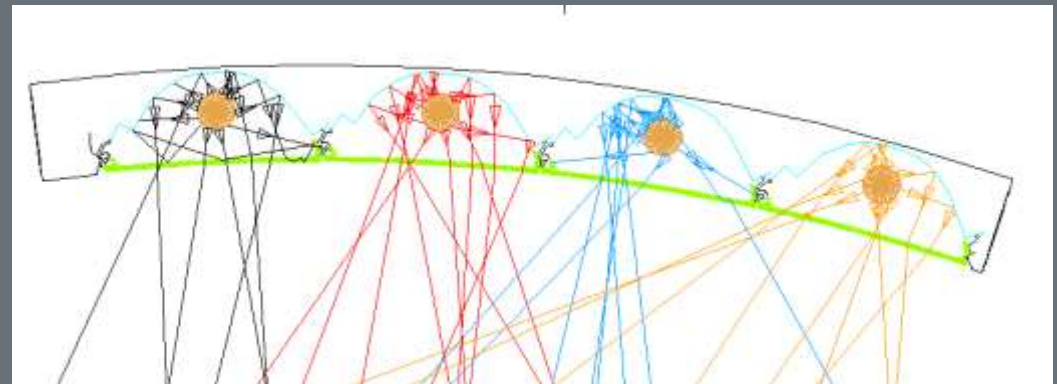
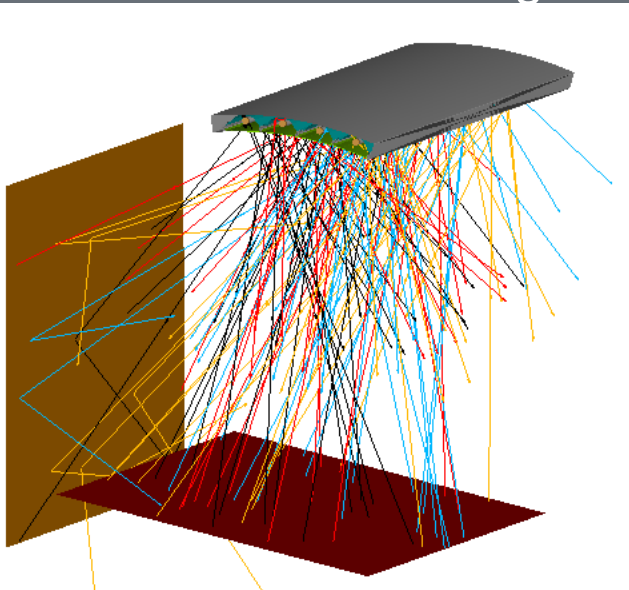
 Lichttechnische Begleitung des Kunden über den gesamten Entwicklungsprozess hinweg



Bereich Industrie

Farbprüfleuchten für Druckmaschinen (Waldmann/ Heidelberger Druck)

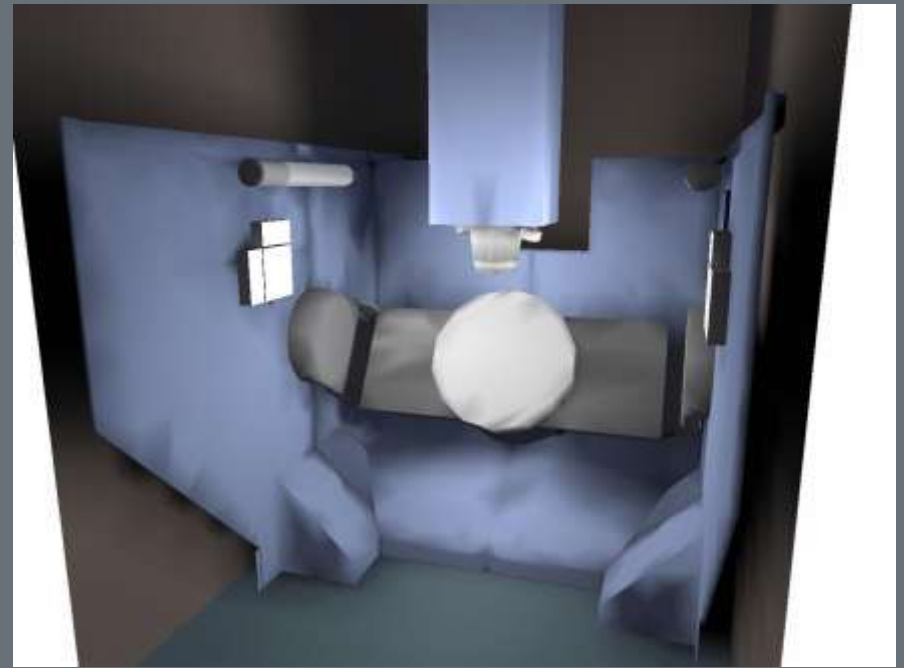
- Optimierung von Reflektorkontur und Blende mit Prismenstrukturen
- homogene Ausleuchtung des Druckbogens
- Keine Blendung des Prüfers



Bereich Industrie

Ausleuchtung von Dreh- und Fräsmaschinen (Waldmann/ Hüller Hille)

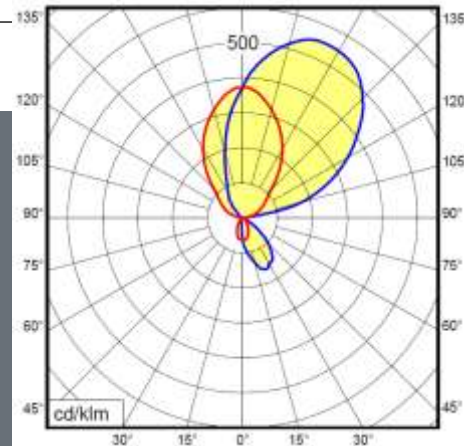
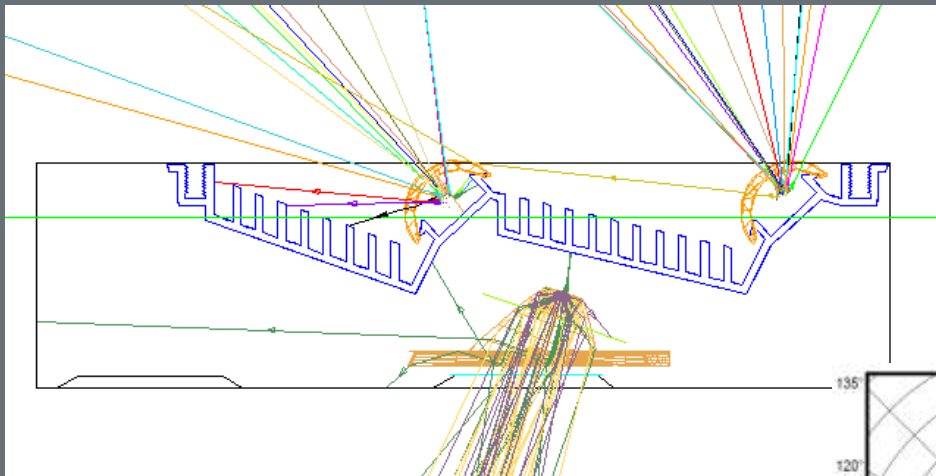
- Berechnung und Visualisierung verschiedener Beleuchtungsvarianten innerhalb der Bearbeitungsmaschine
- LVK-Simulation mittels ASAP
- Visualisierung in Relux



Bereich Office

Arbeitsplatzorientierte Stehleuchten (Waldmann)

- Lichttechnische Verifikation des LED-Direkt und -Indirektanteils (Serie ATARO LED)

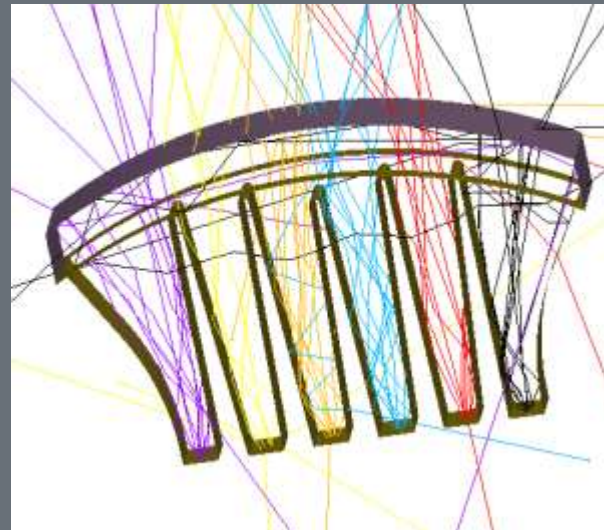
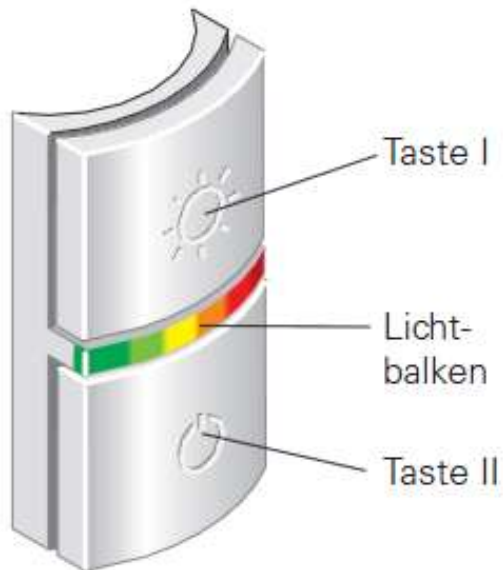


Bereich Office

Lichtleitersimulation für mehrfarbige LED-Anzeige (Waldmann)

- Visualisierung der blickwinkelabhängigen Leuchtdichte des farbigen LED-Lichtbalkens am Standrohr-Bedienteil der Stehleuchte

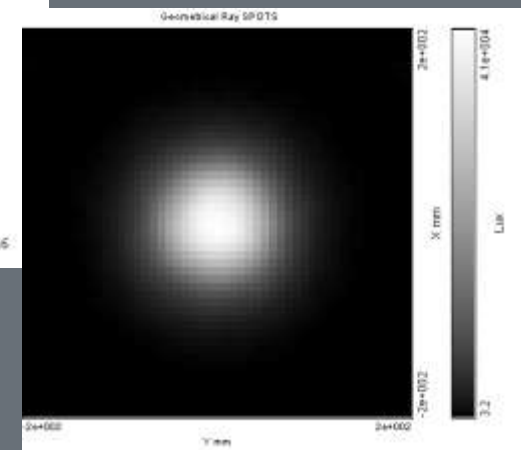
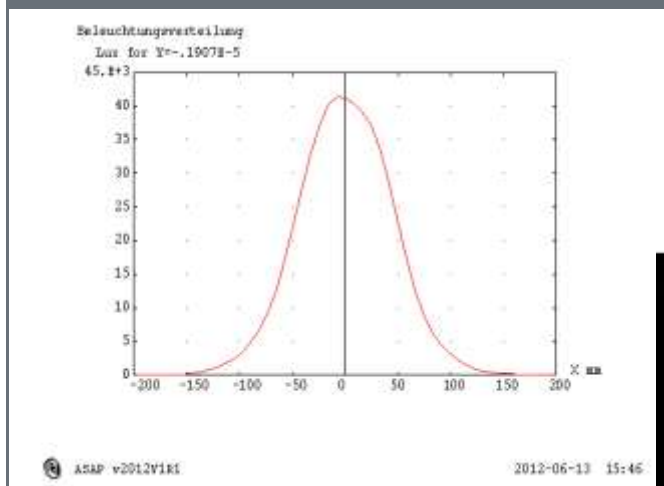
Fig. 3 (Standrohr-Bedienteil)



Bereich Medizin

LED-Behandlungsleuchte (Derungs)

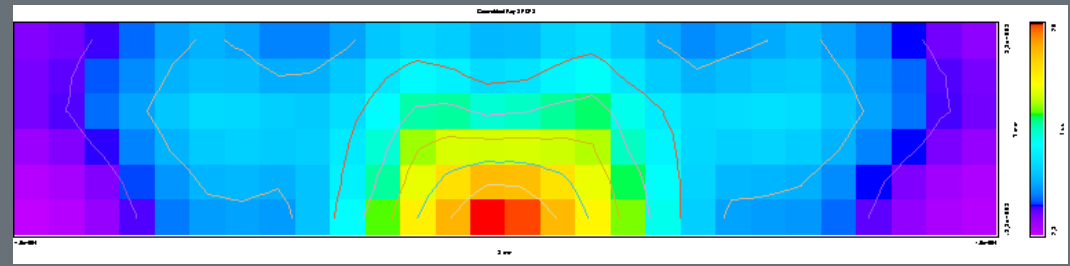
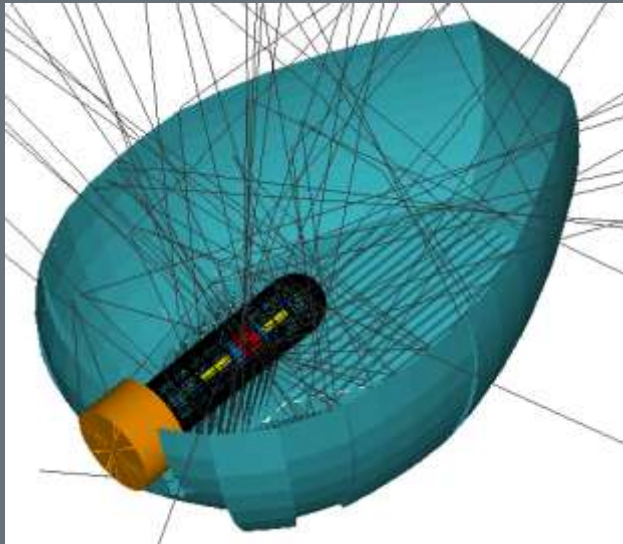
- Konzepterarbeitung und Optimierung mittels eigener Sekundäroptik
- Enge Fokussierung bei 1m Abstand ($D_{10} < 20\text{cm}$)



Bereich Aussenbeleuchtung

Kompakter Reflektor für Straßenleuchten mit Hochdruckentladungslampen (Hess)

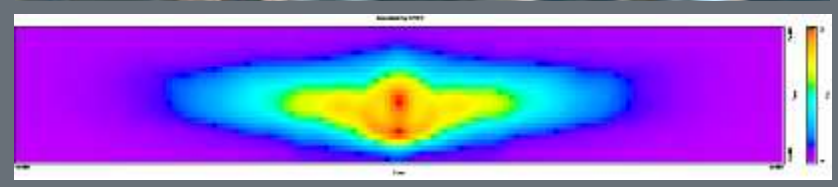
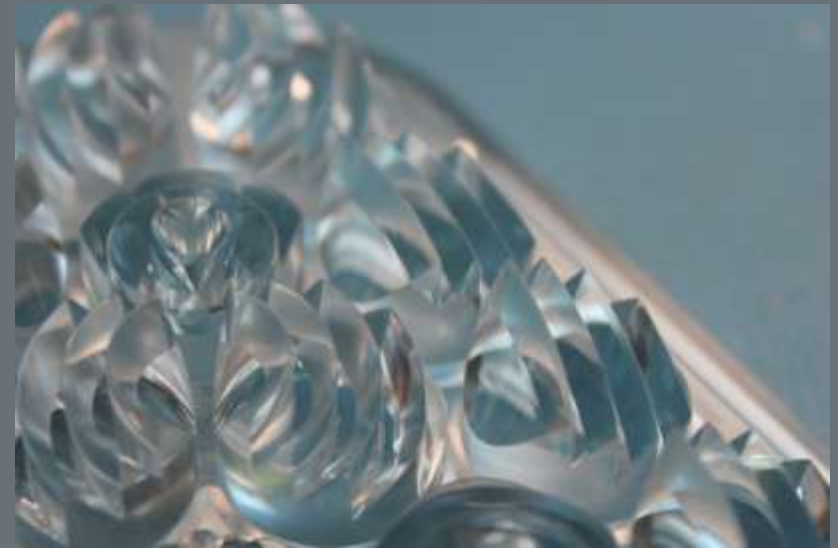
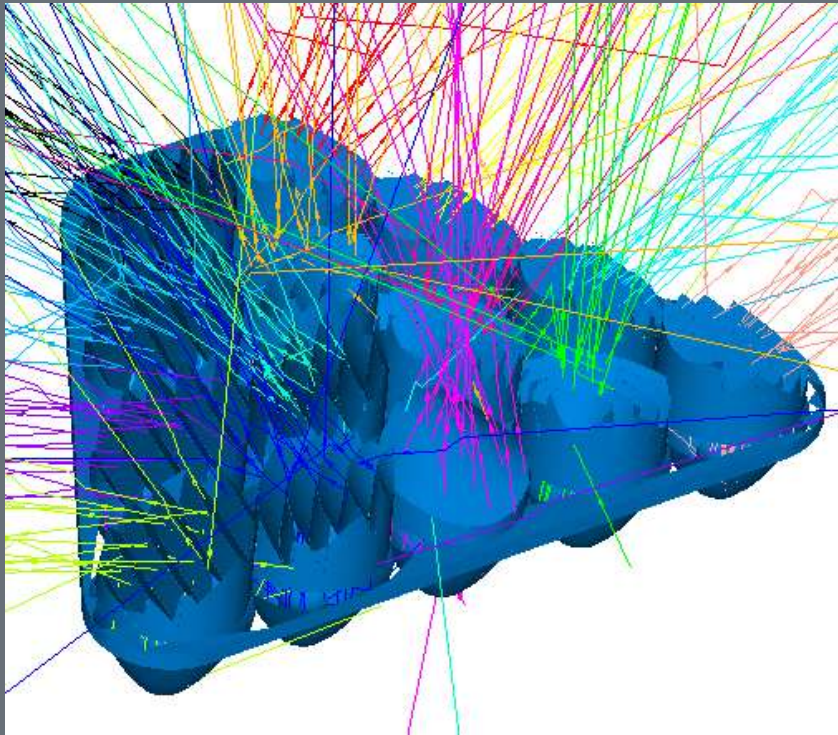
- Optimierung verschiedener Reflektorbereiche
- Ziel: Erfüllung der normativen Anforderungen (Beleuchtungsklasse ME5) trotz kompakter Abmessungen



Bereich Aussenbeleuchtung

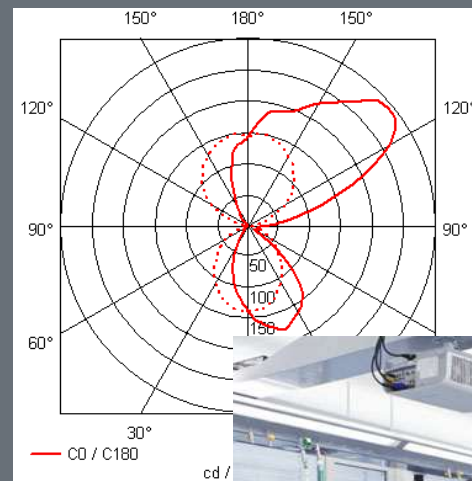
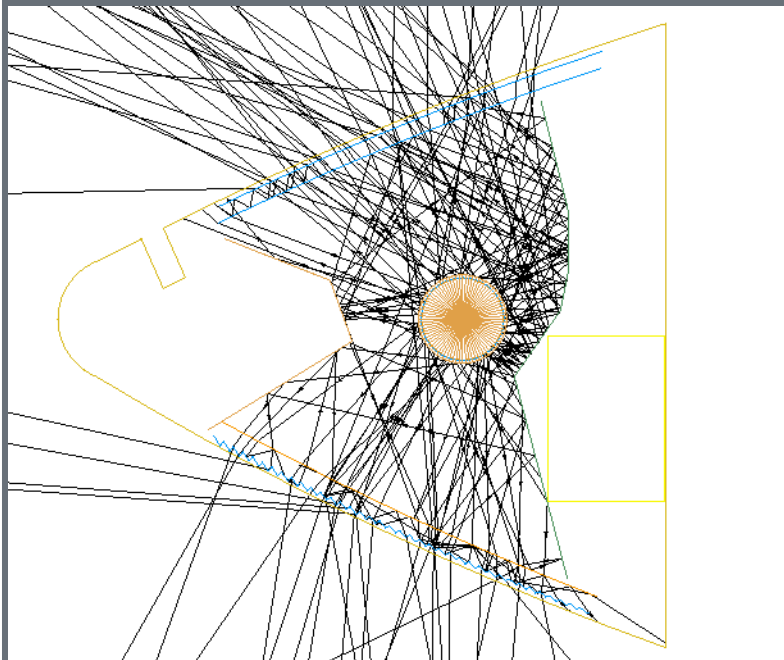
Moduloptik für LED-Straßenleuchten (Hess)

- Entwicklung des Optikkonzepts und Optimierung der einzelnen Strukturgeometrien zur gezielten Lichtlenkung
- Prüfsimulationen für die Werkzeugfertigung



Bereich Labor- und Unterrichtsräume

- Integrierte Beleuchtung im Medienflügel (Waldmann/ Waldner)
 - Optmierung von Reflektor und Auskoppelstruktur für hohe Effizienz und Blendungsminimierung

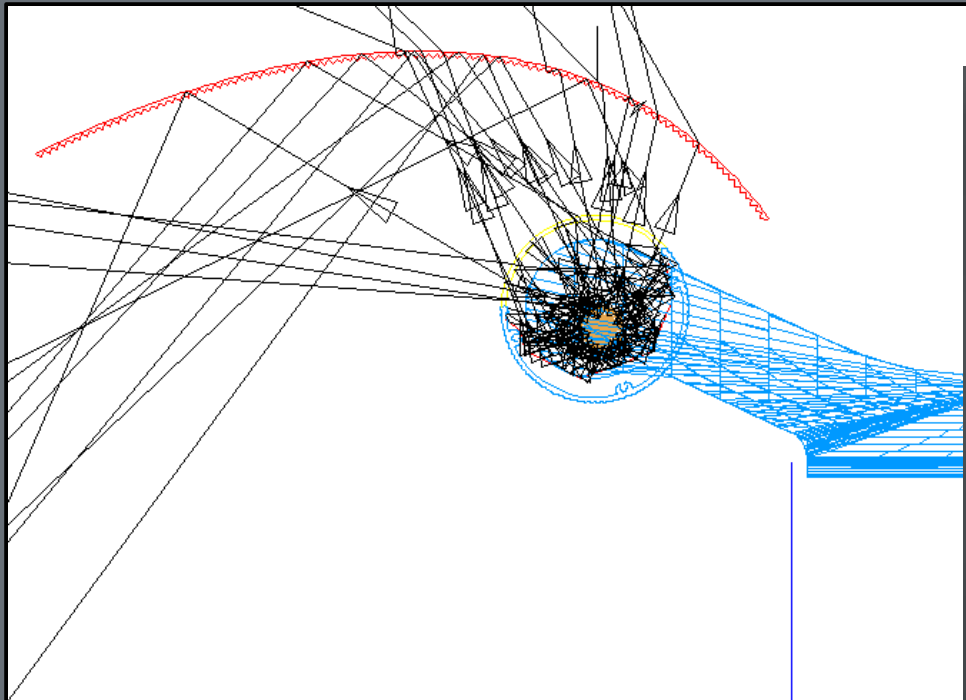


Quelle: Waldner-Homepage

Bereich Badmöbel

Spiegelbeleuchtung (Duravit)

- Simulation und Optimierung einer extrudierten Prismenstruktur als Reflektor (basierend auf Totalreflexion) zur Werkzeugfreigabe
- Berechnung der Beleuchtungsverteilung und Visualisierung mittels Relux

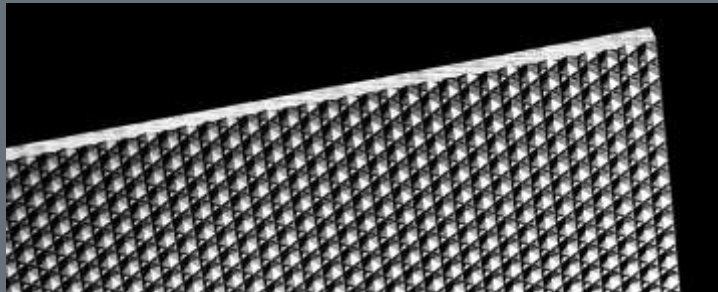


Bereich lichttechnische Komponenten

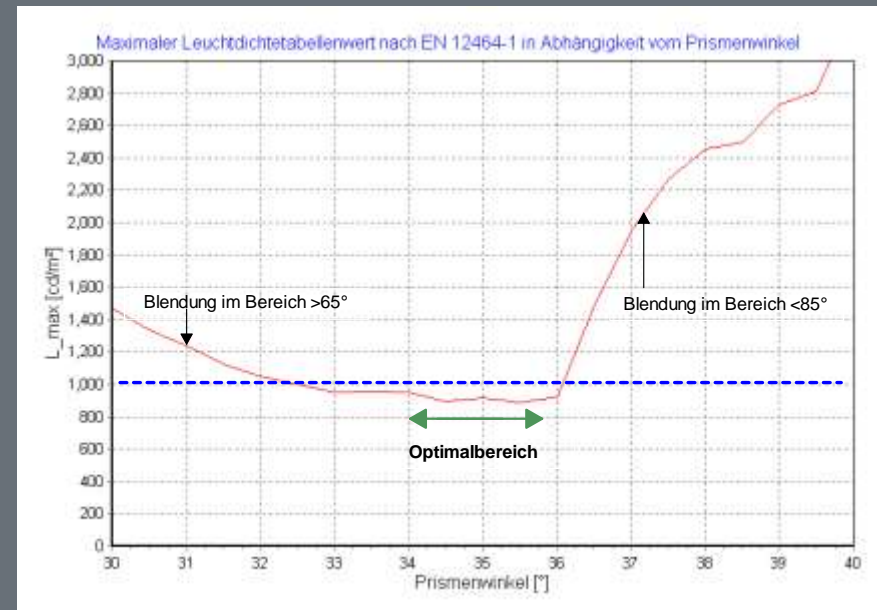
3D-Entblendungsstruktur für Inline-Fertigungsprozess (BWF)

- Entwicklung des Strukturkonzepts und Optimierung der Prismenwinkel als Entblendungskomponente im Leuchtenbau

BWF diamondPRISM®



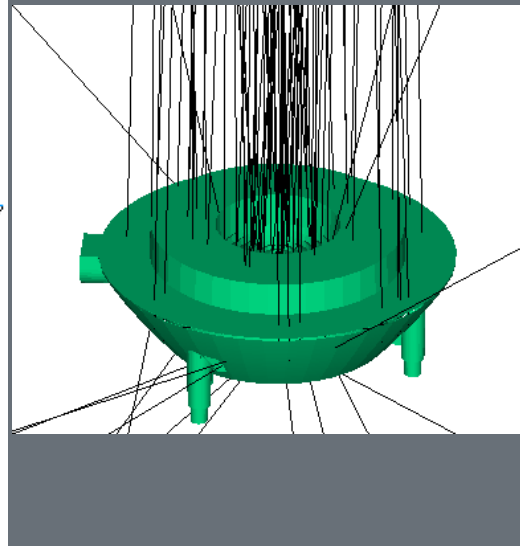
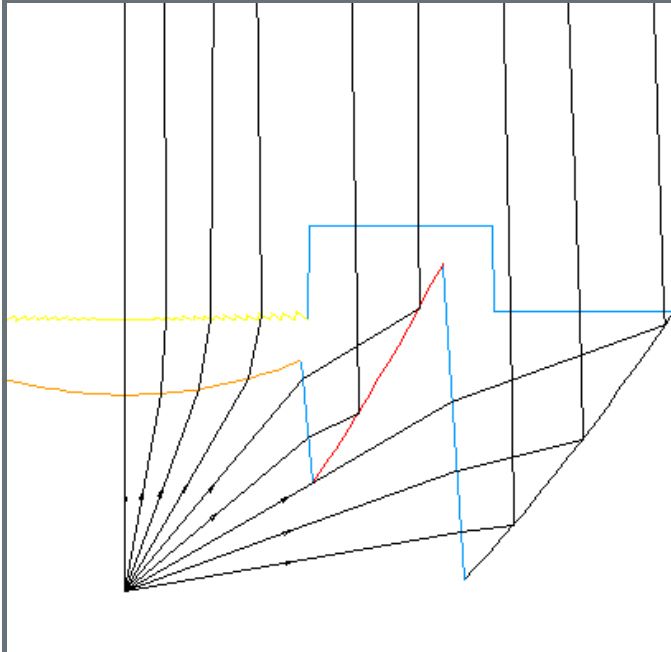
Quelle: BWF-Homepage



Bereich lichttechnische Komponenten

engstrahlende LED-Optik

- Auslegung der Optikgeometrie für extrem enge Abstrahlung ($< 3^\circ$) und minimierter PMMA-Wandstärken (Spritzguss-Zykluszeiten)
- Anwendungen in Medizin- und Architekturbeleuchtung



Beleuchtungsstärkeverteilung

