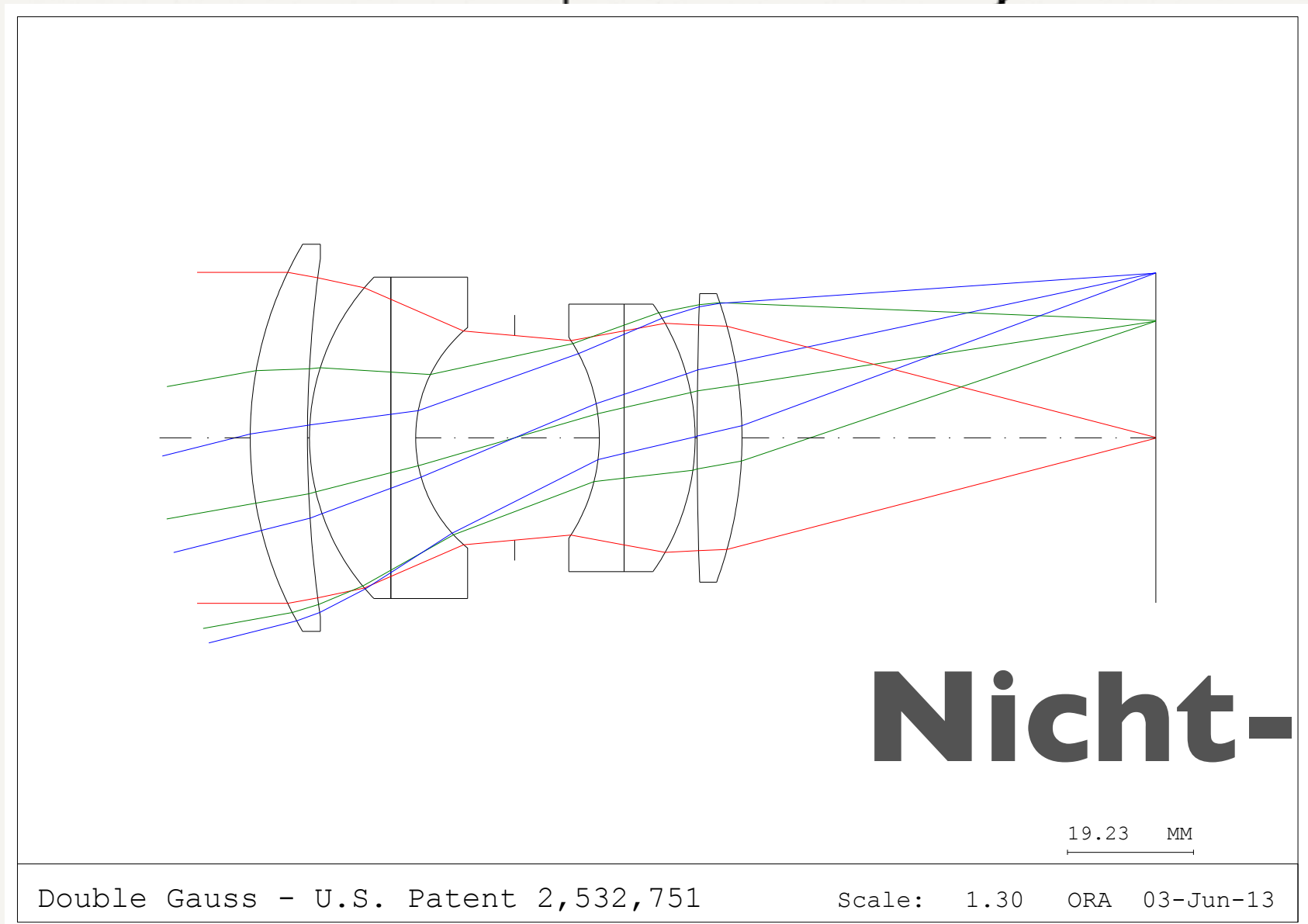
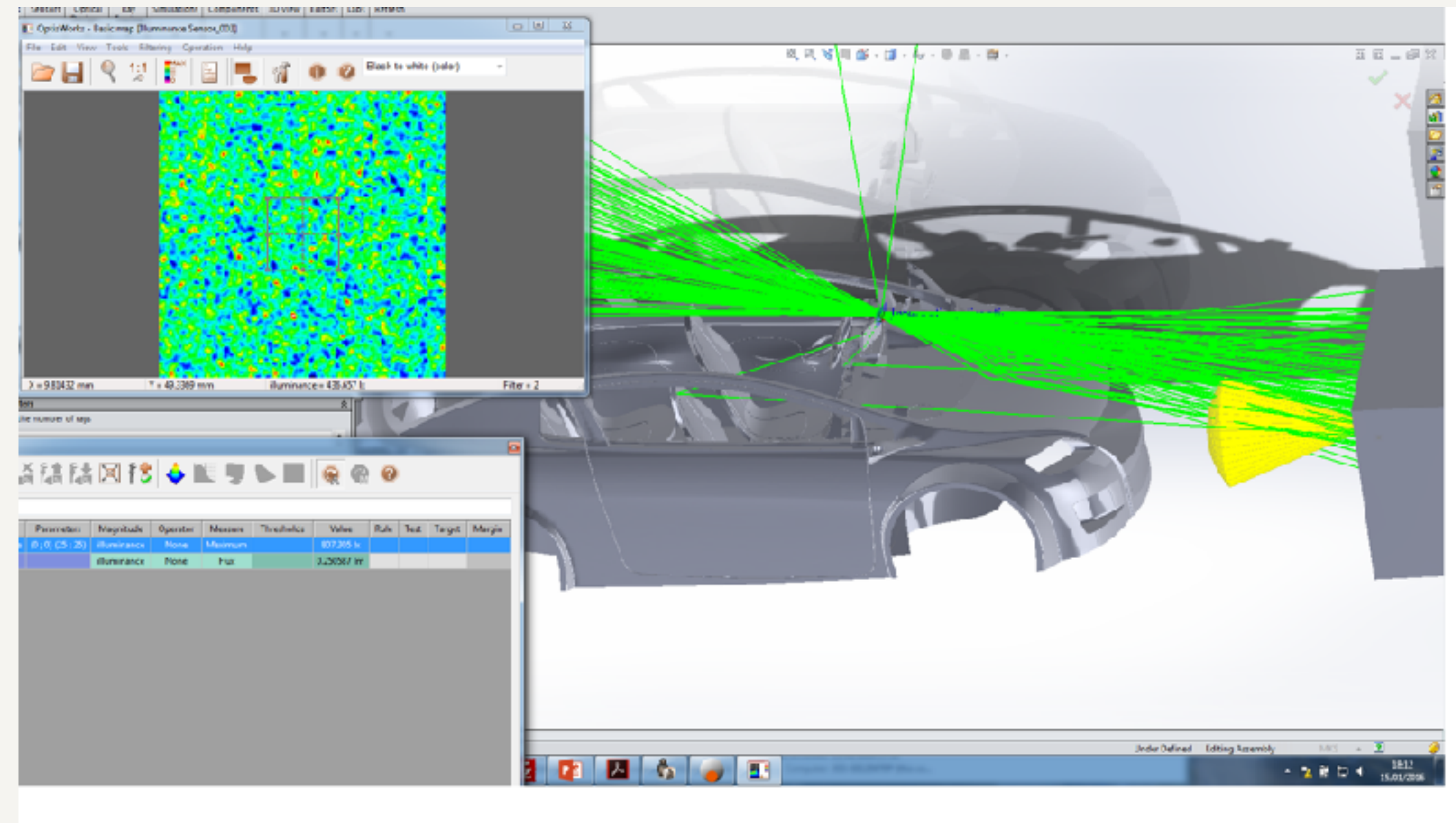
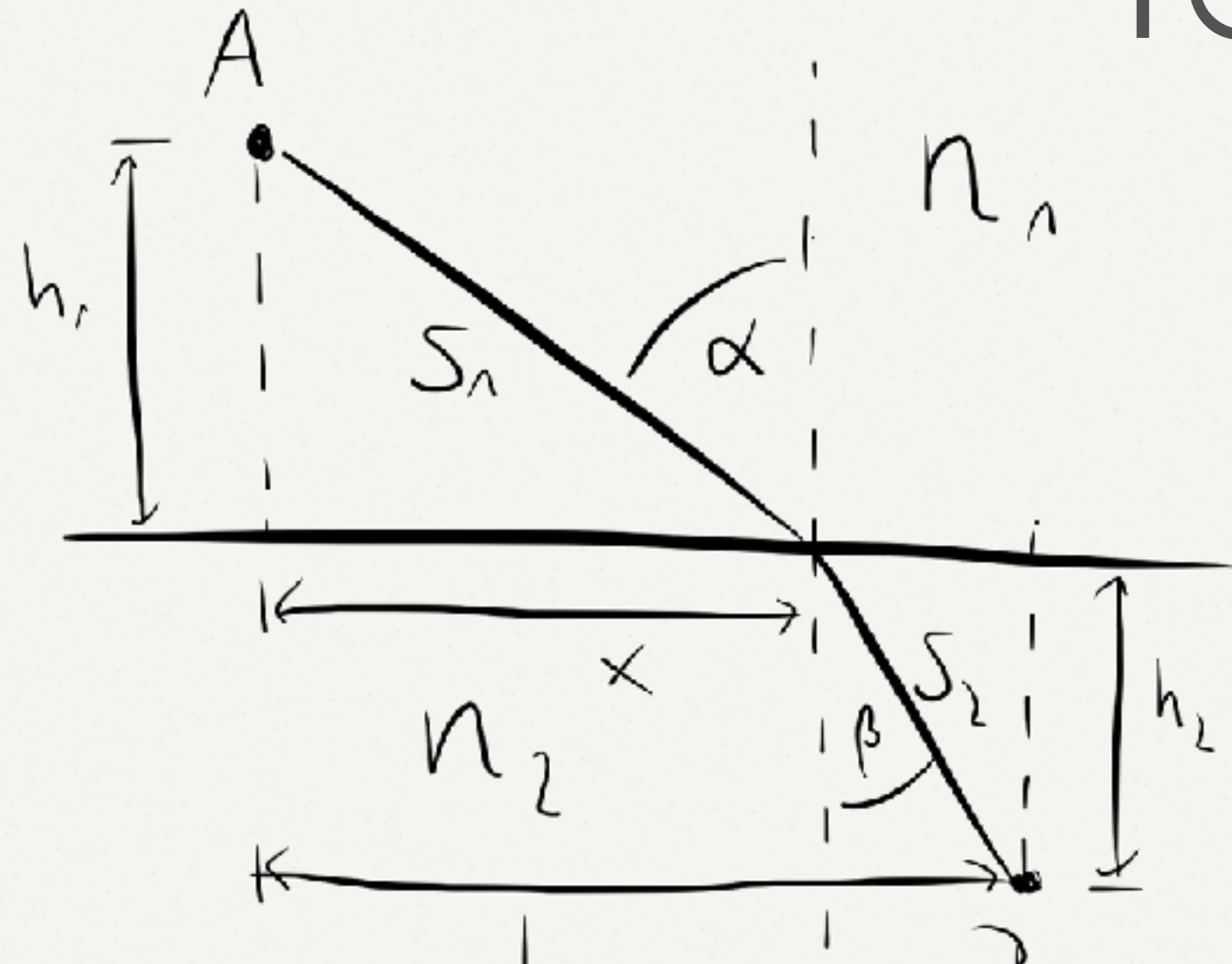


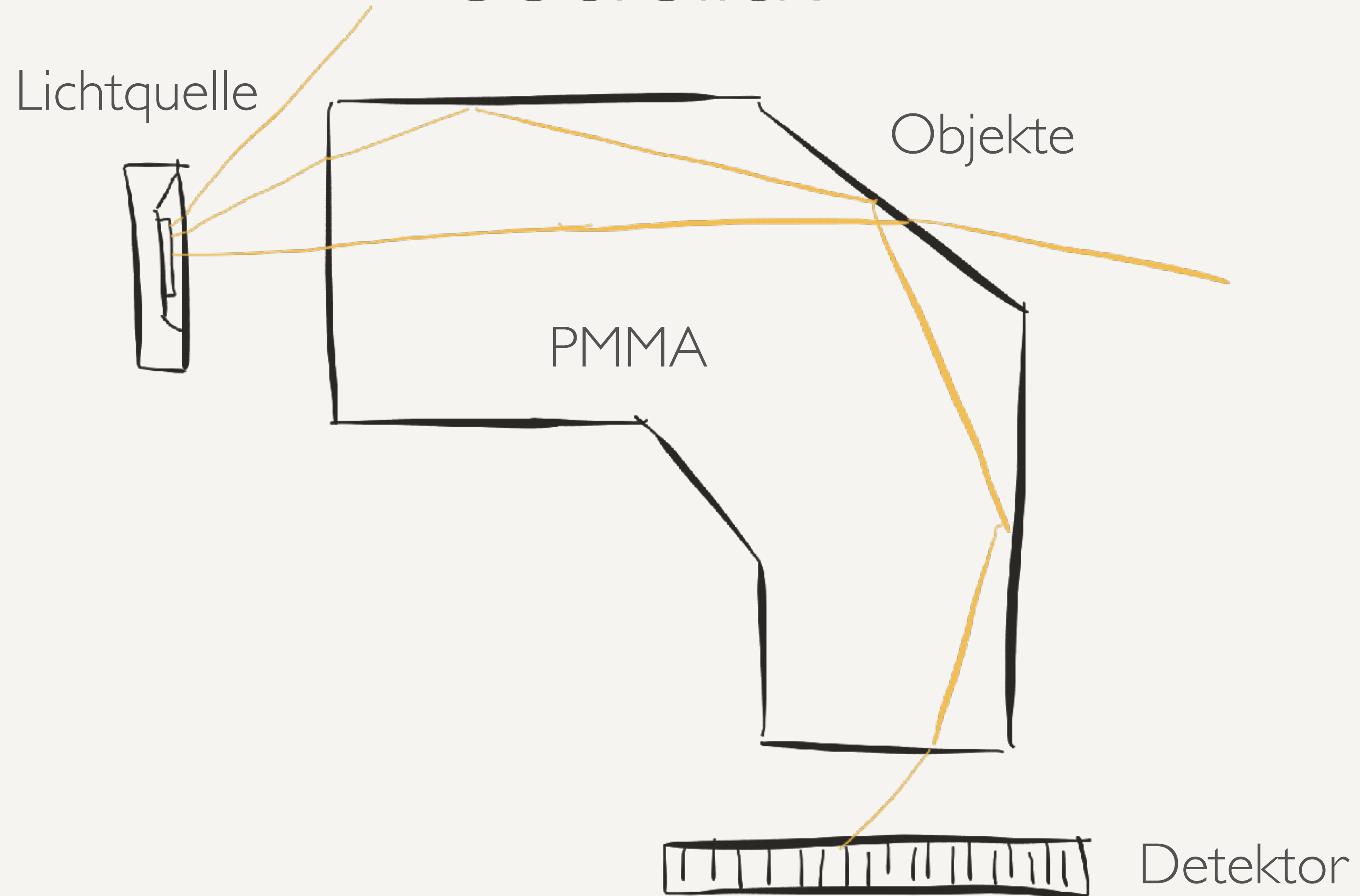
Technische Raytracer



$$\mathbf{u}' = \frac{n_1}{n_2} \cdot \mathbf{u} - \mathbf{n} \left[\frac{n_1}{n_2} \mathbf{n} \cdot \mathbf{u} - \sqrt{1 - \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 (1 - (\mathbf{n} \cdot \mathbf{u})^2)} \right]$$

Nicht-sequentielles Raytracing

Überblick



3d-Szene: der Aufbau

Speos vs. Die Anderen

- Speos hatte bis vor kurzem ein Alleinstellungsmerkmal: die Raytracing-Engine kann in ein CAD-Programm integriert werden (CATIA, CREO, Solidworks, NX, ...).
- Alle anderen arbeiten mit einem eigenen Konstruktionsprogramm, um die 3d-Szene zu erstellen (LightTools, OpticStudio* non-sequential (ehemals Zemax)).
- Ebenso die „darstellenden“ Raytracer wie Maya oder Blender.

*OpticStudio kann seit kurzem in Solidworks integriert werden.

CAD-integriert

- Die Integration von Speos in ein eigenständiges CAD-Tool hat den Nachteil, dass die CAD-Systeme meist relativ schwer zu bedienen sind, und eine Einarbeitung zwingend erforderlich ist.
- In gewissem Maße gilt das allerdings auch für die Tool-eigenen CAD-Elemente, wobei dieses allerdings meist viel einfacher zu bedienen sind.
- Die Vorteile sind jedoch auch deutlich:
 - Bei echten Produkten reichen vereinfachte Geometrien häufig nicht aus (z.B. Radien und Fasen an Kanten).
 - Die Arbeitsteilung auf Optik-Entwickler und Konstrukteur mit gemeinsamer Software-Umgebung erlaubt nahtloses Miteinander-Arbeiten **ohne verlustbehafteten Import/Export (!)**.

Lichtquellen

Arten von Lichtquellen

In Speos werden die Lichtquellen in zwei Kategorien eingeteilt:

1. Simulierte Lichtquellen

- Lichtquellen für interaktive Simulationen
- Punkt-, Flächen- oder Volumenstrahler (Lambert, Gauß, ...) für normale Simulationen

2. Vermessene Lichtquellen

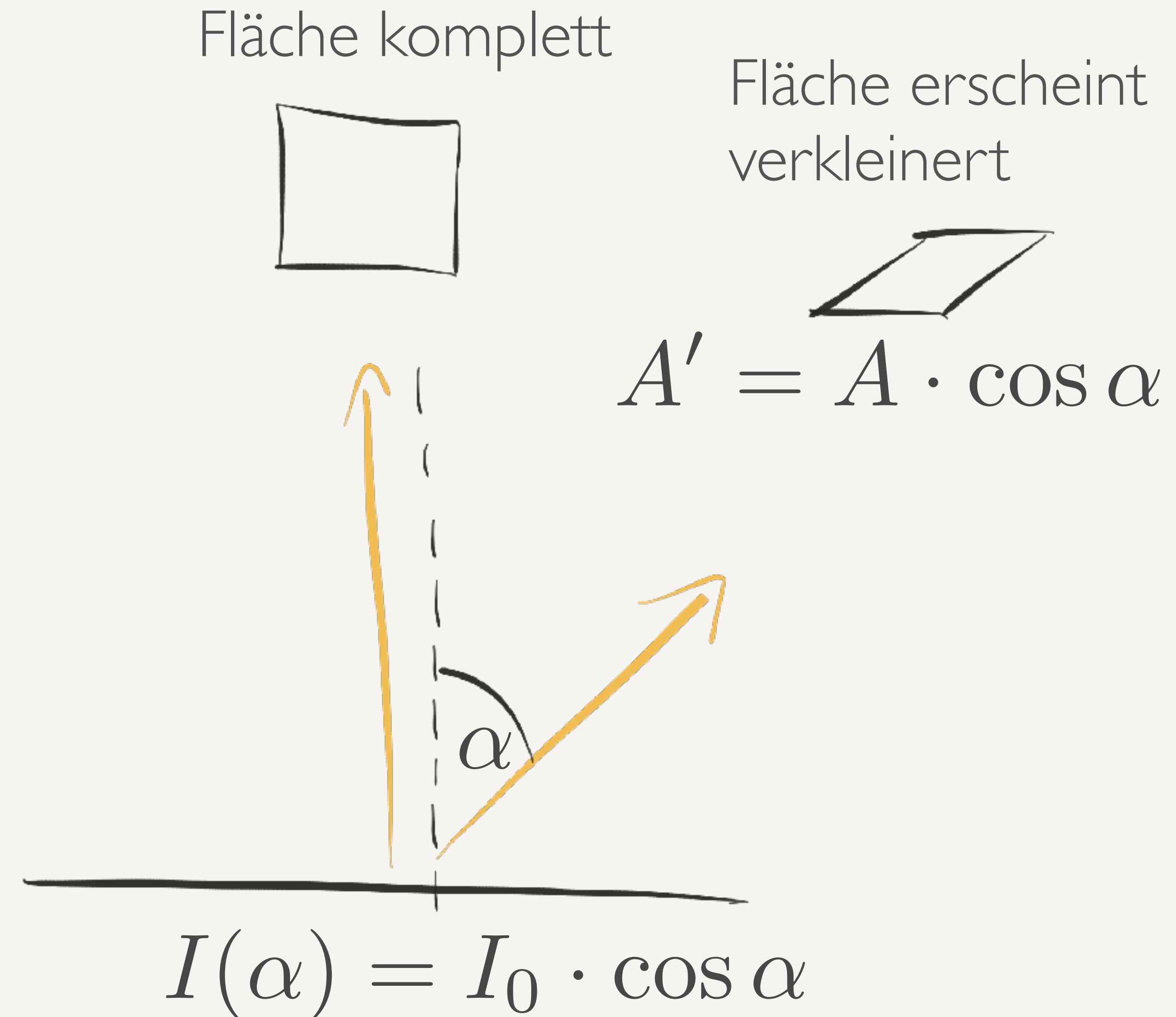
- Können von den Herstellern oder der Optis-Webseite heruntergeladen werden.

Eigenschaften der Lichtquellen

- **Spektrum**
 - LED
 - Planckscher Strahler
 - beliebig manuell eingestellte oder vermessene Spektren
- **Abstrahlcharakteristik** (Winkel)
- **Räumliche Ausdehnung** (Nahfeld / Fernfeld)

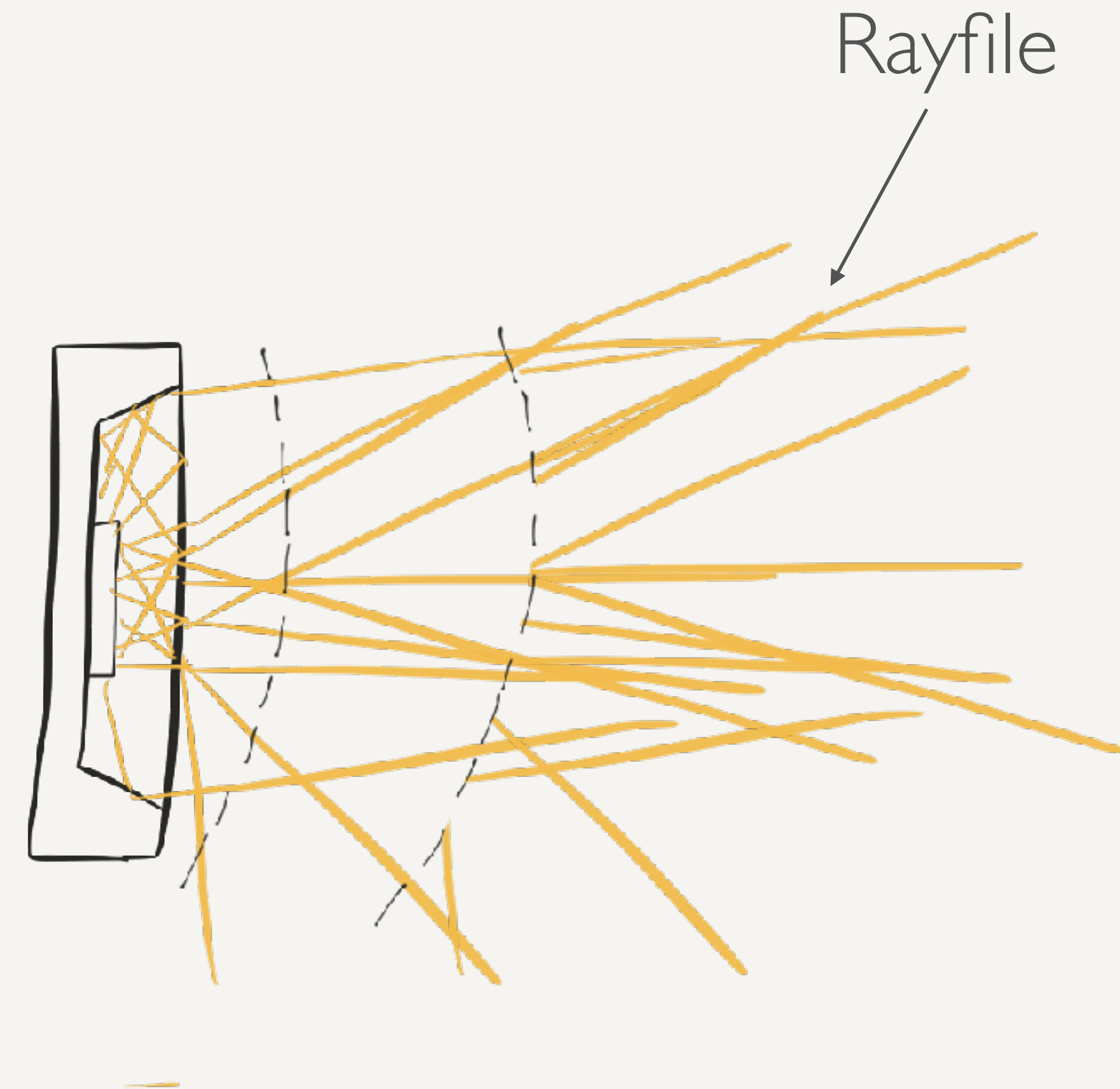
Lambertscher Strahler

- Erscheint aus allen Blickrichtungen gleich hell.
- Die Intensität fällt mit Cosinus des abgestrahlten Lichtes ab.
- Die beobachtete Fläche wird allerdings auch mit dem gleichen Cosinus kleiner.



Vermessene Lichtquellen

- Für echte Produkte sind Lambertsche Strahler oder Punktlichtquellen zu ungenau.
- Viele Lichtquellen sind als sog. **Rayfile** bei den Herstellern zu finde.
- Diese Rayfiles werden durch Messungen der realen Lichtquellen erzeugt.
- Nur die Lichtstrahlen werden in den Rayfiles gespeichert, keine Geometrie-Daten der Lichtquelle.
- Achtung: Koordinatensystem!



Detektoren

Arten von Detektoren

- **Flächige Detektoren:** lux, W/m^2 . Wird als Ebene mit definierter x-y-Ausdehnung und Pixelanzahl eingebaut.
- **Winkelabhängige Detektoren:** cd, W/sr . Erzeugt eine Halbkugel mit definierter Winkelauflösung an einer definierten Stelle.
- Sonderfall 3d-Irradiance: ein Objekt selber ist der Detektor.

Eigenschaften der Detektoren

- Spektral aufgelöst oder integrierende Detektoren.
- Spezialfall *Light Path Finder*: jeder Strahl wird mit seinem gesamten Weg aufgezeichnet (Dateigröße!!).

Materialien

Volumen und Oberfläche

- Jedem voluminösen Objekt kann ein optisches Material zugeordnet werden.
- Zusätzlich kann jede einzelne Oberfläche mit einer eigenen optischen Eigenschaft versehen werden (z.B. verspiegelt statt Fresnel-Reflexion, oder AR-Schicht).
- Für eine realistische Simulation müssen **alle** Volumen und Oberflächen vollständig spezifiziert sein!
- Problemzone *tangentiale Flächen*: treffen zwei Materialien aufeinander (ohne Luft dazwischen) kann durch die numerische Auflösung eine Fläche „verschwinden“. Hierzu müssen Schwellenwerte definiert werden.

Materialherkunft

- Viele Materialien finden sich in Software-Bibliotheken.
- Ähnlich wie Rayfiles können einige Materialien von den Herstellern heruntergeladen werden.
- Für komplizierte Oberflächen (z.B. ungewöhnlich streuende Oberflächen mit BSDF) gibt es eigene Messungen und Formate: Leder im Fahrzeug, bestimmte Kunststoff-Oberflächen,

Simulationstypen

Arten von Simulationen

- Wir konzentrieren uns im Rahmen der Vorlesung auf zwei Simulationstypen:

1. **Interaktive Simulation:** einfachere Simulation um einen Überblick über den Strahlengang zu erhalten. Ergebnisse werden direkt in der 3d-Szene dargestellt, die Detektoren liefern keine Ergebnisse. Typischerweise mit signifikant weniger Strahlen.

2. **Direkte Simulation:** ausführliche Simulation mit Detektoren und vielen Strahlen. Die Ergebnisse werden in eigenen Dateien gespeichert und mit speziellen Betrachtern angeschaut und ausgewertet. Die Ergebnisse können typischerweise auch anders weiter verarbeitet werden, z.B. in Matlab.