

# 2

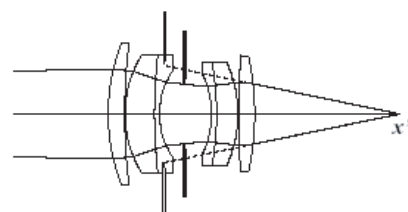
## Stand der Forschung

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über aktuelle Bilderzeugungsmethoden und die Erstellung von High Dynamic Range Bildern aus Photographien

### 2.1 Realistisches Kameramodell für die Computer Graphik

Ein aktuelles Paper von Craig Kolb et al. [20] beschreibt eine Implementierung eines realistischen Kameramodells für die Computergraphik. Durch die Verwendung eines eigenen Raytracers haben sie die Möglichkeit erhalten, jeden Lichtstrahl in einer Szene nicht nur an Materialien in beliebiger Anzahl reflektieren zu lassen, sondern insbesondere seinen Gang durch ein Linsensystem detailliert zu berechnen.

Modelliert wurden sämtliche relevanten Linseneigenschaften, wobei einzelne Linsen zusammen mit Blenden zu umfangreichen und beliebig komplizierten optischen Systemen zusammengesetzt werden können (Beispiel rechts). Als Resultat erhalten sie automatisch den Linsenfunktionen entsprechende korrekte Abbildungen der Szene, was insbesondere an Tiefenschärfe und Verzerrung (Kapitel 5.3.2) gut erkennbar ist.



Die Modellierung wurde aber nicht auf die geometrischen Eigenschaften beschränkt, sondern es wurde zusätzlich radiometrisches Verhalten von dünnen und dicken Linsen eingebaut. Das ermöglicht Effekte wie Vignetting (Kapitel 4.1.5), wodurch äusserst realistische Bilder entstehen, wie die aus dem besagten Paper entnommene Abbildung 2.1 demonstriert. Beide Effekte können am besten an der hinteren Wand beobachtet werden, die Verzerrung anhand der leicht gekrümmten vertikalen Brettanten, aber auch an den Bilderrahmen, das Vignetting fällt durch die leicht dunkleren Ecken auf.

Für diese Diplomarbeit war der Zeitrahmen viel zu eng, um analog zu [20] einen eigenen Raytracer mit sämtlichen benötigten Linseneigenschaften nachzubilden. Eine grundlegende Design-Entscheidung war deshalb, Alias für das Rendering der simulierten Kamerabilder zu verwenden. Alias ist ein umfangreiches Programmpaket, das aus einem Modeller und mehreren Raytracern respektive Raycastern zusammengesetzt ist.

Ausschlaggebend bei der Wahl war, dass die Alias-Renderer als Kommandozeilenprogramme und somit auch aus anderen Programmen heraus angesprochen werden können. Zudem sind die



**Abbildung 2.1:** Simulation einer Fischaugen-Optik, wobei speziell die fassförmige Verzerrung und die Verdunkelungen in den Ecken auffallen (entnommen aus [20])

benötigten SDL-Dateien (Anhang D) in ihrer Form als Textdateien gut verständlich und ausreichend dokumentiert [3], was deren Generierung in einem Programm vereinfacht.

Vom Kamera-technischen Standpunkt her erfüllt Alias nicht alle Anforderungen, welche durch das besprochene Scannersystem gestellt werden. Alias stellt zwar diverse Parameter für die Beleuchtung zur Verfügung, welche hinreichend genügen. Kameras unterstützen perspektivische Ansichten und Tiefenschärfe sowie ein paar weitere geometrische Parameter, doch sind Verzerrung und andere Artefakte nicht verfügbar, weshalb sie manuell in der Nachbearbeitung eingefügt werden müssen.

Ähnlich sieht es bei anderen Raytracern und Renderern aus: Der frei verfügbare Rayshade [21] von Craig Kolb unterstützt keine Verzerrung [18], entspricht also nicht dem in [20] vorgestellten System. In PovRay, dem wohl beliebtesten Raytracer, kann Verzerrung durch die Verwendung von Fischaugen-Linsen angenähert werden. Die entsprechenden Parameter sind aber schwierig zu kontrollieren.

## 2.2 High Dynamic Range Imaging

In der Photographie tritt oft das Problem auf, dass im Objektraum ungleichmässige Lichtverhältnisse vorherrschen. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn in einem eher dunklen Raum mit Fenstern oder mit einer hellen Lampe ein Photo gemacht werden soll. Sowohl Fenster als auch Lampe strahlen mit einer wesentlich grösseren Lichtintensität als passive Elemente wie Stühle oder andere Einrichtungsgegenstände. Auf einer solchen Photographie wird deshalb zwangsläufig eine nicht für das ganze Bild befriedigende Beleuchtung dargestellt: Manche Stellen sind zu hell, andere vergleichsweise zu dunkel.

Insbesondere in der CCD-Photographie sind die überbelichteten Punkte ein spezielles Problem, da abgesehen von allfälligerweise auftretenden Artefakten (Kapitel 4.2.2) beim Erreichen der maximal detektierbaren Lichtintensität keine Aussage möglich ist, ob der Bildpunkt noch heller sein sollte, oder mit dem Maximum gerade richtig abgebildet wurde. Meist wird der vom Sensor

angegebene Wert bei überbelichteten CCD-Elementen kleiner als die reale Intensität sein, weshalb es zu einem Informationsverlust kommt.

Debevec und Malik schlagen in [8] eine Methode vor, um anhand mehrerer aufeinanderfolgender Aufnahmen mit unterschiedlicher Belichtungszeit eine Strahlungsdichte-Karte mit einem hohen dynamischen Bereich zu erstellen. Dies bedeutet, dass der typischerweise verwendete RGB-Farbraum mit einer typischen Tiefe von acht Bit je Grundfarbe auf einen grösseren Bereich erweitert wird. In [8] wird eine Art Fließkommazahlendarstellung in der Form RGBE verwendet, wobei das E für den Exponenten steht.



**Abbildung 2.2:** Elf Aufnahmen einer Innenszene, erstellt mit einer Kodak DCS460 Digitalkamera, Belichtungszeit zwischen  $\frac{1}{30}$ s und 30s im Abstand von jeweils einer Blendenzahl (entnommen aus [8])

Dieses Verfahren, das in erster Linie der Kompensation von Artefakten dient, wurde in der Implementierung zur vorliegenden Arbeit angepasst, um bei der Erstellung der simulierten Kamerabilder einen Wertebereich zu erhalten, der die Modellierung einiger CCD-Artefakte erst möglich macht.

