

Lichtsimation

Physikalisch korrekte Lichtsimulation in der Lichtplanung

Aufgabenstellung

Lichtsimationen werden zur Kontrolle von konkreten Lichtplanungen oder zur Überprüfung von Tageslichtkonzepten eingesetzt. Eine präzise Aufgabenstellung ist die Voraussetzung, um zu den gewünschten Antworten zu kommen.

Modellerstellung

Virtuelle 3D-Modelle, welche der Lichtsimulation dienen, sind meist einfach gehalten. Auf hohe Detaillierungen und den exzessiven Einsatz von Texturen wird verzichtet. Der Schwerpunkt der Resultate liegt auf der Raum-Modellierung durch das eingesetzte Licht und nicht in den Details. Punkte, denen man bei der Modellerstellung bis anhin keine grosse Beachtung schenkte, werden mit einem Mal bedeutend: Die Definition des Modellmassstabes, die Lage von Elementkanten, die geometrische Unterteilung der einzelnen Elemente, alles hat einen Einfluss auf die Berechnungsvorgänge.

Definition der Lichtsituation

Generell kann zwischen Taglicht-, Kunstlicht- und Mischlichtsituationen unterschieden werden. Bei Taglichtberechnungen werden Ort, Datum und Zeit definiert sowie der Bedeckungsgrad des Himmels. Hierbei stehen Standarddefinitionen zur Verfügung. Bei Kunstlichtsituationen steht der Import von Leuchtendaten im Vordergrund. Dabei muss sichergestellt sein, dass die verschiedenen Lichtverteildefinitionen verstanden werden und bei Bedarf auch konvertiert werden können. Leuchten können auch frei definiert werden. Dazu sollte man die Grundparameter von Leuchten verstehen sowie goniometrische Lichtstärkeverteilungskurven lesen und editieren können.

Definition von Szenen-Parametern

Zusätzlich zur Modellerstellung und den Lichtdefinitionen, sind noch weitere Parameter für einen Simulationsprozess von Bedeutung:

- *Materialdefinitionen:* Das Verhalten des Lichtes beim Auftreffen auf eine Oberfläche bedarf zusätzlicher Definitionen. Es sind neben der Farbe (evtl. Textur) auch der Reflexions-, bzw. Absorptionsgrad des Materials von Interesse sowie dessen Rauheit, was sich in der Art der Streuung des reflektierten Lichtes niederschlägt. Das Streuverhalten ist in der realen Welt zusätzlich von der Wellenlänge des Lichtes abhängig. Materialien können zusätzlich einen Transparenzgrad aufweisen und damit verbunden einen Refraktionsindex.

- *Objekte und ihre Eigenschaften:* Um die Berechnungsprozesse in einem vernünftigen zeitlichen Rahmen halten zu können, besteht die Möglichkeit, auf Objektebene gewisse Manipulationen vornehmen zu können. So ist es beispielsweise möglich, ein Objekt von der Weitergabe des diffusen Lichtes auszuschliessen, d.h. das Objekt wird wohl beleuchtet, in den weiteren Berechnungen jedoch nicht mehr berücksichtigt. Ebenso ist es möglich, Objekte daran zu hindern Licht zu empfangen oder Schatten zu erzeugen.

- *Geometrieverhalten*: Eine Kategorie Programme arbeitet nach der "adaptive mesh subdivision"-Methode. Das heisst, dass die Geometrie des 3D-Modelles nach den auftretenden Beleuchtungsstärken zusätzlich feiner unterteilt wird. Dies hat einerseits zur Folge, dass die Polygonzahl der Geometrie sehr stark anwachsen kann, andererseits erlaubt dieses Vorgehen eine beschleunigte Berechnung sowie die Speicherung der errechneten Daten innerhalb des Modelles. Eine weitere Folge dieses Vorgehens ist die Notwendigkeit, Mass sowie Art und Weise dieses Unterteilungsprozesses mittels verschiedener Parametern definieren zu müssen. Dies kann sowohl auf der Ebene einzelner Objekte erfolgen sowie für die ganze Szene.

- *Berechnungen*: Um ein präzises Diffuslichtverhalten eines 3D-Modelles darzustellen, sind komplexe Berechnungen notwendig. Da die Lichtverteilungs-Berechnungen nur einen Teilaspekt des Lichtverhaltens im Raum behandeln, werden Bildberechnungen zusätzlich noch mit anderen Renderalgorithmen kombiniert.

Einsatz und Aufwand

Über den Einsatz von physikalisch korrekten Lichtsimulationen entscheidet der direkte Nutzen, welcher diese Simulationsart mit sich bringen kann. Ein Kostenvergleich zu konventionellen Renderings ist nicht möglich, da einerseits mit weniger komplexen 3D-Modellen gearbeitet wird, andererseits jedoch ein zusätzlicher Editions-aufwand entsteht. Zur generellen Visualisierung von Innenräumen zu Marketingzwecken kommen Berechnungen von annähernd korrekter Diffuslichtverteilung zu Einsatz, welche jedoch nicht eine lichtphysikalisch korrekte Simulation darstellen und auch keine Ausgabe von Lichtwerten ermöglichen.

Typische Einsatzgebiete sind die Überprüfung von anspruchsvollen Taglichtkonzepten oder auch die Neugestaltung von gemischten Lichtkonzepten, wie sie z.B. bei der Sanierung von Einkaufszentren vorkommen können. Im Bereich der Kunstlichtsimulation steht die Beurteilung von Beleuchtungsvarianten und die Berechnung quantitativer Lichtgrössen im Vordergrund. Nochmals hingewiesen sei an dieser Stelle auf den Zusammenhang zwischen Materialisierung und Lichtkonzept: eine gute Lichtsimulation erlaubt eine präzise Beurteilung von Farbwirkungen zusammen mit dem Beleuchtungskonzept.

Ausgabearten der Resultate

Einerseits werden numerische Resultate errechnet, die keiner speziellen Ausgabeform bedürfen. Auf der anderen Seite geht es um die verschiedenen Möglichkeiten, errechnete Bilder zu präsentieren. Hier steht die Serie von Einzelbildern - oft als Variantenvergleich - im Vordergrund. An die Ausgabeart von Einzelbildern sind möglichst hohe Anforderungen zu stellen, da Farbnuancen bei unzureichenden Wiedergabemethoden oft verloren gehen. Insbesondere die Beanspruchung von kalibrierten Ausgabewegen ist ins Auge zu fassen.

Es lassen sich auch Animationen erzeugen, bei denen jedoch eine kritische Hinterfragung angezeigt ist. Zur Beurteilung von Lichtsituationen wünscht sich der Betrachter oft eine längere Zeitspanne, als ihm dies eine Computeranimation in der Regel zugesteht. Wenn die Animation auf Video ausgegeben wird, ist weiter in Betracht zu ziehen, dass der PAL-Farbraum viel "enger" ist, als derjenige, den man sich vom Computerbildschirm her gewohnt ist - auch hier können, gerade bei farbkritischem Bildmaterial, also noch Überraschung entstehen.

Grenzen und Lauterkeit von Lichtsimulationen

Ein sehr komplexes Thema ist die Wiedergabe von Blendwirkungen, bzw. Relativblendungen. Als Beispiel sei hier die Situation von Tunnelbeleuchtungen gegeben, welche sowohl in der Einfahrt- als auch Ausfahrtsituation Fragen von Kontrast und Relativblendung aufwerfen. Es soll hier genügen, auch den Umstand hinzuweisen, dass in solchen Fällen Kontrastwechsel auftreten, welche von keinem Bildgebenden Verfahren reproduziert werden kann und sich somit der qualitativen Simulation entzieht. Nicht nur die Simulation von realen Helligkeitsadaptionen des Auges hat Grenzen, welche nicht nachgestellt werden können: Auch die Simulation von Farbnuancen in Innenräumen ist nicht direkt qualitativ simulierbar mit normalen Bildgebungsverfahren, da die Farbadaption einer sich physikalisch in einem Raum befindlichen Person gänzlich anders vollzieht, als bei der Betrachtung von vergleichenden simulierten Bildausgaben. Diese Beschränkungen müssen bekannt sein und sind wichtiger Bestandteil der Beurteilung entsprechender Simulationen. Fehlt dieser Aspekt, ist die Lauterkeit der 3D-Simulation nicht gegeben!

Die wichtigsten lichttechnischen Parameter

Lichtstrom *Masseinheit: Lumen [lm]*

Der Lichtstrom entspricht dem physikalischen einer Lichtquelle. Die "Lichtleistung" einer Leuchte kann auch in Lumen pro Watt angegeben werden.

Lichtstärke *Masseinheit: Candela [cd]*

Die Lichtstärke entspricht dem Lichtstrom pro Raumwinkel (Steradian). -[lm/sr]

Leuchtdichte *Masseinheit: Candela pro m² [cd/m²]*

Die Leuchtdichte ist die Lichtstärke pro (strahlender) Fläche. - [cd/m²]

Beleuchtungsstärke *Masseinheit: Lux [lx]*

Die Beleuchtungsstärke entspricht dem (auftreffenden) Lichtstrom pro Fläche. - [lm/m²]