

## SIMULIERTE TAGESLICHTWIRKUNG IM RAHMEN VIRTUELLER SYNAGOGENREKONSTRUKTIONEN

Bob Martens<sup>1</sup> und Herbert Peter<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Technische Universität Wien, Wien, Österreich  
<sup>2</sup>Akademie der bildenden Künste, Wien, Österreich

### KURZFASSUNG

Die Simulation von Tageslicht im Rahmen einer virtuellen Rekonstruktion von nicht mehr existenten Innenräumen steht in diesem Beitrag im Mittelpunkt der Betrachtung. Es handelt sich dabei um zerstörte Synagogen in Wien, welche 1938 nicht nur devastiert wurden, sondern in weiterer Folge aus dem Wiener Stadtbild verschwanden. Obgleich in vielen Fällen nicht mal ein einziges Innenraumbild vorhanden ist, kann mittels der computergestützten Darstellung ein Eindruck vom Interieur gewonnen werden. Die Auseinandersetzung mit fehlenden (Teil-) Information wird ebenso behandelt, wie der Umgang mit der dreidimensionalen Modellerstellung und die darauf folgende Visualisierung. Abschließend werden Beispiele hinsichtlich der erzielbaren Qualität von Raumeindrücken mitsamt dem Tageslichteinfall aufgezeigt.

### ABSTRACT

This contribution focuses on the simulation of daylight within the context of the virtual reconstruction of the interiors of synagogues in Vienna that were destroyed in 1938 and have disappeared without leaving a trace. Although in many cases there is not a single picture of the interiors available, computer-assisted simulations can convey an impression of what they must have looked like. The paper discusses the handling of minor and major information gaps, as well as the approach to three-dimensional modelling and subsequent visualisation. It concludes with examples of the achievable level of quality of interior impressions including the incidence of daylight.

### EINLEITUNG

In diesem Beitrag stellt die bereits über ein Jahrzehnt laufende virtuelle Rekonstruktionsarbeit von mehr als zwanzig Wiener Synagogen den Ausgangspunkt für den Umgang mit Tageslichtsimulation dar. Das nicht mehr Existieren dieser Sakralbauten definiert naturgemäß eine wichtige Rahmenbedingung.

Nachdem der Fundus an recherchierten Materialien (Planunterlagen, Fotografien, künstlerische Darstellungen, etc.) sich ständig erweitert und auch der

Erkenntnisstand sich dementsprechend verändert, wurde für eine nachvollziehbare CAD-Modellstruktur optiert. Über die gewählte Systematik wurde bereits ausführlich berichtet (Martens/Peter, 2002). Ebenso wurde der Darstellung der spezifischen Lage der Standorte im stadträumlichen Umfeld besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Heutzutage stehen 3D-Modellierungen mit einem hohen Detaillierungsgrad zur Verfügung (Martens/Peter, 2010).

Nachdem die Durchführung der laufenden Rekonstruktionsarbeit einen längeren Zeitraum in Anspruch nahm, konnte auch eine signifikante Entwicklung im Bereich der eingesetzten Softwarepakete geortet werden, welche sich vordergründig der getreuen Darstellung von Lichtverhältnissen widmet. Dies ist insofern von Bedeutung, als das von so manchen Synagogen im Normalfall nur das eine oder andere Außenraumbild überliefert wurde. Des Öfteren ist nicht eine einzige Innenraumaufnahme vorhanden. Es handelt sich überdies vorwiegend um Schwarz-Weiß-Aufnahmen, da die Farbfotografie in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts noch weitgehend in den Kinderschuhen steckte.



*Abb. 1 Synagoge und städtebauliches Umfeld: Lage und Orientierung als wichtige Parameter („Hinterhof“-Synagoge Schopenhauerstrasse, Wien).*

Bestenfalls lässt sich an Hand von monochromen Bildern ein Hauch von Farblichkeit erahnen. Das Nichtvorhandensein von fotografischen Darstellungen lässt die Visualisierung des Innenraumes umso wichtiger erscheinen.

### VORGANGSWEISE

Im Jahre 1998 wurde am ehemaligen Standort „Neudeggasse 8“ zu allererst eine computergestützte Modellierung der ehemaligen Synagoge modelliert. Seitdem wurde nicht nur eine umfassende Recherche von über 20 weiteren Standorten in Wien durchgeführt, sondern wurden diese ebenso virtuell rekonstruiert (Martens/Peter, 2009). Der Umstand, dass ausreichende Basisinformationen über das bauliche Gefüge für die Rekonstruktion vorhanden sind, führt dazu, dass im Zuge der erstmaligen Modellierung eines bestimmten Standortes als Ergebnis für gewöhnlich eine passable Ausgangslage entstehen kann. Auf Grund der Gegebenheit, dass baubehördlich genehmigte Plandokumente dabei vordergründig die Arbeitsgrundlage darstellen, fehlen dennoch Informationen, welche im Stadium der Ausführungsplanung generiert worden sind. Solche Plandokumente konnten bislang nicht aufgefunden werden, obgleich erst in etwa ein Jahrhundert seit deren Erstellung vergangen ist. Dennoch kann die fotografische Aufnahme die fehlende bauliche Information ein Stück weit ausgleichen. Ebenso kommen diesbezüglich Vergleichsbauten in Betracht, auch wenn hier das Instrument der Interpretation eine erhebliche Rolle spielt.

Die computergestützten Modellierungen werden periodisch in nachkommenden Softwareversionen portiert und überdies in gängigen Formaten exportiert. Grundsätzlich sind Entwicklungen in den softwareseitig benutzten Modellierungswerkzeugen an der Tagesordnung, doch hat sich der Umgang mit neuen Funktionen und Werkzeugen im Laufe der Zeit (1998 bis dato) als bewältigbar herausgestellt. Vielmehr hingegen ist auf die enorme Evolution im Bereich der Visualisierung hinzuweisen, wobei das digitale Modell jeweils die Grundlage bildet (Abb. 9a-b).

Die Einschränkung auf Tageslichtsimulation in diesem Beitrag lässt sich dadurch begründen, dass dies als eine erste Stufe einer weiterführenden Auseinandersetzung mit dem sakralen Innenraum zu betrachten ist. Im konkreten Fall sind jeweils die spezifische Lage des Standortes und dessen Orientierung bekannt. Ebenso sind verhältnismäßig genaue Angaben betreffend der angrenzenden Bebauung bekannt und somit das Ausmaß einer Verschattung berechenbar.

Die künstliche Beleuchtung wäre bei den ggst. Sakralbauten von Bedeutung. Es fehlen jedoch hier umfassende Informationen, zumal die Kunstlichtplanung kein Gegenstand eines baubehördlichen Genehmigungsverfahrens ist. In

Einzelfällen sind dennoch Angaben betreffend eingesetzter Lichtquellen bekannt (z.B. eigens angefertigte Leuchtkörper) oder kann diese Information an Hand einer historischen Innenraumaufnahme hergeleitet werden. Die Zahl solcher Fotografien hält sich jedoch in Grenzen. Darüber hinaus könnten Vergleichsbauten aus Österreich und angrenzenden Regionen (z.B. Slowakei, Ungarn, Tschechien, etc.) herangezogen werden. Bemerkenswerterweise wurden außerhalb Wiens viele Synagogenbauten „nur“ devastiert, jedoch nicht vollständig baulich zerstört. So wird manch erhaltenes Gebäude heute anders genutzt, wobei die Lichtsituation eine untergeordnete Rolle spielt.

### MODELLIERUNG

Das dreidimensionale ArchiCAD-Modell zeichnet sich durch eine hohe Detailgenauigkeit aus. Zwecks Nachvollziehbarkeit der Modellstruktur zu einem späteren Zeitpunkt von Seiten anderer Nutzer als der ursprüngliche Bearbeiter, werden Konventionen betreffend der Definition von Ebenen- und Geschossstrukturen eingehalten. Die Nutzung von angesammelten Erfahrungswerten und sich daraus ergebenden standardisierten Einstellungen erwies sich als unumgänglich (Martens/Peter, 2002).

Es wird nicht ausschließlich das Gebäude auf seinem Grundstück modelliert, sondern weiterführend auch die angrenzenden Bauten. Im generierten (abstrahierten) Umgebungsmodell wird somit der Kontext nachgestellt.



*Abb. 2 Grundstück und Synagoge: Typische Lage im einer geschlossenen Straßenfront (hofseitige Ansicht – Müllnergasse 21 - Wien).*

Grundsätzlich betrachtet lässt sich festhalten, dass manche Grundstücke zur Nutzung als Synagogenstandort eher ungeeignet waren und die jüdische Sakralbauten faktisch und gezwungenermaßen in den Hintergrund treten ließen. So sind z.B. „freistehende“ Synagogen im urbanen Umfeld eher selten anzutreffen, während die „Einreihung“ in einer geschlossenen Straßenfront die Regelsituation

darstellt. So unterschied sich der Tempel in vielen Fällen höhenmäßig kaum von den benachbarten Gebäuden. Dies alles hat seine Auswirkung auf die natürliche Belichtung innerhalb der Tempel selbst (Abb. 1). So mancher Architekt optiert aus diesem Grund für eine Basilika-ähnliche Gebäudeform, welche auf Grund ihrer Verjüngung im oberen Bauvolumen den Lichtzutritt unterstützt. Hinzu kommt die Notwendigkeit, eine Synagoge gegen Osten zu orientieren. Im geschlossenen Baublock ist daher nicht jedes Grundstück gleichermaßen geeignet und es musste deshalb gelegentlich in die „Trickkiste“ gegriffen werden.

Die Abbildung der Gebäudegeometrie ist zunächst von wesentlicher Bedeutung, doch ist diese in weiterer Folge mit Informationen zu erweitern. Im Zuge der Texturierung werden die für den Betrachter sichtbaren Oberflächen mit Materialeigenschaften „belegt“. Zu diesem Zweck werden (umfassende) Angaben betreffend der verwendeten Materialien und deren Oberflächen benötigt.

## VISUALISIERUNG

Auch wenn die in den jeweiligen Modellierungsprogrammen bereits vorhandenen „Render-engines“ durchaus die Möglichkeit einer passablen Darstellung anbieten (Abb. 3), ist es für anspruchsvollere Visualisierungen – wie z.B. die Tageslichtsimulation – unabdingbar, das Datenmaterial in eine speziell dafür konzipierte Softwareumgebung zu importieren und weiterzubearbeiten. Im Übrigen kann durch diese Auslagerung, das CAD-Programm für andere Zwecke genutzt werden, während im Hintergrund gerendert wird.

Im ggst. Fall ist auf Grund der erfolgten Nutzung von „ArchiCAD“ für die Modellierung die direkte Schnittstelle zu „ArtlantisRender“ insofern zu favorisieren, als das die Datenübernahme problemlos funktioniert und keine Informationsverluste gegeben sind. Hinzu kommt das Faktum des verhältnismäßig unkomplizierten Einstiegs sowie die anschließenden Erfolge (Abb. 4).

Die in weiterer Folge gezeigten Beispiele stellen den Hauptraum der „Kaschgasse 4“ in Wien dar (Architekt Franz Katlein, 1931/32). Es wurde in unterschiedlichen Software-Umgebungen der selbe Standort eingenommen, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten (Abb. 3, 7-9, 11-12).

Grundsätzlich muss dazu festgehalten werden, dass Softwarepakete mit einem vergleichbaren Leistungsangebot (Lightworks-Render, Cinema4D, MaxwellRender, 3D Studio VIZ, etc.) hinsichtlich der Bedienbarkeit einen deutlich höheren Lernaufwand verursachen. Es sind demnach nutzerseitige Anstrengungen vorzuweisen, um die Komplexitätsfrage in den Griff zu bekommen.



Abb. 3 Innenraumdarstellung mittels der internen Render-engine (ArchiCAD).

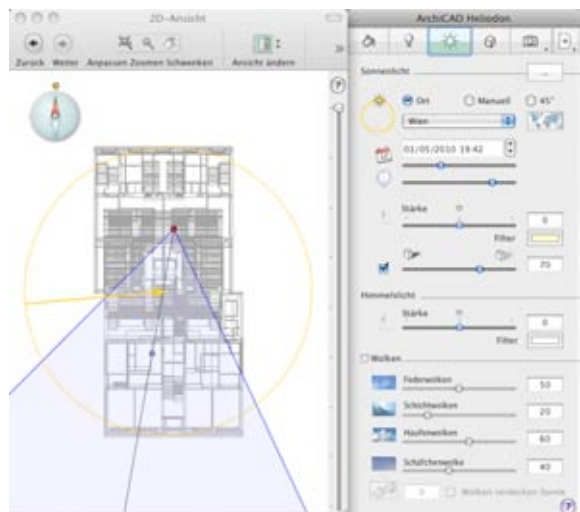


Abb. 4 Artlantis Render: Übersichtliche Arbeitsumgebung.

Wie sehen die konkret zu setzenden Schritte aus und welche Optionen sind für gewöhnlich gegeben? Was gilt es bei der Datenübernahme zu beachten? Zu allererst steht die Übernahme von Geometrie, Sonnenstand und Materialeigenschaften im Vordergrund, wobei die Devise gilt, je mehr übernommen werden kann – desto besser. In weiterer Folge kann die Auseinandersetzung mit den Oberflächen und deren Farbigkeit bzw. Texturierung unter Berücksichtigung von Plastizität und Verhalten unter Lichteinfluss erfolgen. Gerade in der Vermittlung der jeweiligen Materialbeschaffenheit (Materialoptionen) und deren Simulation unter Lichteinfluss liegt letztlich die Qualität einer Visualisierung.

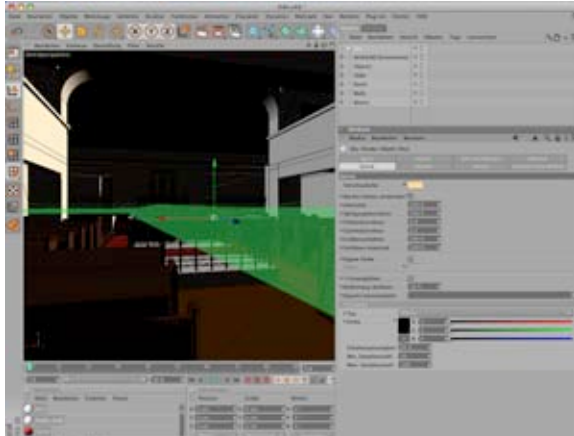


Abb. 5 Cinema4D Interface: Sowohl „global illumination“ als auch voreingestellte Lichtszenen können genutzt werden.



Abb. 6 Maxwell Render Studio: Interface mit vielen Optionen in Bezug auf Licht- und Materialeigenschaften.

Die Erprobung von alternativen Belegungen spielt eine wesentliche Rolle und kann sinnvollerweise via Teilrenderings vorab überprüft werden. Je nach verwendeter Software-Applikation bietet diese im Vorfeld eine Preview-Funktionalität, welche die Bearbeitungsdauer unabhängig vom anschließenden Berechnungszeitraum deutlich reduziert und etwaige Redundanzen aufzeigt. Für die Berechnung selbst sind in weiterer Folge auch die Berechnungsmethoden (*flat-shading*, *ray-tracing* oder *radiosity*) zu berücksichtigen.

Die sich ergebende Berechnungszeit ist in Abhängigkeit von der Anzahl der Lichtstrahlen und ihrem Auftreffen auf einer Materialoberfläche (Reflexionseigenschaften) zu sehen. Speziell bei transparenten Materialien kommt die Anzahl der sog. *refractions* (Lichtbeugung; Reflexion in Glas) zum Tragen. Bei der Berechnung des Lichtmodells ist naturgemäß auch der Sonnenstand, die geografische Lage, wie auch die jeweilige Tages- und Jahreszeit zu berücksichtigen. Eine Grundbeleuchtung im Hintergrund wird über die sog. „global illumination“ erzeugt, welche den berechneten Darstellungen letztlich eine deutliche Steigerung der Realitätsnähe verleiht.



Abb. 7 Cinema 4D: Ergebnis einer Tageslichtsimulation über „global illumination“.



Abb. 8 Maxwell Render 2: Status einer „weichen“ Darstellung.



Abb. 9 Mangelhafter Umgang mit Texturierungen und Materialdarstellungen.

## ERGEBNIS

Während im Jahre 2001 noch die Summe der Einzellichtquellen – Sonne (paralleles Licht), Leuchten (kugelförmiges Licht), sowie Spots (zielgerichtetes Licht) das Modell ausleuchten, reicht bei aktuellen Simulationsversuchen lediglich die Sonneneinwirkung in Kombination mit einer globalen Hintergrundbeleuchtung aus, um den Raum im identischen Computermodell wesentlich realistischer auszuleuchten (Abb. 10-14).



*Abb. 10a Innenraumsimulation im Jahr 2001  
(Turnergasse 22).*

Die realitätsnahe Wiedergabe von globaler Hintergrundbeleuchtung im Zusammenspiel mit simulierter Sonneneinwirkung erlaubt eine realistische Studie jahreszeitlicher Lichtwechsel und deren Auswirkung auf den Innenraum.



*Abb. 10b „State of the Art“ Darstellung anno 2010.*



*Abb. 11a Annäherung an eine Raumsimulation über  
Materialfestlegungen und Tageslicht (Weißglas).*



*Abb. 11b Erweiterung der Lichtsimulation um die  
Verwendung von Farbglass in den Oberlichtern.*



*Abb. 12a Lichtsituation: 21. Juni – 12.00 Uhr.*



*Abb. 12b Lichtsituation: 21. Dezember – 12.00 Uhr.*



*Abb. 13 Simulation der „Polnischen Schul“ in realitätsnaher Darstellung (maximale Tageslichtanteile).*



Abb. 14a Historische Schwarz-Weiß-Abbildung in aufgehelltem Darstellungsmodus.



Abb. 14b Simulierte Schwarz-Weiß-Visualisierung zur vergleichweisen Überprüfung des tatsächlichen Tageslichteinfalls.

## SCHLUßFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Im Mittelpunkt der Betrachtung stand einerseits der Umgang mit zu rekonstruierenden Innenräumen von Wiener Synagogen und andererseits die diesbezüglich erzielbare „state-of-the-art“ Darstellung simulierter Tageslichtwirkung.

Es sei darauf hingewiesen, dass in der Konversion von der digitalen zur gedruckten Abbildung deutlich ablesbare Abweichungen gegeben sind. Ein Faktum, welches im Rahmen dieser Conference Proceedings nur dann eine Rolle spielt, wenn diese Seiten an einen Drucker gesendet werden.

Es ist davon auszugehen, dass Softwareentwicklungen in den diversen Visualisierungs-Applikationen unaufhaltsam weitergeführt und deren Funktionalität in Hinblick auf die Berechnungsergebnisse verbessert werden. Die virtuelle Rekonstruktion von Wiener Synagogen wird weitergeführt werden und weitere modellbezogene Iterationen (Stichwort: „Verfeinerung“) werden folgen. Davon ausgehend, dass die Informationsdichte betreffend der Lichtgestaltung sich verbessern wird, ist ebenfalls die Kunstlichtsimulation ins Auge zu fassen.

## LITERATUR

- Martens, B., Peter, H. 2002. Developing Systematics Regarding Virtual Reconstruction of Synagogues, *ACADIA 2002 Conference Proceedings*, Pomona (USA), pp. 349-356.
- Martens, B., Peter, H. 2009. *Die zerstörten Synagogen Wiens*, Wien: Mandelbaum Verlag.
- Martens, B., Peter, H. 2010. Displacing the Frontiers of Reconstructed Cultural Heritage – Representation of the Non-existing within an Urban Context. *CAADRIA 2010 Conference Proceedings*, Hong Kong (China), pp. 63-72.