

# INTERAKTIVE VIRTUAL REALITY ZUM BEGREIFENDEN VERSTEHEN EINES ARCHITEKTONISCHEN KONZEPTS

Dominik Lengyel<sup>a</sup>, Catherine Toulouse<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Lengyel Toulouse Architekten, Deutschland, info@lengyeltoulouse.com;

<sup>b</sup> Lengyel Toulouse Architekten, Deutschland, info@lengyeltoulouse.com

**KURZDARSTELLUNG:** Architektonische Konzepte sind abstrakte Ideen, die während des Bauprozesses in Gebäude umgesetzt werden. Üblicherweise weichen Gebäude von ihrer ursprünglichen Konzeption ab. Das reale Erfahren gebauter Architektur ist nur möglich, solange das Gebäude noch steht. Das Nachvollziehen der ursprünglichen Fassung eines Gebäudes hängt vom Umfang der Umbauten, Renovierungen und Abnutzungen ab. Das Nachvollziehen des ursprünglichen Konzeptes hingegen bedarf der Vorstellungskraft. Diese wird unterstützt durch zusätzliche Erläuterungen aufgrund von Hypothesen aus der historischen Bauforschung oder der Archäologie.

Der hier vorgestellte Ansatz verbindet das Erleben eines hypothetischen Konzeptes für eine Reihe von Kirchenbauten mit der Möglichkeit, auch nicht physischen Raum mithilfe von Virtual Reality erlebbar zu machen. Er nutzt dabei die aktuell verfügbaren Mittel der immersiven stereoskopischen Projektion mithilfe einer 3D-Brille, die abgesehen von ihrem eingeschränkten Blickfeld und der im Vergleich zum Auge geringeren Auflösung dem natürlichen Sehen nahekommt, sowie der durch spezielle Controller möglichen Interaktion mit Objekten im virtuellen Raum, die das Greifen und Verschieben simulieren.

## 1. EINFÜHRUNG

Der Würzburger Fürstbischof Julius Echter von Mespelbrunn (1545–1617) führte im Zuge der Gegenreformation ein umfangreiches Bauprogramm durch. Zu diesem gehörten unter anderem etwa vierhundert über das gesamte Fürstentum verteilte Kirchen. Teilweise wurden Kirchen neu errichtet oder ersetzt, in vielen Fällen jedoch auch umgebaut oder ergänzt, häufig blieben vor allem die Türme erhalten. Deutlich sichtbar bis heute sind die charakteristischen neuen Turmhauben. Aber nicht nur diese, auch die restlichen Bauteile folgen immer wieder mal mehr, mal weniger demselben Schema. Größere Abweichungen sind in den meisten Fällen auf Vorgängerbauten oder aus solchen übernommene Bauteile oder auf bauliche Umstände wie Topographie oder angrenzende Gebäude zurückzuführen. Die Gemeinsamkeiten beziehen sich dabei nicht nur auf die Form und Anordnung der Gebäudeteile, sondern auch auf die Ausstattung im Innenraum.

Zur üblichen Ausstattung der Gemeinden zählten neben den Kirchen noch weitere Gebäude wie ein Amtshaus, ein Schulgebäude und andere. Die Visualisierung der hypothetischen Idealkirche erfolgt entsprechend in einem solchen idealisierten Kontext, der aber nicht weiter thematisiert wird (s. Abb. 1).

Die Kirchen wurden im Rahmen der Habilitationsschrift der ehemaligen Dombaumeisterin des Kölner Doms, Frau Prof. Dr. Barbara Schock-Werner, bauhistorisch erfasst [1]. Eines der Ergebnisse war die Formulierung einer Idealkirche, einer hypothetischen Idee, die sämtlichen realisierten Kirchen zugrunde liegen und damit die Gemeinsamkeiten begründet haben könnte.

Die visualisierte Idealkirche soll es ermöglichen, die architektonische Vision Julius Echters anhand eines einzigen Gebäudes zu verdeutlichen.

Gleichzeitig stellt sie eine visuelle Referenz für die etwa vierhundert realisierten Varianten



*Abb. 1: Blick nach Osten im Innenraum der Idealkirche mit Chor*

dar, mit denen sie sich vergleichen lässt, um auch diejenigen Fragen aufzuwerfen, die zu den individuellen Abweichungen der einzelnen Kirchen geführt haben könnten.

Im Rahmen des vierhundertsten Todesjahres Julius Echters soll die Idealkirche nicht zuletzt auf das architektonische Erbe hinweisen, das als bedeutendes Konjunkturprogramm mit politischer Signalwirkung im Zuge der Gegenreformation über die einzelne Kirche hinausgeht. Die Ausstellung „Julius Echter – Patron der Künste“ zeigte vom 25. Juni bis zum 24. September 2017 im Martin von Wagner Museum der Universität Würzburg in der Residenz Würzburg die kunsthistorische Seite des Wirkens von Julius Echter, während im Museum am Dom Würzburg die Ausstellung „Julius Echter – Der umstrittene Fürstbischof“ die Persönlichkeit Echters „zwischen ‚barmherzig‘ und ‚erbarmungslos‘“ thematisierte. In der kunsthistorischen Ausstellung stellte die Architektur ein eigenes Kapitel dar. Neben Fotografien vor allem der außergewöhnlich fantasievollen Fenstermaßwerke waren ein Holzmodell des Tragwerks der typischen Turmhaube, ein 3D-Druck der Idealkirche sowie ein vertonter Film über die Idealkirche ausgestellt, ergänzt um die hier thematisierte interaktive Anwendung für eine 3D-Brille. Diese interaktive Anwendung, in der Ausstellung als Architekturspiel angekündigt, sollte den Besucher das architektonische Konzept Julius Echters nachempfinden lassen.

## 2. DER SINN DER INTERAKTIVITÄT

Vor der Entscheidung, den klassischen, dokumentarischen Film um eine interaktive Anwendung im Museum zu ergänzen, steht die Frage nach dem Mehrwert. Das spielerische Moment erscheint zunächst eine Medaille mit zwei Seiten: einer eventuellen, dem Spiel zugewandten emotionalen Öffnung des Benutzers steht die eventuell diskreditierende, dem Bildungsanspruch des Museums vielleicht widersprechende, unverbindliche Beliebigkeit des Spielens gegenüber.

Dabei lässt sich Interaktivität in zwei Bereiche unterteilen: zum einen die selbst gesteuerte Bewegung im Raum und zum anderen die Möglichkeit, das Betrachtete willentlich zu verändern. Das erste verändert das virtuelle Subjekt – den Standpunkt des Betrachters (s. Abb. 2), seine Blickrichtung und Bewegungsgeschwindigkeit –, das zweite die virtuellen Objekte – also deren Lage, Orientierung, Detaillierung und Sichtbarkeit etwa).

Beide Teilbereiche der Interaktivität haben unterschiedliche Eigenschaften, weswegen sie im Folgenden zunächst getrennt beschrieben werden sollen:

Die Interaktivität der Bewegung im Raum – in besonderem Maße unter stereoskopischer Projektion, um die es hier geht – ermöglicht es dem Benutzer, sich selbst im Raum zu orientieren. Dadurch, dass er entscheiden kann,



*Abb. 2: Die Idealkirche in ihrer vollständigen Abwicklung*

wohin er geht und wohin er blickt, baut sich in seiner Vorstellung der Raum nach. Dies lässt sich leicht nachvollziehen, wenn einige Tage nach der Begehung virtueller Räume die Erinnerung an den Raum selbst diejenige an die technischen Geräte übertrifft. Der Mehrwert des Abschreitens des virtuellen Raumes liegt also weniger im unmittelbaren visuellen Eindruck, im Raum umher zu laufen – da der visuelle Informationsgehalt ebenso durch filmische, vordefinierte Bewegung gezeigt werden könnte –, sondern in der Verbindung zwischen bewusster Entscheidung aus den gegebenen Möglichkeiten und deren unmittelbarer Übersetzung in visuelle Bilder, dem scheinbaren selbstständigen Laufen also.

Eine Besonderheit besteht in der Wahrnehmung von Dimensionen und Maßstäblichkeiten. Die durch die alltägliche visuelle Wahrnehmung gelernte Abschätzung von Größen lässt sich beinahe unverändert auf den virtuellen Raum übertragen. Anders als im realen Raum lassen die technischen Mittel allerdings bisher keine natürliche körperliche Bewegung beispielsweise über Treppenläufe hinweg zu, wodurch wichtige das Gleichgewicht bedingende und beeinflussende Faktoren entfallen.

Dennoch bewirkt schon die Interaktivität von Position und Blickrichtung eine der realen Wahrnehmung ähnliche, relative visuelle Bewegung der sichtbaren Objekte untereinander, so dass Größen anders als bei

monoskopischen Perspektiven dennoch intuitiv wahrgenommen werden können.

Die Veränderung der Objekte im virtuellen Raum schließlich lässt den sich frei bewegenden Benutzer in die virtuelle Welt eingreifen. Unabhängig vom verwendeten Gerät können Mechanismen aus der realen Welt auch in der virtuellen Welt wirken. So können einem Puzzle ähnlich Komponenten eines Gebäudes neu arrangiert werden, um Kompositions-Schemata nicht nur zu verdeutlichen, sondern erfahrbar zu machen. Durch das Nachbauen wird der Benutzer in die Lage versetzt, Kompositionen im wahrsten Sinne des Wortes zu begreifen. Auch hier wäre eine filmische Dokumentation einer Auswahl von Kombinationen ebenso geeignet, vieles über das Komponieren von Gebäudevolumina zu demonstrieren. Das eigenhändige Zusammenstellen aber verlangt vom Benutzer eine aktive Reflexion, ein Probieren einschließlich der Auswertung der Ergebnisse, dem Aufzeigen von Fehlern und der Bestätigung richtiger Lösungen, wodurch ähnlich einem Dialog das Lernen angeregt wird.



*Abb. 3: Blick nach Osten im Innenraum der Idealkirche mit Chor*

Um sowohl das visuelle räumliche wie auch das taktile Lernen möglichst effektiv zu fördern, liegt es nahe, erlernte Verfahren aus der realen Welt möglichst unverfälscht in die virtuelle Welt zu übertragen. Das bedeutet, dass sich die Bewegung des Subjekts wie auch der Objekte so weit wie möglich am natürlichen Verhalten in der realen Welt orientieren. Ähnlich der virtuellen Fotografie, einem Teilgebiet der Darstellung von Unschärfe [2], die zum Ziel hat, die abstrakte Geometrie einer visualisierten Hypothese einer architektonischen Erscheinung dadurch zu kompensieren, dass sie so realistisch wie möglich fotografiert ist – so nämlich, als wäre sie gar nicht abstrahiert –, so lässt eine möglichst realistische Umsetzung der Interaktivität die Schemenhaftigkeit der virtuellen Welt eher in den Hintergrund treten, als wenn auch die Bewegungsfreiheit und die Möglichkeiten der Veränderungen der Objekte grenzenlos wären.

## **2.1 RAUMERLEBNIS**

Das Raumerlebnis ist daher dem natürlichen Bewegungsmuster bei der Begehung eines realen Gebäudes nachempfunden. (s. Abb. 3 und 4), Der Benutzer wird zwar unvermittelt beim Aufsetzen der 3D-Brille in die virtuelle Welt geworfen, findet sich dann aber den erwarteten Gebäuden in normaler Augenhöhe gegenüber wieder. Die Bewegung beschränkt sich konsequent auf die Ebene der aktuellen Augenhöhe des Benutzers – aktuell deshalb,

weil anders als bei statischen oder bewegten Perspektiven, die konstant in normaler Augenhöhe aufgenommen sein können, in der virtuellen Welt der hier verwendeten 3D-Brille die Körpergröße des Benutzers verwendet wird, um seine Augenhöhe zu definieren. Außerdem kann sich der Benutzer nur dorthin bewegen, wohin auch in der realen Welt eine Bewegung möglich wäre: von Wand zu Wand, auf Treppenläufen und Emporen, die durch Brüstungen begrenzt sind. Gerade diese natürlichen Einschränkungen sind es, die das Erleben des virtuellen Raumes möglichst realistisch erscheinen lassen sollen.

Es ist daher wichtig, die Bewegungsfreiheit nur soweit zu beschränken, dass über jede irrationale Bewegung hinaus – durch Wände hindurch etwa – alle Möglichkeiten zur Verfügung stehen, um dem Benutzer die Überzeugung zu vermitteln, er würde sich tatsächlich frei im Raum bewegen.

## **2.2 VIRTUELLE TAKTILITÄT**

Auch das Verändern von Objekten im virtuellen Raum ist dem natürlichen Verhalten realer Objekte nachempfunden. Denn auch hier gilt es, die in der realen Welt erlernten Mechanismen an den virtuellen Objekten anwenden zu können, um bestehende Lernerfahrungen zu aktivieren.

Im virtuellen Raum bedeutet das, dass die Objekte sich während der Interaktion physikalisch möglichst korrekt verhalten.



*Abb. 4: Blick nach Westen im Innenraum der Idealkirche mit Empore*

Werden sie etwa angehoben und wieder losgelassen, fallen sie zu Boden. Fallen sie aufeinander, prallen sie aneinander ab. Hierbei lassen sich zusätzlich solche unterstützenden Möglichkeiten der virtuellen Realität nutzen, die sich zwar nicht aufdrängen, aber dennoch helfend eingreifen. Beispielsweise ist es unvermeidbar, dass Objekte aufgrund ihres physikalischen Verhaltens vom Benutzer beliebig durch den Raum geworfen werden können und sich dabei gegenseitig umstoßen. Es spricht aber wenig dagegen, dass heruntergefallene Objekte – gerade wenn es sich um Gebäudeteile von Kirchen handelt – sich von alleine wieder in ihre ursprüngliche, aufrechte Position zurückbewegen. Kirchtürme etwa erlangen erst dadurch ihre ikonische Form zurück [3], um so für den nächsten Bewegungsversuch wieder in ihrer eigenen Erscheinungsform bereit zu stehen. Ebenso ist es sinnvoll, dass sich Gebäudeteile, die sich versehentlich oder absichtlich aufeinander stapeln, selbstständig wieder nebeneinander stellen, auch wenn dies beides im realen Raum nicht von allein geschehen würde.

Eine weitere Besonderheit beim Verändern der Objekte im virtuellen Raum ist die Schnittstelle zwischen Subjekt und Objekt. Zwar gibt es neben der gängigen Technik, virtuelle Hände einzublenden, die von speziellen Controllern bewegt werden, deren Handhabung einer gewissen Einführung

bedarf, auch die Möglichkeit, die realen Hände ohne zusätzliches Gerät unmittelbar für die Steuerung der virtuellen Hände zu verwenden. Die Haptik aber, also das Gefühl des Greifens, der Widerstand des gegriffenen Objektes und seine ertastbare Form, ganz zu schweigen von seiner Oberflächenbeschaffenheit, lassen sich bisher nicht überzeugend simulieren. Etwas unnatürlich wirkt daher das Verändern der Objekte, und entsprechend weniger prägnant wirkt die Erinnerung an die taktilen Vorgänge im Vergleich zur Veränderung des Subjekts, also dem Bewegen im virtuellen Raum.

### **2.3 PHASEN DER INTERAKTIVEN ANNÄHERUNG**

Die interaktive Vermittlung des architektonischen Konzepts der Idealkirche von Julius Echter beginnt mit dem Erkennen der offensichtlichen Ähnlichkeit der Komposition der Gebäudeteile Langhaus, Chor, Turm und Sakristei. Selbst in Fällen, in denen beispielsweise anstelle einer einzigen Sakristei zwei Teilgebäude an gegenüberliegenden Seiten des Langhauses angebaut sind, entspricht deren relative Position dem üblichen Schema.

Um den Benutzer intuitiv zum Begreifen der Kirchen aufzufordern, erscheinen sie zunächst nicht in Originalgröße, sondern als modellhafte Bausteine im Maßstab 1:50 (s. Abb. 5a). So kann der Benutzer im virtuellen Raum zunächst neun Kirchen, insgesamt acht realisierte sowie die Idealkirche, anhand ihrer

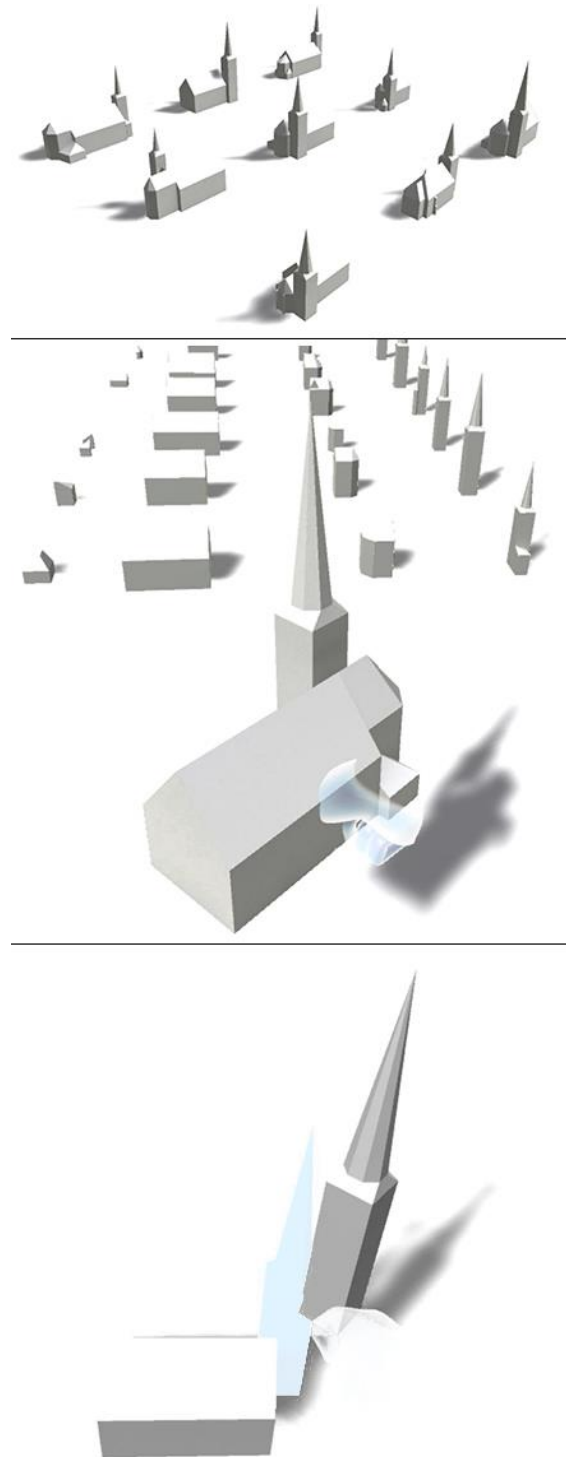
Kubatur identifizieren. Anschließend wählt er eine von ihnen für die nächste Phase der Anwendung aus, um sie dann entweder nachzubauen oder im Originalmaßstab zu begehen.

Wählt er das Nachbauen, werden ihm neben der noch in der virtuellen Hand befindlichen Kirche sämtliche Gebäudeteile aller neun Kirchen einzeln nebeneinander stehend zur Verfügung gestellt (s. Abb. 5b). Jedes einzelne Gebäudeteil verrät auf Berührung hin akustisch verbal seine Zugehörigkeit, so dass die Identifikation der zusammen gehörenden Gebäudeteile entweder rein visuell, spätestens aber durch die verbale Bestätigung gelingt. Der Identifikation der zusammen gehörenden Teile schließt sich deren relative Positionierung an. Der Benutzer wird aufgefordert, die Gebäudeteile so zusammen zu stellen, wie es der Vorlage entspricht. Gleichzeitig ist es aber möglich, auch alternative Positionen auszuprobieren, bis, visuell und akustisch verbal bestätigt, die richtige Position gefunden wird (s. Abb. 5c).

Durch die freien Kombinationsmöglichkeiten wird nicht nur vermittelt, wie Komponieren durch Kombinieren funktioniert, sondern gleichzeitig werden die durch die realisierten Kirchenbauten gegebenen Kompositionen experimentell nachempfunden und verinnerlicht, und zwar nicht nur die jeweils erfolgreich rekombinierte Kirche, sondern das Prinzip Julius Echters insgesamt.

Die Interaktivität der Veränderung der Objekte spielt hier ihre besondere Stärke aus, experimentelles Suchen mit einer Zielführung zu verbinden. Es ist allein die Entscheidung des Benutzers, ob und wie lange er eigenständige Variationen ausprobiert. Allein die Tatsache, dass freies Kombinieren möglich ist und beim Erreichen einer vorgegebenen Lösung diese sich als solche zu erkennen gibt, führt die Vorteile der realen und der virtuellen Welt im Sinne des begreifenden Lernens in idealer Weise zusammen.

Es ist im Sinne der direkten Analogie zwischen realer und virtueller Welt zwar schon grenzwertig, wenn Objekte eine visuelle Reaktion beispielsweise auf korrekte relative Positionierung geben können, nicht also nur eine akustische Stimme dies bestätigt, und daher könnte es der Immersion – also dem Effekt, der die Abgrenzung der virtuellen Welt von ihrer realen Umwelt beschreibt, das



*Abb. 5a–c: Interaktionen aus den ersten beiden Phasen der Anwendung: Auswählen und Rekombinieren einer Kirche*

Empfinden des Benutzers, sich tatsächlich in einer anderen Umgebung als vor dem Aufsetzen der 3D-Brille zu befinden (s. Abb. 6) – sogar entgegenstehen, solche Veränderungen vorzunehmen, die ohne sichtbaren äußeren Eingriff – arbeitende virtuelle Steinmetze etwa – zu geometrischen

Veränderungen beispielsweise von Fenstermaßwerken führen.



*Abb. 6: Immersion ist das Gefühl, sich vollständig in der virtuellen Welt zu befinden*

Dennoch ist es in der Idealkirche möglich – in gewisser Weise lässt sich durch den ideellen Charakter der Kirche, die ohnehin so nie gebaut worden ist, rechtfertigen, dass die Umschärfe in den Maßwerken durch alternative Darstellungen wiedergegeben wird – die Fenstermaßwerke aus einem größeren Katalog auszuwählen. Auch, weil in der Bauforschung zu Julius Echter bisher kein Ansatz zu einem Zusammenhang zwischen einer Kirche und ihren Fenstermaßwerken formuliert wurde. Man könnte also davon ausgehen, die spätgotischen Maßwerke wären rein zufällig entstanden, zumindest aber ist die Vielfalt an sich ein spezifisches Charakteristikum der Kirchen Julius Echters. Aus einigen ausgewählten Fenstermaßwerken verschiedener realisierter und erhaltener Kirchen kann der Benutzer nun also für jedes der insgesamt vier Langfenster des Langhauses mehrere Varianten auswählen, ohne dass jemals dieselbe Form zweimal vorkommt. Die Vielfalt der Maßwerke wird damit Teil der Idealkirche, auch wenn eine solche Objektveränderung selbstverständlich surreal ist.

## 2.4 TECHNISCHE UMSETZUNG

Die technische Umsetzung einer interaktiven virtuellen Welt erfordert gegenüber dem Rendern von Standbildern oder Filmsequenzen weitergehende Maßnahmen. Das betrifft beides, die Veränderung des Subjekts wie auch der Objekte.

Sowohl für die Bewegung im Raum als auch die Veränderung von Objekten entscheidet an der Schnittstelle zwischen Benutzer und virtueller Welt für das natürliche Raum- und Objekt-Empfinden das Erkennen des Kontaktes, die virtuelle Berührung. Technisch wird dies durch Kollisionsprüfung umgesetzt, die anhand meistens unsichtbarer Kollisionskörper berechnet wird. Diese können für flüssige Bewegungen geometrisch deutlich einfacher ausfallen als die sichtbaren Körper. Um der visuellen Wahrnehmung aber nicht zu widersprechen, gilt es, eine Balance zwischen Detaillierung und Geschwindigkeit zu finden. Die Kollisionsprüfung betrifft bezüglich der Bewegung des Subjekts das Verhindern des Eindringens oder Durchstoßens des Benutzers in oder durch Objekte. Aufgrund der freien Beweglichkeit des Benutzers im realen Raum kann entweder das Eindringen des virtuellen Subjekts in die virtuellen Körper tolerieren werden, oder aber die virtuelle Welt weicht visuell vor dem virtuellen Subjekt zurück, wodurch allerdings für den Gleichgewichtssinn eine so starke Abweichung zwischen visueller Wahrnehmung und realer Bewegung auftritt, dass dem Benutzer bei entsprechender Veranlagung durchaus schwindelig werden kann bis hin zu Reiseübelkeit, einem Phänomen, angesichts dessen sich virtuelle Welten unter stereoskopischer Projektion noch deutlich werden weiter entwickeln müssen.

Damit die Bewegung gerade im Innenraum möglichst realistisch wirken kann, müssen durch die Kollisionskörper Räume gebildet werden, zwischen denen sich das virtuelle Subjekt so bewegen kann, dass sich der Eindruck freier Bewegungsmöglichkeiten einstellt. Türen etwa müssen zumindest prinzipiell das Wechseln zwischen Räumen ermöglichen, Treppen das Hinauf- und Hinabsteigen ermöglichen und Brüstungen das Herabstürzen vermeiden. Die technisch bedingte Verbindung von virtuellem Subjekt und realer Kopfbewegung wirft weitere Probleme auf, da nur die reale Bewegung des Kopfes des Benutzers verfolgt wird, nicht aber diejenige seines Körpers. Ähnlich dem oben

beschriebenen Dilemma des durch reale Körperbewegung nicht zu vermeidenden Durchstoßens virtueller Körper kann das Hinüberbeugen über Brüstungen aus diesem Grund nicht realistisch umgesetzt werden.

Das Auswerten von Kollisionen bestimmt auch das Verhalten der Objekte untereinander, wobei hier immerhin die oben beschriebene Abweichung zwischen realem Benutzer und virtuellem Subjekt nicht auftritt. Vielmehr geht es darum, dass erstens Objekte nicht ineinander, sondern nebeneinander – in anderen Kontexten auch aufeinander – stehen sollen. Das Problem mit dem Subjekt tritt allerdings sofort wieder auf, wenn die virtuellen Hände des Benutzers Objekte zum Berühren und Festhalten identifizieren können müssen. Die Präzision in der Interaktion ist hierbei weit unterhalb derjenigen der visuellen Erscheinung. Es ist sonderbar, wenn die virtuellen Hände in das Objekt hineingreifen können. Durch den ohnehin fehlenden physischen Widerstand der virtuellen Objekte ist die visuelle Verfremdung von Greifprozessen jedoch eine zu vernachlässigende Abweichung gegenüber der realen Welt.

Eine Besonderheit gegenüber herkömmlichen Renderings von Standbildern und Filmen betrifft das Erscheinungsbild der virtuellen Objekte. Während es beim herkömmlichen Rendering analog zur realen Welt üblich ist, Oberflächeneigenschaften unabhängig von ihrer Belichtungssituation zu definieren, so dass sie erst bei der Berechnung des Bildes unter den dann aktuellen Bedingungen der Lichtführung den Objekten zu einer mehr oder weniger realistischen Erscheinung verhelfen, bedarf es zur interaktiven Begehung virtueller Räume einer Verschmelzung von Objekt- und Lichteigenschaften auf dem Objekt selbst, um eine Echtzeitberechnung der für den Benutzer sichtbaren Raumprojektion während der Benutzung vermeiden zu können. Echtzeitberechnungen würden die hier üblicherweise verwendeten Computer überfordern, das Ergebnis wären stockende Bilder anstelle einer flüssigen Bewegung.

Einfachstes Anschauungsbeispiel für die ungewöhnliche Kombination von Objekt- und Lichteigenschaften ist Schlagschatten. Während analog zur realen Welt auch im herkömmlichen Rendering die Lage eines Schlagschattens nicht dem Objekt, sondern seiner Umgebung zugeordnet würde, ist es in

der interaktiven virtuellen Welt – bei Verwendung der hierfür üblichen Computer – notwendig, den Schlagschatten als Objekteigenschaft zu definieren, konkret das Licht in seiner Oberflächenbeschaffenheit einzuschreiben. Bei natürlicher Lichtverteilung, die auch die diffuse Reflexion von Licht berücksichtigt, betrifft das nicht nur die Schlagschattengrenze – die deutlich weniger scharf ist als man aus ihrem Namen ableiten könnte – sondern gerade im Innenraum praktisch sämtliche Oberflächen. Vollständig homogene Oberflächen, wie sie der Definition abstrahierter Idealkörper entsprechen würde, treten in der realen Welt unter natürlichen Lichtbedingungen nur sehr selten auf.

Die beschriebenen Funktionalitäten, die aus der Interaktion ein reagierendes System von Objekten machen, die nicht nur mit dem Subjekt, sondern auch untereinander kommunizieren, bereichern vor allem deshalb den Lernprozess, weil sie die Handlungen des Benutzers kommentieren, Fehler aufzeigen und Erfolge bestätigen. Analog zur dargestellten Architektur lassen sich auch in dieser Interaktion Unschärfen sinnvoll definieren: So reicht es aus, wenn ein Kirchturm auf der richtigen Seite des Langhauses auf wenige Meter genau platziert wird, um des Benutzers Absicht der Positionierung als richtig zu identifizieren (s. Abb. 5c).

Durch eine umfangreiche Definition möglicher Aktionen und Reaktionen wird der Ablauf der Anwendung gesteuert. So erfolgen bei richtiger Positionierung weitere Anweisungen über noch fehlende Gebäudeteile oder aber die Überleitung zur nächsten Phase – wie der Betrachtung der richtig zusammen gesetzten Kirche in Originalgröße. Die Anwendung baut sich insgesamt aus für die realistische Raum- und Objektwahrnehmung notwendigen physikalischen und für den Fortschritt der Anwendungsphasen definierten dramaturgischen Abhängigkeiten auf.

Die Definition vor allem der dramaturgischen Abhängigkeiten, zu denen auch die akustische verbale Komponente gehört, die dem Benutzer das System im Ganzen wie auch die Teilaufgaben jeder Anwendungsphase im Einzelnen erläutert, erfolgt beispielsweise in einem Flussdiagramm, das auf einen Blick sämtliche möglichen Entscheidungswege des Benutzers ablesbar macht. Aufzunehmen und zu berücksichtigen sind selbstverständlich



auch unbeabsichtigte Zustände wie derjenige eines ratlosen, in der virtuellen Welt verlorenen Benutzers, der sich durch ein über längere Zeit in die Leere gerichteter Blick oder eine über längere Zeit dauernde Inaktivität erkennen lässt.

## **2.5 BENUTZERUNTERSTÜTZUNG**

Nicht nur aus diesen Gründen des impliziten Hilferufes, sondern auch zur allgemeinen Verbesserung der Benutzererfahrung ist es sinnvoll, dem Benutzer weitere Unterstützungen anzubieten.

Das sind zum einen schlichte Abkürzungen, die es erlauben, anstelle dem erfolgreichen Lösen einer Aufgabe – wie beispielsweise dem Kombinieren von Gebäudeteilen zu einer vorgegebenen Kirche – jederzeit zum Anfang der ersten Phase der Anwendung, also der Vorstellung der neun Kirchen zurück kehren zu können. Diese Funktion des Zurückführens des Benutzers an den Anfang ist gerade für Anfänger eine wichtige Möglichkeit, um sich mit dem System vertraut zu machen und vor allem im musealen Kontext den intuitiven Zugang zur virtuellen Welt nicht durch scheinbar ausweglose Sackgassen zu erschweren.

Aufgrund der in vielen Aspekten noch sehr künstlich wirkenden Handhabung der virtuellen Welt, sei es dem Aufsetzen der Brille, der nicht-physischen, sondern durch Controller durchgeführten Bewegung im virtuellen Raum oder auch das Hantieren mit virtuellen Händen, ist es je nach Vorerfahrung sinnvoll, wenn nicht notwendig, die technischen Geräte dem Benutzer vorzustellen und ihn Schritt für Schritt in deren Handhabung einzuweisen. Fehlende persönliche Erfahrung kann zwar durch eine ausgeprägte Experimentierfreude durchaus kompensiert werden, die Intention aber, den Mehrwert einer durch virtuelle Realität unterstützten Vermittlung in die Breite zu tragen, verlangt beim aktuellen Stand der Technik eine doch noch möglichst umfassende Anleitung und Einführung.

## **3. SCHLUSS**

Das Erweitern der Vermittlung einer architektonischen Idee mithilfe einer interaktiven immersiven Anwendung vermag es, die Abwesenheit der realen Architektur teilweise zu kompensieren. Noch lange nicht ist die Technik allerdings so weit

fortgeschritten, als dass der Betrachter vergessen könnte, dass er sich bloß in virtueller Realität bewegt. Dennoch ist der Raumeindruck deutlich prägnanter als bei rein stereoskopischer Projektion und umso mehr als bei einer monoskopischen Perspektive. Zusätzlich fällt in der virtuellen Realität auch die Wirkung der Interaktivität stärker aus.

Zu unterscheiden aber ist der Einfluss der virtuellen Realität wie auch eines jeden anderen Vermittlungsmediums getrennt hinsichtlich Technik und Inhalt.

Je mehr Interaktivität implementiert ist und je umfangreicher Bewegungsraum und Bewegungsmöglichkeiten angelegt sind, desto stärker wird der Benutzer vereinnahmt. Allerdings sind aufgrund der aktuellen technischen Ausstattung sowohl Bewegung als auch Interaktion noch gewöhnungsbedürftig. Aus der nicht repräsentativen und statistisch damit nicht belastbaren subjektiven Einschätzung der die Besucher betreuenden und beobachtenden Mitarbeiter des Museums verhalten sich die Akzeptanz und auch die erfolgreiche Handhabung des interaktiven Systems der virtuellen Realität umgekehrt proportional zum Alter der Benutzer. Hier ist beim User Interface noch einiges an Anpassung nötig. Die Anfänge aber sind mehr als vielversprechend, und die Technik wird sich sicher schneller entwickeln als die Demografie.

Die qualitative Vermittlung des hypothetischen architektonischen Konzeptes hängt wie auch bei Perspektiven und Filmen von der Gestaltung ab. Im Unterschied zu perspektivischen Darstellungen entfällt in der virtuellen Realität allerdings die Komposition des Bildausschnitts. Die fotografische Komposition beschränkt sind auf das Startbild, dem visuellen Eindruck des Benutzers beim Betreten der virtuellen Welt. Die verbleibenden Komponenten der Gestaltung dagegen behalten ihre Bedeutung bei: Geometrisch ist das die – nicht zu unterschätzende, in ihrer Abstraktion einem architektonischen Entwurf vergleichbare – Form des Modells einschließlich seiner Oberflächeneigenschaften, visuell darüberhinaus vor allem die – wieder der Architekturfotografie entlehnten – Lichtführung. Je überzeugender das gestalterische Konzept der visuellen Vermittlung ausfällt, desto immersiver wird die Architektur erlebt und desto einprägsamer

wird der zu vermittelnde Inhalt aufgenommen. Wie häufig beschreibt die Technik also den Weg, deren Anwendung allerdings erfordert die professionelle Gestaltung, um Inhalte überzeugend vermitteln zu können.

#### **4. KOOPERATIONSPARTNER UND FÖRDERER**

Kooperationspartner für die historische Bauforschung und die Objektbegehungen war die ehemalige Dombaumeisterin des Kölner Doms, Frau Prof. Dr. Barbara Schock-Werner. Gefördert wurde das Projekt von der Kulturstiftung der Länder und der Bayerischen Sparkassenstiftung.

#### **5. LITERATURHINWEIS**

[1] Schock-Werner, Barbara: Bauten im Fürstbistum Würzburg unter Julius Echter von Mespelbrunn, Schnell und Steiner GmbH, Regensburg, 2005

[2] Lengyel, Dominik; Toulouse, Catherine: 3D-Scans für die Rekontextualisierung antiker Skulptur. In: Andreas Bienert, James Hemsley, Pedro Santos, EVA 2014 Berlin Konferenzband: Elektronische Medien & Kunst, Kultur, Historie, Staatliche Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz, Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD, [6] Berlin - Darmstadt, 2014, S. 135–142

[3] Lengyel, Dominik; Toulouse, Catherine: Die Bauphasen des Kölner Domes und seiner Vorgängerbauten. Gestaltung zwischen Architektur und Diagrammatik. In: Dietrich Boschung, Julian Jachman (Hrsg.), Diagrammatik der Architektur, Tagungsband Internationales Kolleg Morphomata der Universität zu Köln, Verlag Wilhelm Fink, Paderborn, 2013, S. 327-352