

# Projekt Photon

## *Dokumentation*

### Anleitung

Photon ist für eine Oculus Rift Virtual Reality Brille ausgelegt. Für die Steuerung ist ein Xbox Controller erforderlich. Vor dem Start des Spiels müssen Oculus Rift und Xbox Controller mit dem Computer verbunden und eingerichtet sein.

Beim Start des Spiels können, falls erforderlich, Auflösung und Grafikqualität eingestellt werden. Durch den Button "Play" wird das Spiel gestartet. Es erscheint ein schwarzer Bildschirm und die VR Brille kann aufgezogen werden. Schaut sich der Spieler nun im Raum um, kann er das Hauptmenü sehen. Mit der Taste X auf dem Controller kann Photon gestartet werden. Die erste freigeschaltete Fähigkeit kann durch die Taste A aktiviert werden. Mit dem linken Analog-Stick kann sich der Spieler bewegen. Weitere Fähigkeiten werden im Laufe des Spiels freigeschaltet.

### Modulbeschreibung

Thema des interdisziplinären Seminars ist die Beschäftigung mit interaktiven Entwurfs- und Darstellungstechniken. In Teams aus Studierenden der Architektur des Industriedesign und des Games Engineering werden Ideen für die interaktive Präsentation von Gebäudeentwürfen und Produkten entwickelt und umgesetzt.

Ziel des Seminars sind interaktive Visualisierungen um die reine Betrachterperspektive zu überwinden und die Atmosphäre von Räumen sichtbar zu machen und den Entwurfsansatz darzustellen.

Architekten, Designer und Game Artists entwerfen innerhalb vorgegebener Grenzen: In der Realität sind es bspw. Baugrenzen und Abstandsflächen, im Virtuellen bspw. Polygonzahl und Beschränkung in der Detaillierung. Sowohl für virtuelle als auch reale Räume und Objekte muss eine Designsprache, ein Nutzungskonzept oder eine Wegeführung gefunden werden. Gegenstand des Seminars ist die kritische Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten interaktiver Visualisierungen, um betrachterbezogen Eindrücke und Informationen über Gebäude- oder Produktentwürfe darzustellen.

In dem Seminar werden Techniken und Vorgehensweisen für die Präsentation eigener Entwurfsgedanken in virtuellen Umgebungen vermittelt. Ziel ist die Erweiterung aktuell statischer Darstellungsformen, um dem Betrachter die Möglichkeit zu geben den Entwurf aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten.

## Ausgangspunkt “Tommy”

Nach der Ideenfindungsphase wurden von den Studenten einzelne Konzepte präsentiert um auf deren Grundgedanken Gemeinsamkeiten einzelner Ideen zu finden und daraufhin in Teamarbeit die Ideen zu verknüpfen und weiterzuentwickeln. Der Ausgangspunkt der Projektarbeit PHOTON war das Konzept “Tommy”:

„Tommy“ ist ein Konzept zur interaktiven Architektur Visualisierung innerhalb einer virtuellen Realität. Die grundlegende Idee ist es, durch Veränderungen der menschlichen Sinneswahrnehmungen die Architektur beziehungsweise die Umgebung auf besondere Art und Weise wahrzunehmen, zu erfahren, zu erleben. Der Proband findet sich zu Anfang der Visualisierung inmitten der Umgebung wieder, ohne diese dabei aber visuell oder akustisch wahrnehmen zu können. Er ist taub, stumm und blind. Aufgrund dieser enormen Sinneseinschränkungen hat sich jedoch der Tastsinn des Akteurs brilliant ausgebildet. Er ist somit in der Lage alle haptischen Eindrücke und deren exakte Lokalisierung vor dem geistigen Auge festzuhalten. Die Abbildung XX soll veranschaulichen wie sich die „erfühlten“ Bereiche in der Virtuellen Realität abzeichnen könnten. Die Herangehensweise wie der Proband sich nun in der Umgebung, in den Räumlichkeiten zurechtfindet, wird so komplett verändert. Er setzt sich somit auf intensive Weise mit seiner Umgebung auseinander und erkundet die Räumlichkeiten mit neuer Methodik.

Die Visualisierung könnte durch spielerische Aspekte erweitert werden. So wäre es denkbar im Verlauf der Erkundung neue Sinne (oder eine gewisse Anzahl an Sinnen) sammeln zu müssen. Diese sollen nicht zwangsweise den menschlichen Sinnesorganen entsprechen. Beispielsweise könnten akustische Eindrücke durch sichtbare Schallwellen visualisiert werden, die sich an den Wänden, Decken und Objekten der Umgebung brechen. Des Weiteren wäre der Zeitfaktor eine Erweiterungsmöglichkeit, welche die Erforschung der Räumlichkeiten zu einem spielerischen Erlebnis machen könnte. Dabei könnten die schon sichtbar gemachten Felder langsam wieder verschwinden und die Suche nach weiteren Sinnen immer schwieriger gestalten. Für eine höchstmögliche Immersion bietet sich die Verwendung einer VR-Brille an. Die Laufwege des gesteuerten Charakters werden via Joystick bestimmt. Das „Erfühlen“ der Umgebung wird über das Hand-Tracking der Leap Motion realisiert.

## Entwicklung zum Konzept “PHOTON”

Im weiteren Projektverlauf wurde die Idee “Tommy” verfolgt. Jedoch traten bei Untersuchungen bezüglich (fehlender) haptischer Rückmeldung bei der “Leap Motion”-Steuerung Probleme auf. Das “Erfühlen” von virtuellen Objekten, welche in der Realität nicht existieren, führte zu Verwirrung und einem “unguten” Spielgefühl. In Abbildung XX ist eine Prüfung des geschilderten Szenario gezeigt. Weiterhin war die Genauigkeit und die begrenzte Reichweite des Leap-Motion Sensors nicht zufriedenstellend und störte gar den erwünscht reibungslosen Spielfluss.

Deshalb wurde das Konzept “Tommy” in “PHOTON” geändert.

„PHOTON“ bleibt ein Konzept zur interaktiven Architektur Visualisierung innerhalb einer virtuellen Realität. Die grundlegende Idee, durch Veränderungen der Sinneswahrnehmungen die Architektur beziehungsweise die Umgebung auf besondere Art und Weise wahrzunehmen, zu erfahren und zu erleben bleibt jedoch gänzlich bestehen.

Der Proband findet sich nun in der Rolle des Wesens PHOTON wieder, welches andere Sinnesorgane als der Mensch besitzt. Das Sinnesorgan welches für die visuelle Wahrnehmung zuständig ist, kann die elektromagnetische Wellenlänge von Licht nicht verarbeiten. Deshalb sendet PHOTON selbst kleine Impulse aus, die Materie sichtbar machen, sobald sie mit ihr in Berührung kommen. Um die Umwelt zu erforschen muss der Proband nun gezielt einzelne Lichtimpulse aussenden um Böden, Wände und Objekte sichtbar zu machen und sich so in der Umgebung orientieren zu können. Die Abbildung XX veranschaulicht wie der Proband in der Rolle von „PHOTON“ sieht. Die Herangehensweise wie der Proband sich nun in der Umgebung, in den Räumlichkeiten zurechtfindet, wird so wieder komplett verändert. Er setzt sich weiterhin auf intensive Weise mit seiner Umgebung auseinander und erkundet die Räumlichkeiten mit neuer Methodik. Die Visualisierung wird durch spielerische Aspekte erweitert. So erlernt PHOTON im Verlauf der Erkundung weitere Sinne, die ihn die Umgebung stets auf spezielle Weise erfahren lassen. Auch die Einbringung des Zeitfaktors macht das Erlebnis noch interessanter. Dabei verschwinden die schon sichtbar

gemachten Felder langsam wieder und die Suche nach weiteren Sinnen wird somit immer schwieriger gestaltet. Für eine höchstmögliche Immersion bleibt die Verwendung einer VR-Brille im Konzept verankert. Die Laufwege des gesteuerten Charakters werden via Konsolen-Controller bestimmt.

## Technische Umsetzung

Bei der Umsetzung des Projektes standen Performanz und Flexibilität immer im Vordergrund. Das Spiel sollte selbst bei großen und komplexen Modellen flüssig laufen. Die Funktion des Spiels sollte zu keinem Zeitpunkt vom Modell der Umgebung abhängen.

Der Spieler kann in PHOTON Kreisflächen seiner Umgebung sichtbar machen. Dafür werden Partikel vom Spieler ausgesondert, welche mit den Wänden der Umgebung kollidieren. An den Kollisionsstellen erscheint darauf hin ein kreisförmiger Ausschnitt der Umgebung.

Der erster Ansatz zur Umsetzung des Projektes war es, das Modell der Umgebung in einzelne Gruppen von Flächen aufzuteilen. Anhand der Position der Kollision könnte die zugehörige Gruppe ermittelt werden und die entsprechenden Flächen sichtbar gemacht werden. Dieser Ansatz war allerdings nicht praktikabel. Hierfür müssten die Farben einzelner Geometriepunkte (Vertices) geändert werden. Dadurch ließe sich aber keine Textur verwenden, was dem visuellem Eindruck des Spieles schaden würde. Alternativ hätte die Textur verändert werden können, was jedoch zu langsam wäre um eine hohe Framerate und somit ein flüssiges Spiel zu garantieren.

Diese Probleme werden in PHOTON durch einen sehr performanten Ansatz gelöst. Durch ein direktes Eingreifen in den Rendering-Prozess ist es möglich nur die sichtbar gemachten Flächen zu rendern. Nach dem der Spieler Partikel aussendet, werden kreisförmige Objekte erstellt. Diese fungieren als Schablonen und definieren lediglich den Bereich der gerendert werden soll. Die Schablonen haben weder Oberflächeneigenschaften, noch Texturen. Beim Rendern beschreibt eine Schablone einen Wert im sogenannten **Stencil Buffer** (Dieser Puffer speichert einen Wert für jeden Pixel auf dem Bildschirm). Durch einen logischen Vergleich im Shader werden nur die gewünschten Pixel gerendert.

Die Erstellten Schablonen richten sich an den Wänden der Höhle aus. Somit lassen sich auch runde Objekte darstellen.

## Herausforderungen bei der Umsetzung

Damit Teile der Umgebung sichtbar gemacht werden können, beschreiben die Schablonen in jedem Frame einen Wert im sogenannten Stencil Buffer. Dieser Wert muss jedoch geschrieben werden, bevor die Umgebung gerendert wird. Dies erwies sich zu Beginn des Projektes als problematisch. Es trat ein Flackern der Schablonen auf, weil es keine einheitliche Reihenfolge der zu rendernden Objekte gab. Letztendlich konnte dies über die Shader von Schablonen und Umgebung gelöst werden. In den Shadern wird nun eine einheitliche Rangfolge festgelegt.

Wenn der Spieler Photonen aussendet, werden Schablonen an der Kollisionsstelle erstellt. Beim Erstellen vergrößern sich die Schablonen, bis sie schließlich ihre Endgröße erreichen. Dadurch kann der Spieler die Auswirkung seines Handelns etwas länger wahrnehmen.

Es stellte sich heraus, dass dieser Effekt das Spiel deutlich weniger performant machte. Der Vergrößerungseffekt wird durch ein Skript gesteuert. In jedem Frame des Spiels wird die Größe der Schablonen inkrementiert. Nachdem die Schablone die gewünschte Größe erreicht hat, wird das Skript gelöscht. Dadurch werden für diese Schablone keine Berechnungen mehr ausgeführt. Dies erlaubt eine hohe Laufzeit.

Allerdings entstehen dabei auch Nachteile. Ein Verblassen einzelner Bereiche ließe sich nicht mehr auf einfachem Wege implementieren.

In dem ursprünglichen Konzept "Tommy" wurde eine alternative Eingabemethode getestet. Das Spiel sollte dabei ein Klatschen des Spielers erkennen. Anfangs hätte dies über den Leap-Motion Sensor erkannt werden können. Nach dem sich der Sensor allerdings als nicht zuverlässig erwies wurde die Klatscherkennung über eine Audioerkennung realisiert. Würde ein Spieler nun in die Hände klatschen, könnte dies erkannt und ein entsprechender Effekt gestartet werden.

Nun lag die eigentliche Herausforderung ein Programm zu erstellen, dass von den Räumlichkeiten des Spielers das Klatschgeräusch anhand der Frequenzsignatur herausfiltern kann.

Nach dem Wechsel zum Konzept PHOTON wurde die bereits funktionierende Klatscherkennung jedoch verworfen. Das ursprüngliche Konzept sah einen Joystick als

Eingabegerät vor. Bei PHOTON hält der Spieler jedoch einen Controller in beiden Händen und kann somit nicht in die Hände klatschen. Hinzu kam, dass die implementierte Audioerkennung stark vom verwendeten Mikrofon und den Umgebungsgeräuschen abhängt und somit zusätzliche Kalibrierungen benötigen würde.

### **Der “große” Photonenimpuls**

In PHOTON kann der Spieler eine Fähigkeit freischalten, welche es erlaubt die komplette Umgebung kurzzeitig wahrzunehmen. Nach diesem Effekt sollen aber wieder nur die erkundeten Teile der Umgebung sichtbar sein.

Durch den modifizierten Rendering-Prozess können nur Objekte angezeigt werden, vor denen eine Schablone erstellt wurde. Ein naiver Ansatz wäre es nun eine Schablone in Form der hier verwendeten Höhle zu erstellen. Allerdings wäre dies nicht performant und würde stellenweise Überschneidungen verursachen.

Für die Implementation des Photonenimpulseffekts wird eine Kugel genutzt, welche um den Spieler herum erstellt wird und als Schablone dient. Dadurch kann die komplette Umgebung gesehen werden.

Der Photonenimpuls sollte aber nicht starr auftreten, sondern sich schnell vom Spieler weg bewegen. Die gewählte technische Umsetzung des Spiels erlaubt es die Umgebung zu sehen, oder nicht zu sehen. Transparente Objekte können nicht dargestellt werden.

Damit sich der Photonenimpuls vom Spieler weg bewegen kann und keine harten Kanten sichtbar sind, wird eine Lichtquelle verwendet. Nachdem zunächst alle anderen Lichter der Szene ausgeschaltet wurden, wird eine Lichtquelle am Spieler instanziiert. Eine Kugel als Schablone wird um den Spieler herum erstellt um die Umgebung sichtbar zu machen. Die Lichtquelle entfernt sich schnell vom Spieler um den gewünschten Effekt zu erzeugen.

Abschließend werden die anderen Lichter der Szene wieder langsam eingeschaltet um einen visuell ansprechenden Übergang zu gewährleisten.

## **Erfahrungen aus dem DemoDay**

Im Rahmen des Demo Days im Februar 2017 wurde PHOTON von etwa 50 Personen getestet. Dadurch konnten wichtige Erfahrungen gesammelt werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass PHOTON stabil und ohne Fehler läuft. Die Rückmeldungen der Tester waren einheitlich positiv.

Einige Testpersonen hatten Hemmungen Kopf und Körper zu drehen um sich im Spiel umzuschauen. Dies trat besonders bei Personen auf, die stark mit Videospielen vertraut sind. Hierbei zeigt sich dass Virtual Reality eine neue Technologie ist, die noch nicht auf dem Massenmarkt angelangt ist.

## Das User Interface

Im Verlaufe des Spiels kann der Spieler Fähigkeiten freischalten. Dazu befinden sich im Spiel Power-ups, dargestellt als transparente Kugeln. In diesen Kugeln dreht sich ein großer Buchstabe, der andeutet mit welcher Controllertaste die neue Fähigkeit aktiviert werden kann.

PHOTON verzichtet an dieser Stelle auf erklärende Texteinblendungen um den natürlichen Spielfluss nicht zu unterbrechen. Somit wird der Spieler weiter herausgefordert. Diese Form eines "diegetic user interface" wurde bewusst gewählt um die Spielerfahrung noch immersiver zu machen.

Beim Demo Day stieß das Konzept des User Interfaces auf gemischtes Feedback. Einige Tester kamen mit diesem System gut zurecht. Jedoch hatten verstanden einige Spieler das Konzept noch nicht. Mehreren Testpersonen war nach dem Aufsammeln der PowerUps nicht bewusst, dass sie nun eine neue Fähigkeit hatten. Diese Testpersonen liefen nach dem Aufsammeln weiter und benutzten den neu erhaltenen Effekt erst nach zusätzlichen verbalen Erklärungen am Messestand.

Denkbare Änderungen wären textuelle Einblendungen am Rand des Sichtfeldes, die über die neuen Fähigkeiten informieren. In traditionellen Computerspielen sind diese Hinweise sehr verbreitet. Für Virtual Reality Anwendungen eignen sie sich jedoch nicht. Anstelle eines zweidimensionalen Bildschirms blickt der Spieler nun in eine dreidimensionale Welt. Hier gäbe es zunächst keine sinnvolle Position für die Texteinblendungen. Sobald sich der Spieler dreht müssten sich Texte mit drehen um dauerhaft sichtbar zu sein. Jedoch gäbe es keine Motivation für diese Bewegung, was der Immersion des Spiels schaden würde. Des Weiteren sind die Auflösungen heutiger Virtual Reality Brillen noch nicht ausreichend um Text scharf wiederzugeben.

## Bewertung der Umsetzung

Abschließend kann das Projekt als großer Erfolg gesehen werden. PHOTON läuft mit konstanter hoher Framerate. Dies ist bei einem Virtual Reality Projekt essentiell, da hier für jedes Auge des Spielers ein einzelnes Bild gerendert wird. Herausragend bei diesem Projekt ist, dass die Framerate sich während des Spiels nicht ändert. Selbst wenn schon große Teile der Umgebung sichtbar gemacht wurden, läuft PHOTON immer noch flüssig. Dies wird ermöglicht durch die spezielle Programmierung.

Während des Spiels kann sich die Textur der Höhle ändern, ohne dass weitere Anpassungen vorgenommen werden. Dadurch ließen sich beispielsweise die Wände der Umgebung animieren.

Durch die gewählte technische Umsetzung kann jedes beliebige 3D-Modell als Umgebung verwendet werden. Dieser Aspekt stand schon zu Projektbeginn im Vordergrund der Entwicklung. Die flexible Umsetzung erlaubt viele Möglichkeiten für weitere Versionen von PHOTON.

