

## **A.1 Eine offene, skalierbare Architektur für 3D-Web als Informations- und Kollaborationsplattform der Zukunft**

*Daniel Schuster<sup>1</sup>, Moritz Biehl<sup>2</sup>, Thomas Springer<sup>1</sup>, Jörg Müller<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Technische Universität Dresden, Fakultät Informatik, Institut für Systemarchitektur, Professur Rechnernetze*

*<sup>2</sup>T-Systems Multimedia Solutions GmbH, Bereich Innovation & Internationalisierung, Dresden*

### **1 Einleitung**

Virtuelle Welten wie Second Life oder Croquet standen in den letzten Jahren verstärkt im Blickpunkt des öffentlichen Interesses. Grund dafür waren vor allem die neuen Möglichkeiten für Marketing durch Präsentation von Inhalten in der 3-dimensionalen Internetwelt in Verbindung mit Interaktions- und Kollaborationsmöglichkeiten sowie die Verfügbarkeit von virtuellem Geld und dadurch neue Potentiale des eCommerce. Vor allem Second Life [RC07, DOW07] konnte dadurch großen Zulauf verzeichnen. Mit steigenden Benutzerzahlen offenbarten sich jedoch gleichzeitig auch die Schwächen der gegenwärtig verfügbaren Lösungen, die einen Durchbruch virtueller Welten als Informations- und Kollaborationsplattform der Zukunft oder das Web 3D bisher verhinderten. Ursachen liegen vor allem in der mangelnden Integration verschiedener Plattformen, schlechter Skalierbarkeit, sowie zentralisierter und geschlossener Architekturen der Plattformen.

Während die Integration mehrerer Plattformen für virtuelle Welten nur durch weltweit durchgesetzte Standards gelöst werden kann, sind die Probleme der Skalierbarkeit und Dezentralisierung Gegenstand aktueller Forschung. Die Verwaltung von Avataren auf virtuellen Landstücken erfordert viel Server-seitige Rechenleistung. Hält sich eine große Anzahl von Avataren auf einem bestimmten Landstück auf, so ist der für dieses Landstück zuständige Server schnell überlastet, während andere Server kaum oder keine Anfragen bearbeiten müssen. Dieses Phänomen ist als Popularitätsproblem bei Webseiten [Ni97] bekannt und lässt sich analog auf virtuelle Welten übertragen. Daneben spielen in Anlehnung an die drei Herausforderungen des Content Networking [Ho05] noch die Lösung des Flash-Crowd-Problems und im Falle einer dezentralen Architektur die Lösung des Distanzproblems eine wichtige Rolle. Das Flash-Crowd-Problem besagt, dass neben der ohnehin schon existierenden stark ungleichmäßigen Verteilung der durchschnittlichen Anfragelast auch zeitlich begrenzte Anfragespitzen vorkommen, wie z.B. bei virtuellen Massenveranstaltungen. Im Sinne des

Distanzproblems führt eine dezentrale Architektur des Weiteren dazu, dass in der virtuellen Welt räumlich eng beieinander liegende Landstücke von unter Umständen geografisch weit auseinander liegenden Servern verwaltet werden, was zu hohen Antwortzeiten beim Übergang zwischen Landstücken führt.

Neben Integration und Skalierbarkeit ist die Frage nach dezentralen Architekturen von entscheidender Bedeutung. Um das Potential des 3D-Web voll ausschöpfen zu können, muss es möglich sein, dass neue virtuelle Welten durch die Initiative von Organisationen und Privatpersonen entstehen können, ohne von einem einzigen Plattform-Betreiber abhängig zu sein. Dazu muss eine offene, dezentrale Architektur entwickelt werden, die ähnlich wie das 2D-Web mit dem Domain Name System (DNS) über Mechanismen zur dezentralen Verwaltung des 3D-Cyberspace verfügt.

Eine Besonderheit im Web 3D ist dabei die virtuelle Nachbarschaft von Landstücken innerhalb einer virtuellen Welt. Es muss folglich ein Mechanismus entwickelt werden, um Nachbarschaftsverhältnisse zwischen Partnern zu etablieren und auszuhandeln. Darüber hinaus soll es möglich sein, ähnlich wie im heutigen Web Links zwischen entfernten Landstücken zu etablieren.

In diesem Artikel wird ein Konzept für eine offene, dezentrale Architektur für das Web 3D vorgestellt, die effiziente Lösungen für Skalierbarkeit und Dezentralisierung beinhaltet. Es werden Protokolle zur Client-Server und Server-Server-Kommunikation im Web 3D definiert und durch eine prototypische Implementierung auf Basis von Java3D evaluiert. Die Arbeit nimmt dabei nicht für sich in Anspruch, Standards für das Web 3D setzen zu wollen. Vielmehr sollen Grundlagen erarbeitet werden, die für die Entwicklung solcher Standards mögliche Lösungsansätze und wichtige Diskussionsbeiträge liefern können.

Im Folgenden werden zunächst existierende virtuelle Welten sowie verwandte Arbeiten vorgestellt. Anschließend wird in Abschnitt 3 eine offene und skalierbare Architektur für das Web 3D erläutert, die in Abschnitt 4 anhand einer prototypischen Implementierung evaluiert wird. Abschließend wird die Businessrelevanz der Konzepte aufgezeigt und Perspektiven für mögliche kommerzielle Nutzung entwickelt.

## **2 Virtuelle Welten**

Die Webseite Virtual Worlds Review [VW08] zählt 2008 bereits 28 verschiedene virtuelle Welten, hinter denen meist kommerzielle Betreiber stehen. Daneben gibt es noch zahlreiche Online-Spielwelten wie World of Warcraft [WW08] und eine Reihe von Forschungssystemen, etwa Croquet [DS03].

Einer der wichtigsten Vertreter moderner virtueller Welten ist Second Life [SL08, Lob07], das bereits 2003 durch die kalifornischen Linden Labs veröffentlicht wurde.

---

Ziel war es, mit einer virtuellen Welt sowohl wirtschaftliche als auch soziale Interaktionen zu unterstützen. Zentrales Element dieser Welt sind personalisierbare Avatare, die vom Benutzer, ebenso wie andere Objekte der virtuellen Welt, selbst erstellt bzw. verändert werden können. Die Welt wird in Regionen unterteilt, die dem Benutzer zusammenhängend präsentiert werden. In dieser Welt können sich Nutzer bewegen und in verschiedenen Formen miteinander interagieren. Neben dem sozialen ist auch ein wirtschaftlicher Austausch zwischen den Nutzern möglich. Mit dem Linden Dollar existiert eine virtuelle Währung, die über einen festen Wechselkurs an den US-Dollar gekoppelt ist, so dass innerhalb der virtuellen Welt reales Geld ausgegeben und verdient werden kann. So können etwa eigene Objekte an andere Benutzer verkauft werden. Für die Errichtung einer virtuellen Filiale müssen Unternehmen ein Stück virtuelles Land erwerben. Für das 3D-Web ist Second Life nur eingeschränkt geeignet, da es nicht möglich ist, eigene Server in die Plattform zu integrieren. Second Life basiert auf einer zentralen Architektur, die Verwaltung der gesamten Plattform erfolgt durch eine Server-Farm der Linden Labs. Im März 2007 umfasste diese Farm mehr als 2000 Server [Wag07], die je eine bis vier Regionen verwalteten. Damit ist die Skalierbarkeit stark eingeschränkt, da auch bei einer hohen Zahl von Objekten in einer Region die Last auf einem einzelnen Server liegt. Dies ist insbesondere für das Popularitätsproblem und das Flash-Crowd-Problem von nachteilig. Das Distanzproblem stellt sich bei Server-Farmen in Second Life dagegen kaum. Darüber hinaus sind der Erstellung eigener Inhalte enge Grenzen gesetzt. So können externe Inhalte nur angezeigt werden, nachdem diese kostenpflichtig auf einen Server von Linden Labs geladen wurden. Das Einbinden dynamischer Inhalte, etwa von Web Seiten oder aus einer Produktdatenbank ist damit unpraktikabel.

Mit Croquet [DS03] existiert eine offene Programmierplattform, die der Idee des 3D-Web unter den existierenden virtuellen Welten am Nächsten kommt. Jeder Nutzer kann eine Croquet-Welt auf einem Rechner betreiben und diese über sogenannte Tore mit anderen Welten verbinden. Dreidimensionale Objekte in Croquet können einfach per Maus bewegt oder gedreht und eingebettete 2D-Anwendungen per Maus bedient werden. Croquet ist dabei vor allem auf den Aspekt der Zusammenarbeit ausgelegt, d.h. Nutzer können gemeinsam Texte editieren oder einen Remote Desktop betrachten und steuern. Allerdings bietet Croquet kein Konzept für die in Abschnitt 1 angesprochenen Skalierbarkeitsprobleme. Werden sehr viele Objekte und Avatare in einer Welt platziert, so muss der zugehörige Rechner wie bei Second Life diese Last allein bewältigen, was zu massiven Performance-Problemen führt. Ebenso werden das Flash-Crowd-Problem sowie das Distanzproblem bislang nicht betrachtet. Eine Etablierung von Nachbarschaftsbeziehungen ist nur über Tore, also explizite Links möglich. Es entsteht

somit keine geschlossene virtuelle Welt sondern eher ein loser Verbund von 3D-Räumen, die über Tore verbunden sind.

Das System There [Mak07] legt den Schwerpunkt auf Kommunikation in der virtuellen Welt. Hauptfunktionen sind Chat, Voice-Chat, Kontaktlisten sowie anpassbare Avatare. Ähnlich wie Second Life bildet There eine große zusammenhängende Welt mit einzelnen Inseln, welche thematisch ausgerichtet sind. There besitzt ebenfalls eine eigene Währung, die so genannten Therebucks, welche fest an den Dollar gekoppelt sind. Insgesamt hat There aber aufgrund der zentralen Verwaltung in Hinblick auf Skalierbarkeit die gleichen Probleme wie Second Life.

Active Worlds [Act07] ist ein eine ältere Lösung für virtuelle Welten, die keinen konkreten Spielbezug haben müssen. Das System bietet jedoch Möglichkeiten zur Kommunikation, z.B. über Voice-Chat und ermöglicht eine einfache Einbindung externer Inhalte. Darüber hinaus können eigene Server gehostet werden. Die Welt besteht aus mehreren zusammenhängenden Teilen, die über Teleports verbunden sind. Es besteht aber trotzdem immer eine Abhängigkeit zum Hersteller.

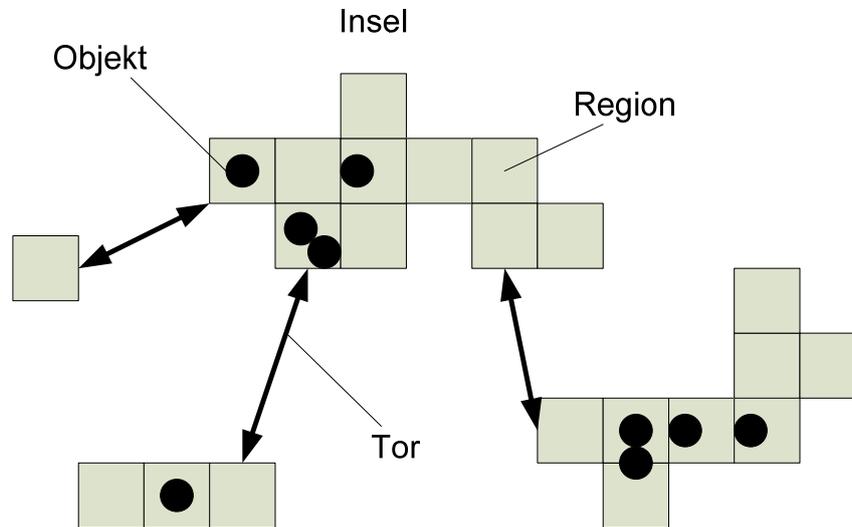
Weitere Plattformen wie Multiverse [The07] oder HiPiHi [HiP07] sind entweder auf Multiplayer-Online-Spiele konzipiert oder besitzen ähnliche Konzepte wie die bereits vorgestellten Plattformen, so dass diese als generelle Lösung für ein Web 3D nicht in Betracht gezogen werden können.

### **3 Konzeption**

Vereinfacht ausgedrückt liegt die Grundidee unserer Architektur in der Kombination der Konzepte der Aufteilung einer Landfläche in Regionen wie bei Second Life und der Verbindung von Regionen durch Tore wie in Croquet. Es soll möglich sein, mehrere Regionen zu einer Insel zusammenzuschließen und dafür echte und feste Nachbarschaftsbeziehungen einzugehen. Allerdings sollen die Regionen einer Insel nicht zentral vergeben werden, sondern die Nachbarschaftsbeziehungen zwischen den Regionen autonom etabliert werden. Dies ermöglicht ein dynamisches Wachstum der Inseln und deren Verbindung zu einer virtuellen Gesamtwelt – einem Web 3D.

Wir definieren einen virtuellen, 3-dimensionalen, zusammenhängenden Raum, der als Insel  $I$  bezeichnet wird. Eine Insel  $I$  ist in eine Menge von Regionen  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$  aufgeteilt, in denen sich jeweils eine Menge von Objekten  $O = \{o_1, o_2, \dots, o_m\}$  befindet und die an ihren vier Seiten an andere Regionen grenzen können. Alle Regionen besitzen eine einheitliche Größe. Jede Insel kann außerdem eine Menge von Toren  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_k\}$  definieren. Ein Tor definiert einen Endpunkt einer Verknüpfung. Eine Verknüpfung ist eine bidirektionale Verbindung zwischen zwei Toren, die in der Regel

den Übergang zwischen zwei Inseln definiert. Über Tore können Objekte eine Insel verlassen und tauchen gleichzeitig in einer anderen Insel auf (Objektmigration).



**Abbildung 1: Beispieltopologie**

Die Menge  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_l\}$  bezeichnet die für eine Insel zuständigen Server, die jeweils Teilmengen von  $O$  einer oder mehrerer zugeordneter Regionen  $R$  verwalten. Ein Objekt kann dabei immer nur in der Verantwortlichkeit eines Servers liegen, verschiedene Teilmengen von Objekten einer Region können aber unterschiedlichen Servern zugeordnet werden. Damit wird insbesondere die statische Zuordnung von Objekten über eine Region zu einem Server aufgelöst, was für das Popularitäts- und das Flash-Crowd-Problem von großer Bedeutung ist. Dies wird nachfolgend näher betrachtet.

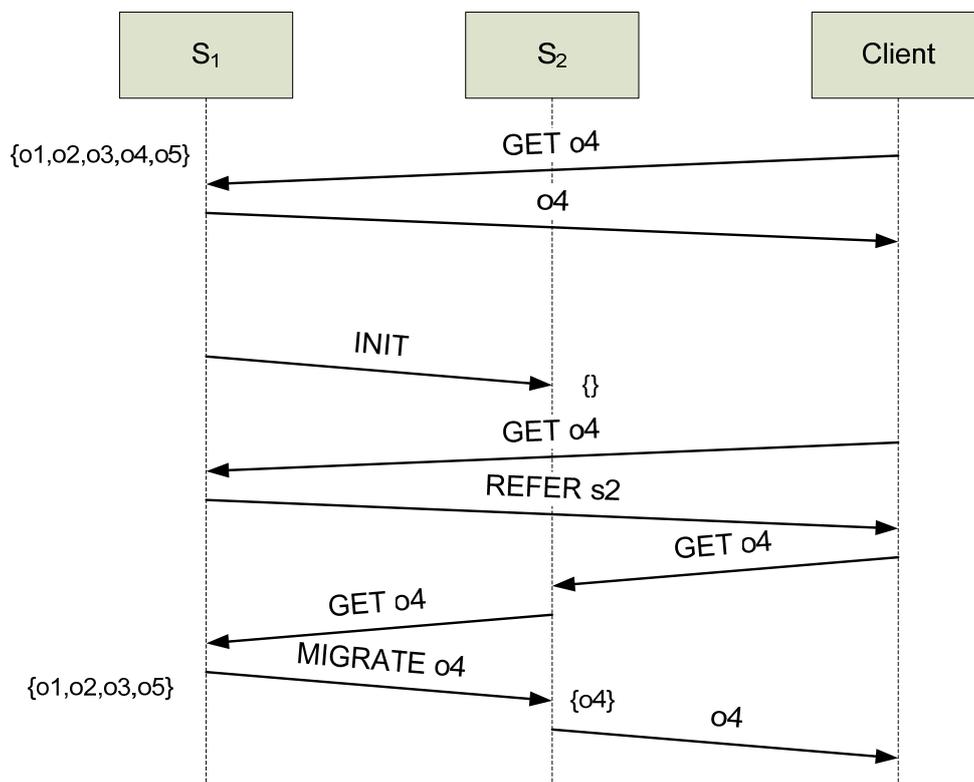
### 3.1 Aufteilung von Regionen

Tritt eine Situation ein, in der ein Server  $s_1$  nicht mehr genügend Ressourcen besitzt, um alle Anfragen von Clients ordnungsgemäß bearbeiten zu können, z.B. weil sich zu viele Clients in der Region  $r_1$  befinden, für die er verantwortlich ist, so besteht die Möglichkeit, dass ein weiterer Server  $s_2$  ihn bei der Bewältigung der Aufgaben unterstützt. Hierfür teilt  $s_1$  die Menge  $O_1$  der Objekte in  $r_1$  in zwei Hälften  $O_{1,1}$  und  $O_{1,2}$ . Die Verantwortlichkeit für  $O_{1,2}$  teilt er anschließend  $s_2$  mit. Weiterhin übermittelt  $s_1$  an  $s_2$  Informationen über die Objekte in  $O_{1,2}$ .

Erreichen nun  $s_1$  Anfragen von Clients bezüglich Informationen zu Objekten aus  $O_{1,2}$  informiert er den Client über die neuen Zuständigkeiten und teilt ihm die Adresse des neuen verantwortlichen Servers mit. Der exakte Moment des Übergangs der

Verantwortlichkeit wird dabei durch die erste Änderungsmitteilung bestimmt, die an einen Client versendet wird. Erreicht den Server  $s_1$  eine Anfrage nach einem Objekt  $o_4$ , welches Teil der Objektmenge  $O_{1,2}$  ist, so antwortet er mit einer Refer-Nachricht, die den Client an den Server  $s_2$  verweist. Anschließend fragt der Client bei  $s_2$  nach  $o_4$  an, woraufhin der Server  $s_2$  selbst das Objekt bei  $s_1$  anfordert. Mit dieser ersten Server-Server-Anforderung ist die Migration des Objektes  $o_4$  verbunden, d.h. alle folgenden Zugriffe auf  $o_4$  werden von  $s_2$  verwaltet.

Das hier verwendete Verfahren ist für  $s_1$  im Vergleich zur normalen Weiterbearbeitung von Anfragen aufwandsneutral, da  $s_2$  zuerst nur als Proxy für Anfragen der Clients fungiert. Mit jeder weitergeleiteten Anfrage erlangt er jedoch mehr Informationen, die zum Beantworten von Client-Requests nötig sind, so dass schon nach kurzer Zeit  $s_1$  deutlich entlastet werden kann.



**Abbildung 2: Aufteilung von Regionen**

Mit diesem Mechanismus zur Aufteilung von Regionen ist es sowohl möglich, das Popularitätsproblem als auch das Flash-Crowd-Problem zu lösen. Dazu muss jedoch zunächst ein geeigneter Entlastungsserver  $s_2$  gefunden werden. Dies kann beispielsweise durch ein verteiltes Last-Protokoll zwischen den Servern, die für eine Insel zuständig sind, gelöst werden. Damit können Anfragespitzen innerhalb einer Insel ausgeglichen

werden. Zusätzlich können auch entsprechend leistungsstarke Clients für den Zeitraum ihres Besuchs auf einer Insel die Verantwortlichkeit für bestimmte Objekte übertragen bekommen. Dies ermöglicht auch die Skalierbarkeit relativ kleiner Inseln.

### 3.2 Zusammenschluss von Regionen

Im 2D-Web übernehmen die DNS-Server [Mo87] die Abbildung von Domain-Namen auf IP-Adressen der zugehörigen Web-Server. Zur Verwaltung der Landaufteilung einer Insel definieren wir einen Topology Server, der nach einem ähnlichen Prinzip arbeitet. Dieser repräsentiert eine Datenbank, in der alle Nachbarschaftsbeziehungen einer Insel gespeichert sind. Er enthält lediglich eine Tabelle mit Einträgen der Form:

```
<Region1> <Richtung> <Region2>
```

Typischerweise startet ein Nutzer seine Tour im Web 3D, indem er eine URI eingibt, die eine bestimmte Region repräsentiert (oder einem Link aus dem Web-2D folgt). Der virtuelle Web-Shop von Amazon im Web 3D könnte z.B. die URI `w3d.amazon.de` besitzen.

Über einen Eintrag im DNS-System bekommt der Nutzer dabei die IP-Adresse eines Web-3D-Servers mitgeteilt, den er im Folgenden kontaktiert. Daraufhin wird der Avatar des Clients an einer bestimmten Position innerhalb der Region positioniert. Bewegt sich der Avatar nun über die Grenzen der Region hinaus, wird der Topology Server kontaktiert, um die URIs der angrenzenden Regionen zu ermitteln. Für `w3d.amazon.de` würden sich beispielsweise folgende Einträge finden:

```
w3d.amazon.de. E w3d2.amazon.de.
```

```
w3d.ebay.de. E w3d.amazon.de.
```

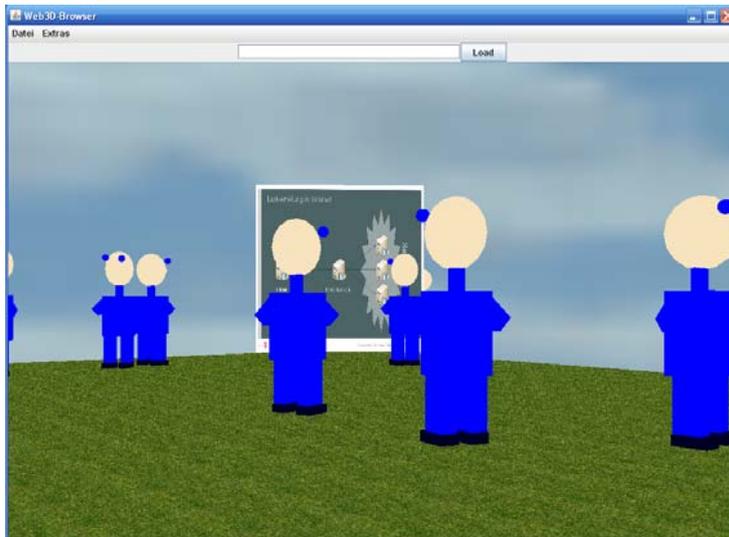
```
w3d1.webmall.de. N w3d.amazon.de.
```

Um Konsistenzprobleme mit doppelten Einträgen zu vermeiden, wird immer nur der östliche bzw. nördliche Nachbar in der Datenbank gespeichert. Über ein *reverse lookup* kann jedoch auch der westliche bzw. südliche Nachbar ermittelt werden. Befindet sich kein Nachbar einer bestimmten Richtung in der Datenbank, so endet die Insel an dieser Stelle.

Mit diesem Verfahren ist es möglich, mehrere Regionen zu Inseln zusammenzuschließen. Jeder Regionen-Server bekommt genau einen Topology Server zugewiesen und teilt diesen auch allen Clients mit, die sich auf seiner Region befinden. Das hier beschriebene Verfahren zum Zusammenschluss von Regionen wird ergänzt durch das Konzept der bidirektionalen Links, das bereits aus Croquet bekannt ist. Die Tore dieser Links können beliebig innerhalb einer Region platziert werden und sichern den Übergang in andere Inseln.

## 4 Implementierung und Validierung

Um die hier vorgeschlagenen Konzepte für das Web 3D zu validieren, wurden Client und Server prototypisch in Java implementiert. Ziel der Validierung ist dabei zunächst nur der Nachweis der Realisierbarkeit der vorgeschlagenen Konzepte. Eine quantitative Bewertung hinsichtlich Performance und Skalierbarkeit soll in weiterführenden Arbeiten erfolgen, da dazu zunächst noch umfangreiche Entwicklungsarbeiten benötigt werden. In der hier vorgestellten ersten Version des Systems wurde zur Visualisierung der virtuellen Welt die Java-Bibliothek Java3D [Ja08] genutzt. Client und Server kommunizieren über eine Socket-Verbindung und serialisierte Objekte miteinander. Die Java-Objektserialisierung soll in einer späteren Ausbaustufe durch ein XML-basiertes Protokoll ersetzt werden, so dass auch die Implementierung von Nicht-Java-Clients möglich wird.



**Abbildung 3: Screenshot mit Avataren und PowerPoint-Präsentation**

Im Gegensatz zur Web-Architektur, wo verschiedene GET-Requests der Clients separat ausgeführt und anschließend die Verbindung wieder getrennt wird, wird in der Implementierung unseres Web-3D-Prototypen mit permanenten Verbindungen gearbeitet, die solange aktiv bleiben, wie sich der Nutzer mit seinem Avatar in dem von dem jeweiligen Server verwalteten Teil der virtuellen Welt befindet.

Die Darstellung der virtuellen Welt mit Java3D beruht auf dem Konzept eines Szenegraphen. Dieser besitzt eine baumartige Struktur und beinhaltet hauptsächlich Informationen über die Lage und das Aussehen der Objekte innerhalb des so genannten virtuellen Universums. Ein *VirtualUniverse* genanntes Objekt bildet den Wurzelknoten dieses Baumes, an den über den Umweg eines *Locale*-Objektes einzelne *BranchGroup*-

Objekte angehängt werden können. Diese fungieren wiederum als Container für mehrere *TransformGroup*-Objekte, die eine Verschiebung oder Rotation der darunter liegenden 3-dimensionalen Shapes im virtuellen Raum beschreiben.

Auf der Basis der vorgestellten Referenzimplementierung wurden verschiedene Tests mit bis zu 250 Avataren zur Validierung der in Abschnitt 3 beschriebenen Konzepte (Aufteilung und Zusammenschluss von Regionen) erfolgreich durchgeführt. Des Weiteren wurde eine einfache kollaborative Anwendung entwickelt, die die Nutzbarkeit der Plattform für Zusammenarbeit im Web 3D nachweisen soll. Abbildung 3 zeigt einen Screenshot des Systems mit mehreren Avataren auf einer Region, die gemeinsam eine PowerPoint-Präsentation betrachten. Jeder Avatar entspricht einer Client-Anwendung. Ein Nutzer kann auf die Präsentation klicken und die Folien weiterschalten sowie die Präsentation selbst im Raum bewegen. Änderungen werden dabei für alle Clients sofort sichtbar. Obwohl die grafische Darstellung für den möglichen kommerziellen Einsatz noch verbessert werden muss, zeigt diese Beispielanwendung doch bereits das Business-Potential der Lösung, auf das im Folgenden näher eingegangen werden soll.

## **5 Businessrelevanz**

Ob sich das Thema Virtuelle Welten auf dem Massenmarkt durchsetzen wird und ob sich ein weltweites Web 3D in Ergänzung zum WWW etabliert, hängt massiv mit den Möglichkeiten zusammen, aus der Technologie Geschäft zu generieren.

Bei der Betrachtung zu unterscheiden sind einerseits die unterschiedlichen Akteure und andererseits die verschiedenen Einsatzfelder. Auf Seiten der Nutzer muss sich ein deutlicher und dauerhafter Mehrwert einstellen. Für die Anbieter muss sich ein signifikanter monetärer Nutzen ergeben. Um Nutzer dauerhaft zu binden, müssen Anbieter immer deren Bedürfnisse im Auge haben, wenn sie innerhalb der verschiedenen Einsatzfelder nach Businessmodellen suchen.

Die Nutzer können wiederum in Businessnutzer und Privatanutzer aufgeteilt werden. Für die Unternehmen bieten sich mit 3D-Welten auch Innovationen, die für Businessnutzer zu neuen Arten des Arbeitens führen [ED08]. Innovationen sind nicht nur bei Produkten und Services möglich, sondern auch bei Geschäftskultur, -organisation und -prozessen.

Gemäß [MM07] sind bei den technologischen Einsatzfeldern von virtuellem Business die verschiedenen Beziehungen zwischen realen und virtuellen Welten zu betrachten. Das Feld real-virtuell enthält Anwendungen, bei denen ein Transfer von der Realwelt in die 3D-Virtualität stattfindet. Modelle aus komplexen Anwendungen werden visualisiert und teilweise auch modifizierbar gemacht. Services klassischer Webschnittstellen werden innerhalb der 3D-Umgebung konsumiert. Im Nutzungsfeld virtuell-real finden sich die Funktionalitäten wieder, bei denen in der Virtualität erzeugte Daten in die

Realwelt zur Nutzung übertragen werden. Das dritte Feld für virtuelles Business besteht aus den Angeboten die in der 3D-Welt erzeugt und dort auch konsumiert werden.

Es gibt eine ganze Reihe verschiedener inhaltlicher Einsatzfelder mit Businessrelevanz, die nach [MM07] in die Bereiche 3D-Knowledge, 3D-Gaming, 3D-Info und 3D-Commerce unterteilt werden. [TT-Ops] ordnet diesen Bereichen die 10 wichtigsten Geschäftschancen virtueller Welten wie beispielsweise Zugang, Hosting, Kollaboration und Kommunikation, 3D-Wissensmanagement oder Handelsplattformen zu.

Um die genannten Einsatzfelder implementieren zu können, ergeben sich eine Reihe von Anforderungen an eine Web-3D-Plattform. Wie eingangs erwähnt, sind dies zunächst die drei Probleme der mangelnden Integration verschiedener Welten, der ungenügenden Skalierbarkeit, sowie fehlender Dezentralisierung.

Die gegenwärtige Situation in Bezug auf Integration erinnert noch an die Anfänge des Webs. In [TR07] steht dazu:

*”Virtuelle Welten sind heutzutage noch immer so genannte ‘Walled Gardens’. Ihre 3D-Landschaften sind ähnlich abgegrenzt, wie früher die Angebote von AOL, CompuServe oder T-Online, die einst die Prä-Internet-Ära untereinander aufteilten.“*

Das zweite Problem der Skalierbarkeit stand beispielsweise einer Marketingrelevanz in Second Life bisher entgegen; die Zahl der pro Marketingaktivität erreichbaren Nutzer war meistens zu gering. Ein System mit Businessrelevanz muss frei skalierbar sein, um Lastspitzen abfangen zu können, auch wenn diese nicht prognostizierbar sind.

Der dritte Aspekt der Dezentralisierung, der in diesem Artikel behandelt wurde, ist besonders wichtig für das Potential künftiger 3D-Welten. Nur wenn es gelingt, den Vorgang der Etablierung einer neuen 3D-Welt genauso einfach zu machen, wie die Integration einer neuen Website in das WWW, wird eine kritische Masse an Anbietern für das Web 3D erreicht werden.

Daneben ist es für die Verbindung zwischen Realwelt und virtueller Welt (wobei hier das WWW zur Realwelt zählt) unabdingbar, dass größtmögliche Integration mit dem WWW und seinen Anwendungen sowie externen 3D-Modellen gegeben ist. Webapplikationen können dann in virtuellen Szenarien genutzt werden und so Content und Funktionalitäten liefern oder nutzen. Die Integration von bestehenden 3D-Modellen liefert ein großes Feld von Geschäftsmöglichkeiten, da damit bestehende Objekte wiederverwendet werden können und auch nach ihrem Aufenthalt in der virtuellen Welt wieder in ihren ursprünglichen Prozessen eingesetzt werden können.

Für den virtuellen Handel, die Kommunikation und die Integration von businessrelevanten Daten innerhalb von 3D-Welten ist es von besonderer Bedeutung, dass die Informationssicherheit, respektive Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit,

---

gewährleistet ist. Um Geschäftsvorgänge juristisch bindend zu tätigen, muss darüber hinaus die Authentizität und die Verbindlichkeit garantiert werden.

Aus technologischer Sicht muss es für Unternehmen möglich sein, die 3D-Welt hinter einer Firewall zu nutzen. Diese sichere Zone sollte entweder isoliert betrieben werden können oder eine Verbindung zum öffentlichen 3D-Internet besitzen. Analog zu einem VPN muss es möglich sein Regionen, die an verschiedenen geographisch entfernten Standorten betrieben werden, zu einer nahtlosen geschützten virtuellen Welt (VPW - Virtual Private World) zu verbinden.

Mit der Lösung der hier aufgezeigten Anforderungen bieten sich zukünftig eine Unmenge von businessrelevanten Einsatzmöglichkeiten für virtuelle Welten bzw. das Web 3D.

## **6 Zusammenfassung und Ausblick**

Die Betrachtungen des Artikels haben gezeigt, dass virtuelle Welten über das kurzzeitige Interesse in den vergangenen Jahren hinaus eine hohe Relevanz als Informations- und Kollaborationsplattform der Zukunft besitzen. Sowohl durch den Einsatz als Kollaborationsplattform in global verteilten Unternehmen als auch durch das Hosting von Servern virtueller Welten können sich neue Geschäftsfelder ergeben.

Wesentliche Gründe für den bisher noch nicht erreichten Durchbruch virtueller Welten sind fehlende Integration, Skalierbarkeit und Dezentralisierung heute verfügbarer Plattformen. Die hier vorgestellte Lösung stellt einen ersten Schritt in Richtung neuer Architekturkonzepte für Plattformen und Standards des Web 3D dar. Die anhand der ersten Referenzimplementierung durchgeführten Tests zeigen das Potential der Lösung, auch wenn noch weitergehende Entwicklungsarbeiten nötig sind. In künftigen Arbeiten soll neben der Skalierbarkeit vor allem der Kollaborationsaspekt weiter vertieft und untersucht werden. Während sich momentan das Web 2.0 als universelle Plattform für zeitlich asynchrone Kollaboration durchsetzt, besitzt das Web 3D aufgrund seiner speziellen Eigenschaften hohes Potential als Plattform für Echtzeitkollaboration im Internet.

## **Literatur**

- [Act07] Active Worlds Inc.: Home of the 3D Internet, Virtual Worlds and Community Chat, <http://www.activeworlds.com/index.asp>, 2007.
- [Dow07] Dowideit, A., Das Land im Computer, Die Welt, 26. Juli 2007.
- [DS03] Smith, D., Kay, A., Raab, A., Reed, D. P., Croquet – A Collaboration System Architecture, First Conference on Creating, Connecting and Collaborating Through Computing, Kyoto, Japan, 2003.

- [ED08] Driver, E., Web3D: The Next Major Internet Wave, Forrester Research, 2008.
- [HiP07] HiPiHi.com, HiPiHi - What is HiPiHi, [http://hipihi.com/index\\_english.html](http://hipihi.com/index_english.html), 2007.
- [Ho05] Hofmann, M., Beaumont, L. R., Content Networking - Architecture, Protocols, and Practice, Elsevier / Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, CA, USA, 2005.
- [Ja08] Java SE Desktop Technologies – Java 3D API, <http://java.sun.com/javase/technologies/desktop/java3d/>, 2008.
- [Lob07] Lober, A., Virtuelle Welten werden real – Second Life, World of Warcraft & Co.: Faszination, Gefahren, Business, Dpunkt Verlag, 2007.
- [Mak07] Makena Technologies Inc., There - the online world that is your everyday hangout, <http://www.there.com/>, 2007.
- [MM07] Schroll, W., Neef, A., Was kommt nach Second Life?, Manager-Magazin, <http://www.manager-magazin.de/it/artikel/0,2828,481775,00.html>, 2007.
- [Mo87] Mockapetris, P., Domain Names – Concepts and Facilities, RFC 1034, IETF Network Working Group, 1987.
- [Ni97] Nielsen, J., Zipf Curves and Website Popularity, <http://www.useit.com/alertbox/zipf.html>, 1997.
- [RC07] Casati, R., Matussek, M., von Uslar, M., Alles im Wunderland, Der Spiegel, 8/07, 150-162, 2007.
- [SL08] Second Life: Offizielle Website der virtuellen 3D-Online-Welt, <http://de.secondlife.com/>, 2008.
- [The07] The Multiverse Network, Multiverse, <http://www.multiverse.net/>, 2007.
- [TR07] Naone, E., Bewegungsfreiheit zwischen virtuellen Welten, Technology Review, <http://www.heise.de/tr/Bewegungsfreiheit-zwischen-virtuellen-Welten--/artikel/98792>, 2007.
- [TT-Ops] Tristan's Insights, Top 10 Opportunities in Virtual Worlds, <http://www.tnl.net/blog/2006/08/18/top-10-opportunities-in-virtual-worlds/>, 2006.
- [VW08] Virtual Worlds Review, <http://www.virtualworldsreview.com>, 2008.
- [Wag07] Wagner, M., Inside Second Life's Data Centers, Information Week, <http://www.informationweek.com/news/software/hosted/showArticle.jhtml?articleID=197800179>, 2007.
- [WW08] World of Warcraft Community Site, <http://www.worldofwarcraft.com>, 2008.