

Gaming in the Cloud: a Survey

Sebastian Neubauer

Betreuer: Daniel G. Raumer, Paul Emmerich
Seminar Future Internet SS2015

Lehrstuhl Netzarchitekturen und Netzdienste
Fakultät für Informatik, Technische Universität München
Email: sebastian.neubauer@tum.de

KURZFASSUNG

In der heutigen Zeit entwickelt sich die Hardware für die Unterhaltungsbranche in einem rasanten Tempo stetig weiter. Konsequenz dieser Entwicklungen ist eine kontinuierlich steigende Erwartungshaltung von Nutzern gegenüber Spielen, ebenso wie stets ansteigende Anforderungen, die digitale Spiele an ihre Nutzer und Hardware stellen. Ununterbrochene Entwicklungen und die damit verbundenen Neuanschaffungen sind kostenintensiv. Hier stellt sich die Frage nach Möglichkeiten der Kostenspirale zu entkommen ohne auf den Komfort aktueller Spiele verzichten zu müssen. Eine mögliche Alternative zu konventionellem Gaming bildet das Konzept des Cloud Gamings. Verschiedenste Anbieter haben das Potenzial bereits erkannt und haben sich mit verschiedenen Cloud Gaming Diensten auf dem Markt positioniert. Trotz der wachsenden Zahl an Angeboten und den Vorteilen, die Cloud Gaming bietet, bildet dieses Konzept bisher nur ein Nischenprodukt und konnte sich nur unter bestimmten Voraussetzungen als echte Alternative positionieren. Die folgende Arbeit zeigt diese Voraussetzungen und gewährt einen komprimierten Einblick in das Konzept des Cloud Gamings.

Schlüsselworte

Cloud Gaming, cloudgaming, gaming in the cloud, Gaming Anywhere, OnLive

1. EINLEITUNG

Gaming erfreut sich einer hohen Popularität. Mögliche Gründe hierfür sind vielfältiger Natur, Fakt ist, dass mehr als 34 Mio. Menschen in Deutschland regelmäßig digitale Spiele spielen. Dies entspricht knapp der Hälfte aller Deutschen. Der Umsatz für Spiele, Hardware, Zusatzangebote und virtuelle Güter verzeichnete im Jahr 2014 einen Umsatz von rund 2,6 Mrd. Euro [5]. Im Jahr 2013 verzeichnete der amerikanische Markt für digitale Spiele einen Umsatz 21,53 Mrd Dollar, hier konsumieren mehr als 56% regelmäßig digitale Spiele [12]. Weltweit prognostiziert das Beratungsunternehmen Garter einen Gesamtmarkt von 111 Milliarden Dollar [11].

Diese Zahlen zeigen das Potential dieser Branche. Der Markt unterliegt einem rasanten, stetigen Wandel: Spiele und Hardware entwickeln sich ununterbrochen weiter. Neue leistungsstarke Hardware ermöglicht den Spieleentwicklern eine detaillierte Gestaltung der Spiele. Dies bedeutet unter anderem eine größere Weltenvielfalt für den User. Spielwelten werden größer, detailreicher, komplexer und realer. Wichtige

Anteile in diesem Prozess haben die Hardware selbst und die Spieleentwicklung. Sie stehen in einer gegenseitigen Erwartungshaltung. Die Hardware fordert auf der einen Seite die Entwicklung der Spiele. Auf der anderen Seite forciert die Spieleentwicklung die Hardwareentwicklung, da aufgrund verbesserter Technologien und den dadurch erreichbaren Möglichkeiten die Erwartungshaltung an neue Spielen steigt.

Die stetige Verbesserung der Hardware und die wachsenden Anforderungen, die neu veröffentlichte Spiele an die Hardware stellen, erfordern ein regelmäßiges Aufrüsten der eigenen Hardware, um Spiele in bestmöglicher Qualität zu spielen. Der benötigte Speicherplatz erreicht bei aktuellen Spielen mehrere Gigabyte, dazu kommen große Arbeitsspeicher, leistungsfähige Prozessoren und starke Grafikkarten. Für das kürzlich erschienene Battlefield Hardline werden 60 Gigabyte Festplattenspeicher, 8 Gigabyte Arbeitsspeicher, Ein Quad- oder Sixcore Prozessor und 3 Gigabyte Grafikspeicher empfohlen [7].

Ein Vielzahl der Nutzer bezieht die Software mittlerweile als online Download [5]. Darüber hinaus erfordern viele Spiele bereits eine permanente Internetverbindung oder bieten nur noch einen online Multiplayer. Cloud-basierte Lösungen setzen hier an. Unter Cloud Diensten versteht man die Auslagerung der eigenen Daten, einzelner Berechnungen bis hin zu kompletter Software in externe Rechenzentren. Hier haben sich Technologien wie Software as a Service und Platform as a Service etabliert. Aus diesen Cloud-basierten Umsetzungen ist in den vergangenen Jahren das Cloud Gaming entstanden. Die folgende Arbeit erklärt das Cloud Gaming Prinzip und geht auf bereits existierende Umsetzungen und Herausforderungen ein. Es werden verschiedene Cloud Gaming Anbieter und eine Open Source Lösung vorgestellt. Dazu wird ein Vergleich zwischen Cloud Gaming und dem konventionellem Gaming gezogen.

2. DAS CLOUDGAMING PRINZIP

Die Idee des Cloud Gaming basiert auf dem Software as a Service Prinzip. Hierbei werden einzelne Softwarekomponenten ausgelagert und auf externen Servern betrieben. Verantwortlich für die entsprechende Soft- und Hardware ist der Betreiber der Server der den Zugriff mittels standardisierter Schnittstellen ermöglicht [14, S.34]. Cloud Gaming stellt eine in erster Linie einfache Art des Software as a Service Prinzip dar. Die Game-Server hosten die verfügbaren Spiele und senden den Audio und Video Stream an den Client. Hierbei kann zwischen zwei möglichen Ansätzen unterschieden

werden [3]. Beim Image-Based Cloudgaming wird das Spiel als live Videostream auf den Client übertragen, sämtliche Berechnungs- und Renderingvorgänge werden vom Server ausgeführt.

Das Instruction-Based Cloudgaming Verfahren lässt den Server grafische Informationen übertragen, welche durch den Client verarbeitet und gerendert werden müssen (vgl. Abschnitt 3.2 Gaming Anywhere). Von der Seite des Clients, werden in beiden Verfahren sämtliche Benutzereingaben (Maus, Tastatur, Touch) an den Server gesendet, dieser verarbeitet die neuen Informationen und setzt diese im Spiel um. Durch die Auslagerung auf externe Server, ist je nach genutztem Verfahren die nötige Leistung der Clients sehr gering. Dies ermöglicht es mit verschiedenen Endgeräten von beliebigen Standorten auf Spiele und Speicherstände zuzugreifen. Anbieter wie Onlive, StreamMyGame und GaiKai verwenden das Image-Based Cloud Gaming [3].

Beim Image-Based Cloud Gaming ist aufgrund der angesprochenen Auslagerung der Installation und Berechnung des Spiels und der damit einhergehenden niedrigen Anforderungen an die lokale Hardware ein Thin Client, der in der Lage ist, die empfangenen Informationen zu decodieren und auf einem Bildschirm darzustellen ausreichend. Neben PCs kommen so ebenfalls Notebooks, Tablets, Smartphones sowie TV-Geräte als mögliche Clients in Frage.

Cloud Gaming unterscheidet sich hier von Games on Demand und Browserspielen. Ein Großteil der Browserspiele sind Client seitige Browser-spiele welche eine Installation im Hintergrund ausführen und die Berechnung des Spiels lokal erfolgen lässt. Auch Games on Demand Anbieter stellen lediglich die Installationsdateien auf Abfrage online bereit. Eine lokale Installation ist weiterhin erforderlich.

2.1 Voraussetzung der Anwender

Wie in Abschnitt 2 bereits erwähnt, sind die Hardwarevoraussetzungen für Clients im Cloud Gaming gering. Aufwendige Installationen auf die lokal Festplatte, sowie leistungsstarke Grafikkarten, Prozessoren oder große Arbeitsspeicher werden überflüssig [23]. Dies ermöglicht es Spiele mit hohen Hardwareanforderungen auf Geräten zu spielen die bereits technisch überholt oder gar nicht erst für diese Art von Anwendungen konzipiert wurden. Verschiedene Anbieter bieten Set Top Boxen an, die das Cloud Gaming auf TV Geräten ermöglicht. Zusätzlich rücken Tablets und Smartphones in den Fokus der Spieler. Diese mobilen Geräte sind durch ihre Systemarchitektur nicht für aufwendige Spiele ausgelegt, die für leistungsstarke PCs konzipiert wurden. Entscheidende Unterschiede sind beispielsweise die Architektur des Prozessors und fehlende oder zu schwache grafische Prozessoren. Durch die geringen Größen mobiler Geräte spielt auch die thermische Belastbarkeit und Akkukapazität eine Rolle.

Um als Cloud Gaming Client in frage zu kommen, muss die eingesetzte Hardware muss im Grunde nur in der Lage sein, den eingehenden Audio- und Videostream in Echtzeit zu decodieren und darzustellen. Hierzu wird je nach verwendetem Endgerät noch ein Bildschirm benötigt. Darüber hinaus ist die Qualität und Geschwindigkeit der Breitbandverbindung entscheidend. Die von Cloud Gaming Anbi-

etern empfohlene Breitbandverbindung beträgt mindestens 3 Mbps [21, 23]. In verschiedenen Studien [3, 9] wird dies bestätigt und gezeigt, dass die Breitbandverbindung über einen stabilen Downlink von 3-5 Mbps verfügen muss, um ein flüssiges Spielerlebnis zu garantieren. Verschieden Anbieter bieten dem User die Möglichkeit eine eigene Cloud Gaming Umgebung aufzubauen. Je nach Anwendungsfall ist eine Breitbandverbindung nicht zwingend erforderlich. Das eigene Netzwerk reicht beispielsweise aus um innerhalb seiner Wohnung über das TV Gerät oder vom Tablet aus auf die eigenen Spiele zuzugreifen.

2.2 Infrastruktur der Anbieter

Genauere Informationen zu der Infrastruktur der Anbieter waren im Rahmen dieser Arbeit nicht zugänglich. Wie Cloud Gaming umgesetzt werden kann wird im folgend mit Unterstützung verschiedener Beispiele beschrieben.

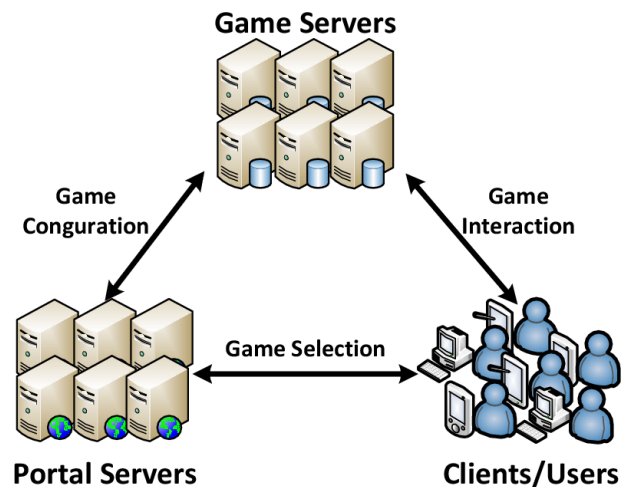


Abbildung 1: Infrastruktur eines Cloud Gaming Dienst (Abbildung aus [9]).

Der Anbieter stellt dem Nutzer mittels einfachem Portal-Server den Zugang zur Spielbibliothek bereit. Über das Bereitgestellte Portal, startet der Nutzer das gewünschte Spiel. Der Portal-Server dient hierbei zur Vermittlung zwischen Spieler und Game-Server. Ist diese Verbindung einmal aufgebaut erfolgt die weitere Kommunikation direkt zwischen dem Client und dem Game-Server (siehe Abbildung 1). Ausgeführt wird das Spiel auf einem Game-Server. Um mehreren Spielern zeitgleich einen Zugang zu ermöglichen stehen mittels Virtualisierung mehrere Instanzen zur selben Zeit zu Verfügung. NVIDIA bietet mit der GRID Technologie die Möglichkeit bis zu 24 Instanzen simultan auszuführen [15].

OnLive verwendet der Untersuchung [6] zufolge pro Spieler einen einzelnen Server. Jeder Server in den OnLive Rechenzentren verfügt über einen Teil der angebotenen Spiele. Die einzelnen Spiele werden nach ihrer Popularität gewichtet und mittels einem "worst-fit binpacking" Algorithmus auf den Servern verteilt. Um die Gesamtverzögerung zwischen Nutzereingabe und Spielreaktion möglichst gering zu halten, spielt neben der Hardware der Server auch die Verzögerung durch das Senden der Daten über das Netzwerk bzw. das Internet eine große Rolle [3]. Eine zu große Entfernung

zum Rechenzentrum erhöht diese Verzögerung. Aus diesem Grund sollte stets das geographisch nächstgelegene Rechenzentrum gewählt werden.

2.3 Umsetzung

Gängigen Cloud Gaming Lösungen basieren auf dem Image-Based Prinzip (vgl. Abschnitt 2). Dies bedeutet, dass sämtliche Rechenoperationen auf dem Server stattfinden und der Client lediglich zur Eingabe der Nutzerinteraktionen und zur Ausgabe des Audio und Video Signals dient. Realisiert wird dies, indem auf Seiten des Servers so in das Spiel eingegriffen wird, dass es möglich ist, die Audio und Video Erfassung zu codieren und an den Client zu senden. Eine gängige Variante ist der Einsatz des Standard Video Codecs H.264 [26] der die vom Spiel erzeugten Bilder komprimiert und so das Streaming per Internet oder Netzwerk ermöglicht. Der H.264 Codec zeichnet sich durch eine hohe Kompressionsrate und gute Konfigurationsmöglichkeiten für Echtzeit Anforderungen aus [20]. Auf der anderen Seite müssen alle Nutzereingaben, welche Client-seitig getätigt werden an das Spiel übertragen und vom Server so in das Spiel eingebunden werden, als ob die Eingaben direkt im Spiel erfolgt. In Unterpunkt 3.2 wird anhand des Gaming Anywhere Beispiels eine mögliche Variante, wie sowohl Server- als auch Client-Seitig in das Spiel eingegriffen werden kann näher erläutert.

2.4 Herausforderungen

Die größte Herausforderung des Cloud Gamings ist es, dem Spieler das selbe Spielerlebnis zu bieten wie wenn das Spiel lokal installiert wäre. Hierzu gibt es verschiedene Studien [9, 3, 2, 1, 8] die die Qualität des Cloud Gamings gemessen und ausgewertet haben. Entscheidend für ein flüssiges Spielgefühl ist die Zeit von der Interaktion des Spielers bis zur Reaktion im Spiel (Latenz). Diese hängt bei lokal ausgeführten Spielen von der Leistung der Hard- und Software ab ab. Da beim Cloud Gaming das Spiel jedoch auf einem externen Server ausgeführt wird spielen bei der Entstehung der Latenz weitere Faktoren eine Rolle. Hierzu wurden für die Ausarbeitung in [3] verschiedene Messungen durchgeführt und die Zeit der Verzögerung als Response Delay (RD) benannt. Dieser Wert ist definiert als Summe der Zeit, die zur Übertragung der Signale vom Client zum Server und zurück benötigt wird (Network Delay (ND)) und der Zeit die der Server benötigt die empfangen Informationen an das Spiel weiter zu leiten und die aktualisierten Audio und Video packte zu codieren (Processing Delay (PD)). Dazu kommen die Zeiten, die das Spiel benötigt die Nutzereingaben umzusetzen und das Spiel zu rendern (Game delay (GD)), sowie die Zeit die vom Client benötigt wird die vom Server gesendeten Informationen zu empfangen, decodieren und auf dem Bildschirm auszugeben (Playout delay (OD)).

Somit gilt:

$$RD = ND + PD + GD + OD$$

Je nach Spielart, haben Spieler unterschiedliche Anforderungen First Person Shooter beispielsweise erfordern eine Latenz die 100 Millisekunden nicht überschreiten sollte [2]. Eine größere Verzögerung könnte bereits Nachteile für den Spieler mit sich bringen. Rollenspiele oder Echtzeit Strategiespiele dagegen sind in der Umsetzung der Eingaben des Nutzer

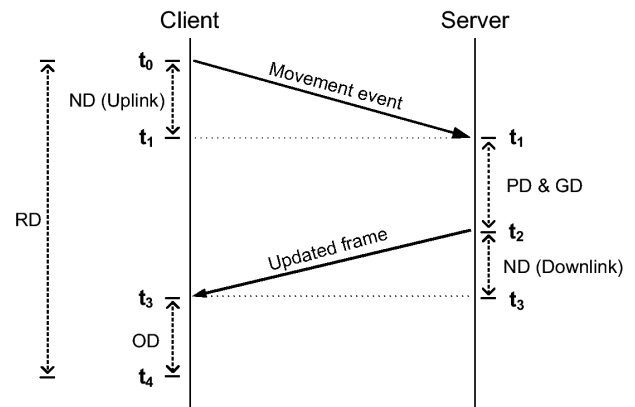


Abbildung 2: Darstellung des Response Delay (Abbildung aus [3])

deutlich flexibler. Die Ausführung [20] zeigt, dass diese Genres eine Latenz von bis zu 500 ms beziehungsweise 1000 ms zulassen. Dies begründet sich in der geringeren Spielgeschwindigkeit und Umsetzung von Aktionen innerhalb des Spiels. Die Untersuchungen in [1] zeigen jedoch, dass Spieler eine geringe Paketverlustrate von 0,1% und eine Latenz von 200 ms einer Latenz von 100 ms bei 1% Paketverlustrate vorziehen. Dies macht deutlich, dass neben den Verzögerung der Eingaben auch Paketverluste und die Qualität und Geschwindigkeit der Breitbandverbindung eine entscheidende Rolle spielen.

3. CLOUD GAMING ANWENDUNGEN

verschiedene Unternehmen haben das Potential des Cloud Gamings erkannt und bieten verschiedene Produkte am Markt an. Einen tieferen Einblick in die verwendeten Techniken der kommerziellen Anbieter zu erhalten ist oftmals nicht möglich. Aus diesem Grund können technische Hintergründe nur teilweise erläutert werden. In den folgenden Abschnitten wird auf verschiedene kommerzielle und ein Open Source Anbieter eingegangen.

3.1 Kommerzielle Anbieter

Onlive. Der im Jahr 2010 in den USA gestartete Cloud Gaming Dienst OnLive musste auf Grund der Übernahme von wichtigen teilen des Unternehmens durch Sony seinen Dienst zum 30.04.2015 einstellen [25]. OnLive bot, mit mehreren monatlich zu bezahlenden Paketen, die Möglichkeit, Spiele, die sich bereits lokal per Steam im Besitz des Users befanden über die Cloud zu spielen. Zusätzlich hatte der User, je nach bezahltem Paket, Zugriff auf eine über 250 Spiele umfassende Bibliothek. Darüber hinaus ermöglichte das OnLive Game System mittels Set-Top-Box das Cloud Gaming ebenfalls auf dem TV. OnLive verfügte über mehrere geographisch verteilte Rechenzentren. Meldet sich ein Spieler am OnLive Portal-Server an wurde das Rechenzentrum mit der geringsten Entfernung gewählt. Die von OnLive angebotenen Spiele waren in unterschiedlichen Kombinationen nach dem in Punkt 2.3 erläuterten Verfahren auf den Servern installiert. Der Spieler wählte ein Spiel aus und bekam vom Portal-Server einen für die Dauer der Sitzung eigenen Spielservers zugewiesen [6]. Dies und die optimale Zuordnung

des Rechenzentrums sollten ein gutes Spielerlebnis und eine hohe Spielqualität ermöglichen. Finkel et al. zeigt in seinem Paper [6] neben der Umsetzung von OnLive ebenfalls, dass die Methode in der die Spiele auf den Servern verteilt sind eine hohe Verfügbarkeit gewährleisten, jedoch einen hohen Bedarf an Speicherplatz benötigen.

NVIDIA. Mit der GRID Technologie hat NVIDIA eine eigene Hardware für Cloud Gaming Server entwickelt [16]. Mit 4 Grafikprozessoren unterstützt die GRID Technologie bis zu 24 simultane Anwender. NVIDIA vertreibt die Technologie und ermöglicht es Unternehmen eigene Cloud Dienste zu betreiben. Zusätzlich betreibt NVIDIA mit Hilfe der Amazon Cloud Infrastruktur einen eigenen Cloud Gaming Dienst. NVIDIAs GRID Cloud Gaming Dienst ist nur für Produkte aus der NVIDIA eigenen SHIELD Palette verfügbar. Darunter fallen neben einer stationären und einer tragbare Konsole auch ein Tablet. Der Beta Test umfasste Server in Kalifornien und User aus der ganze Welt. Da trotz der weiten Entfernung zu den Servern laut NVIDIA keine nennenswerten Probleme mit der Latenz auftraten, wird NVIDIA seinen Cloud Gaming Dienst weiter ausbauen [17]. Aktuell ist der Dienst in Deutschland noch nicht verfügbar.

Neben dem Cloud Gaming über NVIDIA Server, ermöglichen GeForce-GTX Grafikkarten das Streamen des Spiels vom PC des Users auf mobile Geräte. So wird der eigene PC zum Cloud Gaming Server. Dadurch sind dem User verschiedene Möglichkeiten gegeben. Innerhalb des lokalen WLAN kann über ein SHIELD Tablet auf den TV gestreamt werden oder von unterwegs mit einer Internetverbindung direkt auf die eigenen Spiele zugegriffen werden.

Sony. Mit den übernahmen der Cloud Gaming Dienste Gaikai im Jahr 2012 und OnLive im Jahr 2015 möchte Sony den Ausbau seines Cloud Gaming Dienstes Playstation Now weiter voran treiben. Dieser bietet Cloud Gaming Dienste für mehr als 100 Spiele für alle Sony Konsolen und bestimmte Smart TVs an. Empfohlen wird hierbei eine Breitbandgeschwindigkeit von 5-12Mbps [18].

StreamMyGame. Seit 2007 ist StreamMyGame auf dem Markt aktiv [21]. Es wird die passende Software für eine eigene Cloud Gaming Umgebung angeboten. Der heimische Spiele PC wird zum Cloud Gaming Server und sendet den Video- und Audio- Stream auf ein beliebiges internetfähiges Endgerät. Auf dem Server werden die Video Signale mittels OpenGL oder DirectX ausgelesen. Daraufhin werden sie komprimiert und an den Client gesendet. StreamMyGame unterstützt dazu eine Auswahl an verschiedenen Spielen. Zusätzlich bietet StreamMyGame die Möglichkeit, die Spiele aufzuzeichnen und der Community Zugang auf den eigenen Spielserver zu gewähren. In der kostenlosen Basisversion werden Auflösungen bis 640x480 unterstützt in zwei möglich Upgrades kann die Auflösung auf die maximale Auflösung der eigenen Geräte angepasst werden.

Cloud Union. Bisher ausschließlich in China verfügbar, verfügt Cloud Union nach eigenen Aussagen über 20 Millionen aktive Kunden. Der im Jahr 2008 gestartet Service verfügt über Partnerschaften mit verschiedenen Spielentwicklern und bietet neben einem Client auch eine Flash Lösung für seine Cloud Gaming Dienste an [4].

3.2 Gaming Anywhere

Proprietäre Anwendungen wie die im Unterabschnitt 3.1 genannten, bieten wenig Möglichkeiten genauere Informationen über deren Spezifikationen und Umsetzungen zu erhalten. Gaming Anywhere als Open-Source Projekt, ermöglicht einen tieferen Einblick in die Materie des Cloud Gamings.

Gaming Anywhere ist portabel aufgebaut und verfügt aktuell über Lösungen für verschiedene Betriebssysteme. Durch austauschen der Plattform-abhängigen Komponenten wie die Audio- und Video- Erfassung kann die Software für beliebige Betriebssysteme angepasst werden. Ziel der Cloud Gaming Plattform ist es, Entwicklern und Wissenschaftlern eine Plattform für Multimedia Streaming zu bieten [9]. Dieses Ziel wird durch eine transparente Konfiguration unterstützt. Sämtliche Konfigurationen werden von der Plattform bereit gestellt und lassen sich per Textdatei auf die gewünschte Situation anpassen. Gaming Anywhere stellt alle nötigen Softwarepakete zur Verfügung um einen Cloud Gaming Server sowie einen entsprechenden Client zu konfigurieren.

Das Gaming Anywhere Prinzip beinhaltet die Komponenten Client, Portal-Server und Game-Server. Der Client kommuniziert zu Beginn mit einem Portal-Server, dessen Aufgabe neben dem Anmeldevorgang darin besteht, dem User eine Auswahl an unterstützten Spielen anzubieten und nach erfolgreicher Auswahl die URL des Game Servers zu übermitteln (vgl. Unterabschnitt 2.2). Ab diesem Zeitpunkt läuft die weitere Kommunikation zwischen dem Game-Server und dem Client ab. Auf dem Server arbeitet ein Agent, der einerseits für die Codierung und Übertragung des Audio und Video Streams zwischen Server und Client verantwortlich ist, und andererseits die Interaktionen des Clients an das Spiel auf dem Server weiterleitet. Der Agent hakt sich je nach Spiel entweder als Thread in das Spiel ein oder läuft als eigener Prozess parallel zum Spiel.

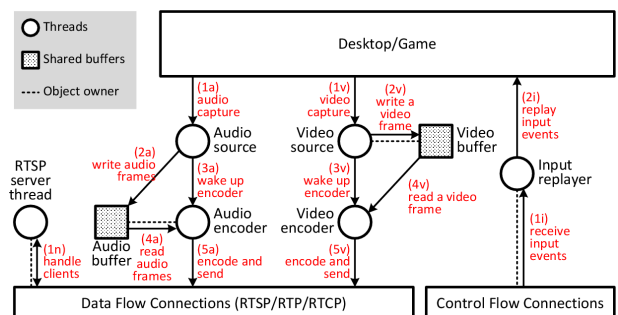


Abbildung 3: Modulaufbau des Cloud Gaming Server (Abbildung aus [10]).

Wie Abbildung 3 zeigt, beinhaltet der Agent vier Module, einen RSTP Server, jeweils eine Audio- und Videoquelle sowie einen input replayer. Alle Module werden beim Start des Agent ebenfalls gestartet. Der RSTP Server wartet auf Befehle vom Client und dient zu Kontrolle der Echtzeitübertragung [19]. Sobald ein Client verbunden ist, werden die Audio und Videoquellen aktiviert und starten die entsprechenden Encoder. Die Audio- und Videoquellen beginnen mit der Erfassung der A/V Frames. Die Frames werden durch die Encoder konvertiert und mittels RTP und RCTP über TCP und UDP Verbindungen an den Client gesendet [10]. Auf dem Client laufen zwei Arbeitsthreads. Einer verarbeitet und sendet die Nutzereingaben. Der andere leitet den vom Server gesendeten Audio und Video-Stream an die entsprechenden Decoder weiter. Durch die modulare Struktur ist Gaming Anywhere mit geringem Aufwand erweiterbar. Dies ermöglicht es, einzelne Komponenten wie Codecs und Netzwerkprotokolle nach Vorstellungen des Nutzers zu erweitern oder zu ersetzen.

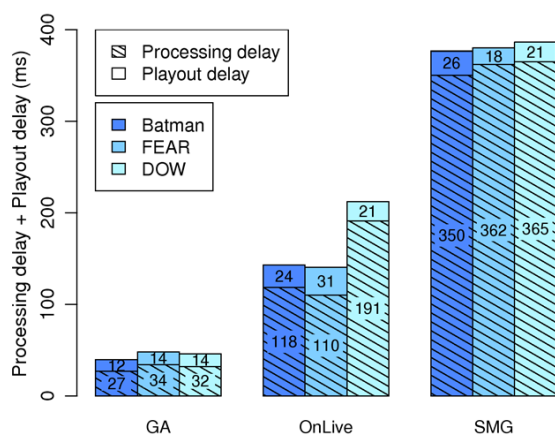


Abbildung 4: Gaming Anywhere im Vergleich (Abbildung aus [9]).

Im Vergleich zu kommerziellen Anbietern schließt Gaming Anywhere unter gleichen Voraussetzungen und Anforderungen bei Leistungstest in allen durch Huang et al. getesteten Punkten besser ab [9]. Abbildung 4 zeigt beispielsweise, dass Gaming Anywhere in dem bereits unter Punkt 2.3 angesprochen Process Delay 3 - 10 schneller als OnLive und StreamMyGame ist. Auch bei Videoqualität und benötigter Netzlast schließt Gaming Anywhere besser ab. Dies zeigt, dass Gaming Anywhere im Bereich des Encoding und Decoding sehr effizient arbeitet.

4. CLOUD GAMING VS. STATE OF THE ART

Cloud Gaming bietet im Vergleich zu konventionellem Gaming für Nutzer, Anbieter und Entwickler verschiedene Vor- aber auch Nachteile.

4.1 Vorteile

Aktuelle Video Spiele stellen hohe Anforderungen an die eingesetzten Endgeräte. Durch die stetige Entwicklung der Hardware verkürzt sich die Halbwertszeit der eigenen Geräte

schnell. Cloud Gaming ermöglicht es, aktuelle Spiele auf älterer oder nicht dafür ausgelegter Hardware zu spielen. Durch die Auslagerung der Installation und Berechnung des Spiels auf einen Cloud Gaming Server, entfällt die regelmäßige Aufrüstung der eigenen Hardware. Dadurch verlängert sich der Produktlebenszyklus der eingesetzten Konsole, oder der einzelnen Hardwarekomponenten des PCs beträchtlich. So spart der Nutzer die Kosten für Neuanschaffungen und schon ebenfalls die Umwelt [13, S.152]. Durch die Auslagerung des Spiels in die Cloud, hat der Nutzer die Möglichkeit, eine entsprechende Breitbandverbindung vorausgesetzt, von überall auf seine Spiele und Spielstände zuzugreifen. Ebenfalls spielt die Wahl des dafür verwendeten Endgeräts eine untergeordnete Rolle, da sich im Grunde jedes internetfähige Endgerät, welches die vom Server gesendeten Audio und Video Streams decodieren und darstellen kann, zur Verwendung eignet. Da auf dem lokalen Geräten keine Installation mehr nötig ist, sind die Möglichkeiten in das Spiel mittels Eingriff in die Konfiguration oder durch Zusatzsoftware zu manipulieren deutlich geringer. Den Spielentwicklern bietet die Verschiebung der Spiele auf einheitliche Server die Möglichkeit Kosten in der Entwicklung zu sparen, da die Spiele nicht mehr für eine Vielzahl an Hardware kompatibel sein muss, sondern speziell auf die einzelnen Server optimiert werden können. Zusätzlich wird durch die zentrale Vermarktung und den exklusiven Zugang über die Plattformen der Cloud Gaming Anbieter die Möglichkeit der Produktpiraterie wesentlich erschwert.

4.2 Nachteile

Eine Grundvoraussetzung ist eine stabile und schnelle Internetverbindung. Diese wird von den InternetServiceProvidern jedoch nicht garantiert. Regionen die nicht über die benötigte Qualität der Breitbandverbindungen verfügen sind vom Cloud Gaming ausgeschlossen. Zusätzlich wirkt sich der Trend [22, S. 210 ff.] in der Telekommunikationsbranche zurück zu volumenabhängigen Breitbandverträgen kontraproduktiv auf das volumenintensive Cloud Gaming aus. Durch das Abonnieren von Cloud Gaming Diensten fallen monatlich Kosten für die Nutzung der Spiele und den Cloud Gaming Service an. Dadurch erlangt der Spieler jedoch nie das Eigentum an den Spielen. Darüber hinaus ist er von den Cloud Gaming Anbietern und deren Existenz abhängig. Sollte ein Cloud Gaming Anbieter seinen Service einstellen oder einzelne Spiele nicht mehr unterstützen, verliert der Spieler nicht nur den Zugang zu den Spielen sondern verliert ebenfalls sämtliche Spielstände. Zusätzlich beschränkt sich der Zugang auf die Spiele die der Anbieter unterstützt. Sollte ein bestimmter Spielertitel nicht im Angebot des Anbieters vorkommen, ist der Spieler gezwungen ein zusätzliches Abonnement bei einem weiteren Cloud Gaming Anbieter abzuschließen. Spieler von Online Multiplayer Spielen könnte so unter Umständen nur noch innerhalb eines Cloud Gaming Anbieters mit- beziehungsweise gegeneinander spielen. Mit der Auslagerung der Spiele auf Server, wird den Spielern zudem die Möglichkeit genommen, die Spiele selbst weiter zu entwickeln (Modden) und so eine treue und aktive Community aufzubauen. Eine aktive Community hält Spiele länger am Leben und bietet so auch lange nach der eigentlichen Veröffentlichung noch Anreize das Spiel zu kaufen. Um ein möglichst störungsfreies und flüssiges Spielerlebnis zu gewährleisten, dürfen, wie in Unterpunkt 2.3 angesprochen,

die Entfernungen zwischen den Rechenzentren und den Spielern nicht zu groß sein. Dies würde die Verzögerung zwischen Nutzereingabe und Reaktion im Spiel vergrößern. Das einloggen und spielen auf "fremden" Servern ist somit fraglich.

5. AUSBLICK

Cloud Gaming kann neben den Anbietern, den Entwicklern und Spielern auch Internetserviceprovidern und den Betreibern von Rechenzentren einen Nutzen bieten. Im Vergleich zu konventionellen Spielen bietet Cloud Gaming einen unterschiedlichen Ansatz. Durch die Auslagerung der Hardware-intensiven Komponenten eines Videospieles, eröffnen sich aus verschiedener Sicht neue Möglichkeiten. Auf der einen Seite stehen die Hersteller und Publisher der Videospiele Industrie, die zum einen die bisherigen Zielgruppen noch umfangreicher mit Inhalten versorgen und darüber hinaus zusätzlich neue Zielgruppen erreichen können. zusätzlich können Punkte wie die geringeren Entwicklungskosten durch einheitliche Hardware der Server und die exklusive online Vermarktung zu deutlichen Wettbewerbsvorteilen werden. Dazu ist der Schritt der Cloud Gaming Industrie aus der Nische erforderlich. Die dazu nötige kritische Masse an Nutzern kann erreicht werden, indem weiter an den Herausforderungen die Cloud Gaming mit sich bringt gearbeitet wird und mögliche Eintrittshürden weiter gesenkt werden. Im speziellen darf das Spielerlebnis keine signifikanten Unterschiede zu einem lokal installiertem Spiel aufweisen. Vor allem die Kategorie First Person Shooter erfordert hier eine sehr schnelle Umsetzung der Nutzereingaben um so eine minimale Verzögerung im Spielverhalten zu gewährleisten. Auf der anderen Seite stehen die Nutzer. Neben den Einsparungen die durch die geringeren Hardwareanforderungen könnte der permanente Zugriff auf die eigenen Spiele und die geringeren Manipulationsmöglichkeiten ein wesentliches Argument für Cloud Gaming Dienste werden. Trotz der Vorteile die Cloud Gaming für Anbieter und Anwender mit sich bringt, ist fraglich ob Cloud Gaming das konventionelle Gaming ablösen wird. Hierzu muss der Breitbandzugang weiter verbessert und die Qualität der Breitbandverbindung gesichert werden. Zusätzlich muss sich die Bereitschaft der Nutzer zur monatlichen Zahlung weiter steigern. Eine Zusage der Nutzungsdauer der Spiele könnte hier eine Möglichkeit bieten. Sollten sich, ähnlich wie im Video on Demand Bereich, verschiedene Cloud Gaming Anbieter die exklusiven Rechte an einzelnen Spielen sichern, könnte sich dies negativ auf die Cloud Gaming Entwicklung auswirken, da potentielle Nutzer somit gezwungen wären unter Umständen mehrere Cloud Gaming Dienste zu abonnieren.

6. LITERATUR

- [1] Chen et al.: *How sensitive are online gamers to network quality?*, In Communications of the ACM, 2006, 49. Jg., Nr. 11, Seite 34-38, ACM New York, NY, USA, 2006
- [2] Chen, Kuan-Ta, et al.: *Measuring the latency of cloud gaming systems* In: Proceedings of the 19th ACM international conference on Multimedia, Seite 1269-1272, ACM New York, NY, USA, 2011
- [3] Chen et al.: *On the Quality of Service of Cloud Gaming Systems* In Multimedia, IEEE Transactions on (Volume:16 , Issue: 2), Seite 480 - 495, IEEE, Feb. 2014
- [4] *Cloud Union* <http://www.cloudunion.cn/> letzter Aufruf Mai 2015
- [5] *Deutscher Gesamtmarkt für digitale Spiele (inkl. Hardware)* <http://www.biu-online.de/de/fakten/marktzahlen-2014/gesamtmarkt-digitale-spiele/gesamtmarkt-digitale-spiele-2014.html> Letzter Aufruf Mai 2015
- [6] D.Finkel et al.: *Assignment of games to servers in the OnLive cloud game system* In Network and Systems Support for Games (NetGames), 2014 13th Annual Workshop on. IEEE, Seite 1-3, 2014
- [7] *Battlefield Hardline* http://www.battlefield.com/de_DE/hardline, Letzter Aufruf Mai 2015
- [8] Huang et al.: *Gaminganywhere: an open-source cloud gaming testbed* In Proceedings of the 21st ACM international conference on Multimedia, Seite 827-830, ACM New York, NY, USA, 2013
- [9] Huang et al.: *GamingAnywhere: An Open Cloud Gaming System* In Proceedings of the 4th ACM Multimedia Systems Conference, Seite 36-47, ACM New York, NY, USA, 2013
- [10] Huang et al.: *GamingAnywhere: The First Open Source Cloud Gaming System* In ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications and Applications, Vol 10, No 1s, Seite 36-47, ACM New York, NY, USA, 2013
- [11] *Gartner Says Worldwide Video Game Market to Total \$93 Billion in 2013* <http://www.gartner.com/newsroom/id/2614915>, Letzter Aufruf Mai 2015
- [12] *Industry Facts* <http://www.theesa.com/about-esa/industry-facts/>, Letzter Aufruf März 2015
- [13] F. Lampe: *Green-IT, Virtualisierung und Thin Clients : Mit neuen IT-Technologien Energieeffizienz erreichen, die Umwelt schonen und Kosten sparen* Vieweg + Teubner, Wiesbaden, 2010
- [14] C. Meinel: *Virtualisierung und Cloud Computing: Konzepte, Technologiestudie, Marktübersicht* Universitätsverlag Potsdam, Potsdam, 2011
- [15] *Nvidia Grid Grafikprozessoren - Technische Daten und Merkmale* <http://www.nvidia.de/object/cloud-gaming-gpu-boards-de.html> , Letzter Aufruf März 2015
- [16] *Instantly Play Amazing Games* <http://shield.nvidia.com/grid-game-streaming> , letzter Aufruf Mai 2015
- [17] *Nvidia's GRID cloud PC game-streaming service takes on Sony's PlayStation Now* <http://www.pcworld.com/article/2847752/nvidias-cloud-gaming-service-takes-on-sonys-playstation-now.html>, letzter Aufruf März 2015
- [18] *PlayStation Now* <https://www.playstation.com/en-us/explore/psnow/faq/?cid=psnow-logo-centered-threecolum-us-05jun14> letzter Aufruf Mai 2015
- [19] H.Schulrinne et al.: *rfc2326. Real Time Streaming Protocol* Available on <http://www.ietf.org/rfc/rfc2326.txt>, 1998

- [20] R. Shea, et al.: *Cloud gaming: architecture and performance* In Network, IEEE, 27. Jg., Nr. 4, Seite 16-21, 2013
- [21] *StreamMyGame Page*, <http://goo.gl/MfDr07>, letzter Aufruf März 2015
- [22] OECD: *OECD Communications Outlook 2013* OECD Publishing, 2013
- [23] *OnLive Customer Service* <http://goo.gl/vFdLvT> Letzter Aufruf März 2015
- [24] *OnLive Games on Demand* <http://www.onlive.com/> Letzter Aufruf März 2015
- [25] *OnLive Games on Demand* <http://www.onlive.com/> Letzter Aufruf Mai 2015
- [26] T. Wiegand et al.: *Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard*, In Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on (Volume:13 , Issue: 7) Seite 560 - 576, IEEE, July 2003