

Diplomarbeit

Mögliche Einstellungen von Soft- und Hardware Encodern zur Realisierung von IPTV und Broadcastapplikationen

ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades eines

„Diplom-Ingenieurs für technisch-wissenschaftliche Berufe“

am Masterstudiengang Telekommunikation und Medien

der Fachhochschule St. Pölten

unter der Erstbetreuung von

Dipl.-Ing. Thiemo Kastel

Zweitbegutachtung von

Mag. Markus Wintersberger

ausgeführt von

Georg Gmeiner-Froschauer

tm0710262013

St. Pölten, März 2009

Unterschrift

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere, dass

- ich diese Diplomarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im Inland noch im Ausland einem Begutachter oder einer Begutachterin zur Beurteilung oder in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Diese Arbeit stimmt mit der von den Begutachter/inne/n beurteilten Arbeit überein.

.....

Ort, Datum

.....

Unterschrift

Danksagung

Diese Diplomarbeit stellt den Abschluss meines Studiums an der Fachhochschule St. Pölten dar. Es ist mir ein großes Anliegen mich an dieser Stelle bei den Personen zu bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit und während meines Studiums unterstützt haben.

In erster Linie möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken. Sie waren es, die mir mein Studium und dadurch auch diese Arbeit ermöglicht haben.

Herr Dipl.-Ing.(FH) Thiemo Kastel, der mir als Betreuer dieser Arbeit bei allen Fragen zur Seite stand und durch Anregungen wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

Bedanken möchte ich mich auch bei meiner Freundin Geli, die mich während meines Studiums immer wieder motiviert und unterstützt hat.

Ein herzlicher Dank gilt auch meinem Studienkollegen Daniel, an den ich mich bei Fragen aller Art jederzeit wenden konnte.

Abstract

Internet Protocol Television (IPTV) is the convergence of television and Internet. It is the possibility to deliver digital video and audio data over data networks to households. This data are transmitted over the Internet.

The aim of the work is to define the conditions to send Web-TV signals from the University of St. Pölten. Furthermore the parameters for the video streaming are determined.

The theoretical part deals with the media from which IPTV has arisen, namely television and the Internet. Further, the technology, functionality and the set of codecs, which are used, are described. Moreover an overview over the current market situation of IPTV in Austria and other countries is given.

The practical part of this work deals with the possibility to stream a Web-TV signal from the video studio of the University of St. Pölten to a website. Further a video is coded with a hardware encoder that it can be distributed on a television station.

The results of the research and the experiments are that it is theoretically possible to stream a Web-TV signal to a website. The required settings and parameters have to be optimized and individually adjusted.

Kurzfassung

Internet Protocol Television (IPTV) ist die Medienkonvergenz von Fernsehen und Internet. Es ist die Möglichkeit digitale Video- und Audiodaten über Datennetzwerke, die über das Internet übertragen werden, an Haushalte zu liefern.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden, unter welchen Bedingungen es möglich ist, ein Web-TV Signal aus dem Videostudio der Fachhochschule St. Pölten zu senden und welche Parameter dabei beachtet werden müssen.

Der Theorieteil beschäftigt sich mit den Medien aus denen IPTV entstanden ist, nämlich Fernsehen und Internet. Weiteres wird die Technologie, Funktionsweise und die eingesetzten Codecs von IPTV näher beschrieben. Außerdem wird noch ein Überblick über die aktuelle IPTV Marktsituation in Österreich und anderen Ländern gegeben.

Der praktische Teil dieser Arbeit beschäftigt sich mit der Möglichkeit zur technischen Realisierung ein Web-TV Signal aus dem Videostudio der Fachhochschule St. Pölten auf eine Webseite zu streamen. Weiteres wird ein Video mit einem Hardware Encoder so codiert, dass es für die Distribution über einen Fernsehsender verwendet werden kann.

Aus der Recherche und den Versuchen resultiert, dass es für die Fachhochschule St. Pölten theoretisch möglich ist ein Web-TV Signal auf eine Webseite zu streamen und ein Video für die Distribution auf einem Fernsehsender zu codieren. Dazu müssen einige Einstellungen und Parameter der einzelnen Geräte beachtet und optimiert werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Theoretische Grundlagen	2
2.1	Fernsehen.....	2
2.1.1	<i>Geschichte.....</i>	<i>3</i>
2.2	Internet.....	6
2.2.1	<i>Geschichte.....</i>	<i>7</i>
2.3	Videoübertragungsformen.....	9
2.3.1	<i>Terrestrische Ausstrahlung</i>	<i>9</i>
2.3.2	<i>Satellitenübertragung</i>	<i>10</i>
2.3.3	<i>Kabelfernsehen</i>	<i>10</i>
2.3.4	<i>Neue Technologien.....</i>	<i>11</i>
3	IPTV	14
3.1	Definition.....	14
3.1.1	<i>Unterschied zwischen WebTV und IPTV.....</i>	<i>17</i>
3.2	Interaktives Fernsehen.....	18
3.3	Triple Play.....	19
3.4	Video und Audio Kompressionen.....	20
3.4.1	<i>MPEG Komprimierung</i>	<i>24</i>
3.4.2	<i>Windows Media Video Version 9</i>	<i>28</i>
4	IPTV Marktübersicht.....	30
4.1	Österreich.....	30

4.1.1	<i>inext.TV</i>	31
4.2	Frankreich.....	34
4.3	Deutschland.....	36
4.4	Hongkong	37
4.5	Zukunft des IPTV-Marktes	39
5	Praktische Tests an der Fachhochschule St. Pölten	42
5.1	Test mit Software Encoder	42
5.1.1	<i>Adobe Flash Media Live Encoder</i>	43
5.1.2	<i>Adobe Flash Media Server</i>	45
5.1.3	<i>Osprey-700e HD</i>	47
5.1.4	<i>Auswertung und Diskussion der Ergebnisse</i>	48
5.2	Test mit Hardware Encoder	51
5.2.1	<i>Exterity idaptor SDI Encoder</i>	52
5.2.2	<i>OnTheAir Video</i>	55
5.2.3	<i>AJA KONA 3</i>	56
5.2.4	<i>Auswertung und Diskussion der Ergebnisse</i>	57
6	Zusammenfassung.....	64
7	Anhang	66
7.1	Literaturverzeichnis.....	66
7.2	Quellenangaben aus dem Internet	67
7.3	Abbildungsverzeichnis.....	69
7.4	Tabellenverzeichnis	71

1 Einleitung

Aus den bekannten Medien Fernsehen und Internet hat sich in den letzten Jahren ein neuer Begriff entwickelt: IPTV. Fernsehen über das Internet ist durch die Konvergenz dieser beiden Medien möglich geworden. Ein neuer Distributionskanal für Fernsehstationen und für neue Anbieter am Markt hat sich daraus entwickelt. Zwar steckt diese Verbreitungsmöglichkeit von Videosignalen noch in den Kinderschuhen, aber in den nächsten Jahren werden sicher viele Länder den Beispielen von Frankreich oder Hongkong, in denen sich IPTV bereits durchgesetzt hat, folgen.

Die Fachhochschule St. Pölten beschäftigt sich sehr stark mit neuen Medien und es gibt bereits die Möglichkeit ein Videosignal über das Internet zu verbreiten. Die Grundvoraussetzungen für IPTV bzw. Web-TV sind also bereits gegeben und daraus ergab sich auch die zentrale Forschungsfrage dieser Arbeit:

„Unter welchen Bedingungen kann aus dem Videostudio der Fachhochschule St. Pölten ein Web-TV Signal gesendet werden und auf welche Parameter muss dabei geachtet werden?“

Mit dieser zentralen Frage beschäftigt sich hauptsächlich der praktische Teil dieser Arbeit. Dafür wurden im Videostudio der Fachhochschule St. Pölten Tests mit einer Software und einem Hardware Encoder durchgeführt.

Als theoretische Grundlage für die Arbeit wird die Entstehungsgeschichte dieses Mediums erläutert, daher befassen sich die ersten Kapitel dieser Arbeit mit den zwei Medien aus denen IPTV entstanden ist und versuchen folgende Fragen zu beantworten: Wie haben sich TV und Internet bis zum heutigen Stand entwickelt? In welcher Form ist IPTV durch die Konvergenz von Fernsehen und Internet entstanden? Wie sieht die aktuelle IPTV Marktsituation aus? Methodisch erfolgte die Recherche über das Internet und einschlägiger Fachliteratur. Außerdem hat sich die Firma Ocilion IPTV Technologies GmbH Informationen zu Ihrer technischen Realisierung von IPTV zur Verfügung gestellt.

Außerdem gibt die Arbeit einen Überblick über die Funktionsweise von IPTV, den verwendeten Technologien und den eingesetzten Codecs.

2 Theoretische Grundlagen

Lange Zeit waren Fernsehen und Internet zwei von einander getrennte Medien. In den letzten Jahren und auch in der Zukunft werden diese beiden Medien miteinander verschmelzen. Und eben durch diese Medienkonvergenz¹ ist es bereits möglich auf dem Fernseher im Internet zu surfen oder auf dem Computer zu fernsehen. Dies ist aber erst durch die Digitalisierung der Endgeräte möglich geworden. Um dieses Konvergenzprodukt IPTV besser zu verstehen, werden zuerst die einzelnen Medien näher betrachtet und danach wird im Detail auf das Medium IPTV eingegangen.

2.1 Fernsehen

Laut der Microsoft Encarta Online-Enzyklopädie ist *„Fernsehen die Echtzeitübertragung von bewegten und unbewegten Bildern durch elektronische Mittel über elektrische Übertragungsleitungen (Kabel) oder mittels elektromagnetischer Strahlung (Funkwellen)“* (o.V. Fernsehen, Microsoft Encarta Online-Enzyklopädie, 12.01.2009). Die Online Enzyklopädie Wikipedia bezeichnet Fernsehen als den *„technischen, ökonomischen und kulturellen Komplex, der sich um die Aufnahme von Bewegtbildern und Tönen an einem Ort, deren nahezu zeitgleiche oder zeitverzögerte Übertragung an einen anderen Ort sowie ihre dortigen Wiedergabe mit Hilfe eines Fernsehgerätes herum gebildet hat“* (o.V. Fernsehen, Wikipedia Die freie Enzyklopädie, 12.01.2009). Das Wort Fernsehen kommt vom griechisch-lateinischen Wort Television (gr. tele = fern, lat. Videre = sehen).

Das Fernsehen wird meistens zur Unterhaltung, zur Informationsbeschaffung, zur Bildung oder auch zur Meinungsbildung der Bevölkerung genutzt. Von der Wirtschaft wird es hauptsächlich zur Verbreitung ihrer Werbung eingesetzt.

¹ Als Medienkonvergenz bezeichnet man in der Publizistik, im Rundfunkrecht und in der Kommunikationswissenschaft die Annäherung verschiedener Einzelmedien entweder in Bezug auf wirtschaftliche, technische oder inhaltliche Aspekte. Vgl. o.V., Medienkonvergenz, Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, 12.01.2009, <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Medienkonvergenz&oldid=52919852>

Für die Übertragung des Fernsehens gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Mittels terrestrische Netze,
- Satelliten,
- Kabelfernsehen über Kabelverteilernetze,
- über das Internet und
- über das Mobilfunknetz.

Neben dem analogen Fernsehen gibt es auch noch die Möglichkeit des digitalen Fernsehens (DVB = Digital Video Broadcasting), wobei einer der größten Unterschiede zum analogen Fernsehen darin liegt, dass das digitale Fernsehen über einen Rückkanal verfügt. Das digitale Fernsehen wird das Analoge schon bald komplett verdrängt haben. In der EU ist die Analogabschaltung bereits für 2012 geplant und in anderen Ländern bis 2015. Größere Übertragungskapazität und geringere Kosten bei geringerer Störanfälligkeit sind die wichtigsten Argumente für die Umstellung.

Wer finanziert eigentlich das Fernsehen? Dabei muss zuerst zwischen öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten, privaten Anbietern und Pay-TV unterschieden werden. Die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten finanzieren sich hauptsächlich aus festgelegten Gebühren und haben einen staatlich festgelegten Programmauftrag, an dem sich das Programm zu orientieren hat. Die privaten Anbieter finanzieren sich hauptsächlich durch Werbung und bei dem sogenannten Bezahlfernsehen (Pay-TV) bezahlt der Zuschauer entweder pro Programm, Programmpaket oder pro Sendung. Bei Pay-TV gibt es außer der Eigenwerbung keine weiteren Werbeeinschaltungen.²

2.1.1 Geschichte

In diesem Kapitel wird die Geschichte des Fernsehens erklärt. Für ein besseres Verständnis wie sich dieses Medium entwickelt hat, wird zuerst auf die Entwicklung des Films und

² Vgl. Broszeit, S. 6f

erst danach auf die konkrete Entwicklung des Mediums Fernsehen eingegangen. Die folgenden Ausführungen werden nach Schmidt 2003 und Broszeit 2007 zitiert.³

Entstanden ist der Film als eine Aneinanderreihung fotografischer Bilder, die bis heute durch die qualitativ hochwertigen Bilder noch große Bedeutung hat. Die Basis für die Filmtechnik wurde 1888 durch die Verfügbarkeit von Nitrozellulose als flexibler Schichtträger für das Filmbild (Rollfilm) geschaffen. Durch die Wiedergabe von 15 Bildern pro Sekunde wurde ein fließender Bewegungseindruck geschaffen. Das war der Beginn der Kinematographie, welches ein Medium zur Bewegungsaufzeichnung ist. Im Jahr 1891 wurde von Thomas Alva Edison der Kinematograph und das Kinematoskop für die Aufnahme und Wiedergabe von Bewegtbildsequenzen entwickelt.

1895 wurde der Cinematograph von den Gebrüder Lumière einsatzbereit. Dieses Gerät hatte einen Projektor und eine Kamera in einem Gerät vereint. Ein perforierter Filmstreifen wird bei der Aufnahme bzw. bei der Wiedergabe schrittweise weiter transportiert und steht bei Belichtung bzw. Projektion still. Als Geburtsstunde des Films gilt der 28.12.1895, da an diesem Tag die erste öffentliche Filmvorführung mit dem Cinematograph stattfand.

Nur zwei Jahre später, 1897, produzierten die Brüder Lumière die erste Wochenschau und die Brüder Pathé begannen mit der Filmproduktion. 1909 wurde der 35mm Film als Standardformat festgelegt und 1911 eröffnete das erste Filmstudio in Hollywood, dem noch im selben Jahr weitere folgten, dadurch entwickelte sich Hollywood schnell zum Zentrum der US-Filmindustrie. Auch in Deutschland wurde bereits in den 20er Jahren ein Filmkonzern, die Universum Film AG (UFA) in Babelsberg, gegründet. Nachdem es zu Beginn der 20er Jahre gelungen war, Schallsignaländerungen in Lichtintensitätsänderungen umzuwandeln und auf Film aufzuzeichnen, wurde der Tonfilm von den USA intensiviert und die Ära der Stummfilme war bereits Ende der 30er Jahre vorbei.

³ Vgl. Schmidt 2003, S. 1f sowie Broszeit 2007, S. 7f

Die Entwicklung des Farbfilms begann bereits 1870, aber es dauerte sehr lange bis sich der Farbfilm durchsetzte. Begonnen wurde mit einem Einfärben des Schwarzweißfilms per Hand. Der erste Farbfilm, der 1935 entstand, wurde nach dem sogenannten Technicolor-Verfahren hergestellt. Dabei wird auf drei farbsensitive Streifen aufgezeichnet und übereinander gedruckt. Doch dieses Verfahren war sehr kostspielig und erst 1948 standen günstigere Farbfilme zur Verfügung. Die Farbfilmtechnik wird noch bis heute immer weiter verbessert.

Die Fernsehtechnik entstand zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Aber drei wesentliche Erfindungen für die Fernsehtechnik wurden bereits im 19. Jahrhundert gemacht. 1873 wurde von C. May die Lichtempfindlichkeit des Selens entdeckt. Dabei können elektrische Ströme in Abhängigkeit der Lichtintensität gesteuert werden. 1884 erfand Paul Nipkow sein elektrisches Teleskop, welches mit Hilfe einer rotierenden Scheibe, die sogenannte Nipkow-Scheibe (Abbildung 1), die mit spiralförmig angeordneten Löchern versehen war, Bilder in Hell-Dunkel-Signale zerlegte beziehungsweise wieder zusammensetzte. Die Nipkow-Scheibe enthält bereits Aspekte der heutigen Videosysteme: zeilenweise Abtastung, serielle Übertragung und die Synchronisation von Sender und Empfänger. Und 1897 wurde von Ferdinand Braun und Jonathan Ze-neck die Kathodenstrahlröhre, die sogenannte „Braunsche Röhre“ entwickelt.

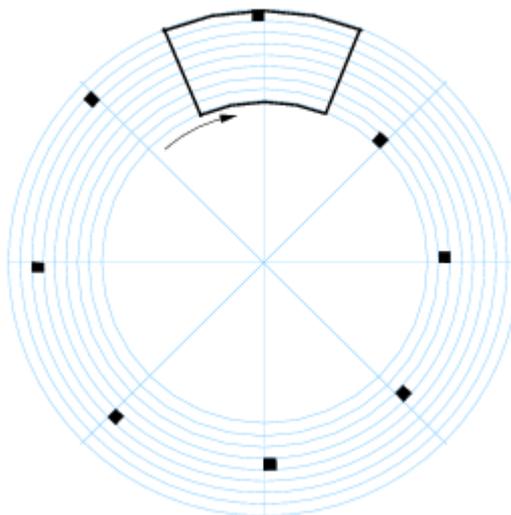


Abbildung 1: Schematische Darstellung einer Nipkow-Scheibe (Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_des_Fernsehens)

1935 wurde in Deutschland mit der 180 Zeilen-Norm der weltweit erste regelmäßige Fernsehbetrieb eröffnet. Es folgten 1936 England, 1937 Frankreich und 1939 die USA. Die weiteren wesentlichen Entwicklungsträger waren die USA, wo 1941 die bis heute gültige 525 Zeilen-Norm eingeführt wurde. Im selben Jahr wurden von CBS (Columbia Broadcasting System) in New York die ersten farbigen Bilder übertragen. 1953 wurde dann das NTSC-Farbfernsehsystem (National Televisions Systems Committee) entwickelt. Japan und Südamerika übernahmen dieses Verfahren, aber in Europa wurde das Verfahren wegen der schlechten Farbqualität (Never the same colour) nicht übernommen. In Frankreich wurde SECAM (séquentiel couleur à mémoire) und in Deutschland das PAL-Verfahren (Phase Alternation Line) eingeführt. Das PAL System ist farbstabil und weist sehr wenige Probleme auf, aus diesem Grund wurde es auch von vielen Staaten übernommen.

Die Entwicklung ging 1971 mit der ersten Fernbedienung und 1981 mit der Einführung des Stereotons weiter und erhöhte den Komfort des Fernsehens. In den neunziger Jahren startete das digitale Fernsehen und nach der Jahrtausendwende kam das hochauflösende Fernsehen HDTV (High Definition Television) mit einer größeren Zeilenanzahl und einer höheren Auflösung. Das brachte auch den Wechsel von Röhrenfernsehern zu den Flachbildschirmen. Deren maximale Größe bis heute noch nicht erreicht wurde.

2.2 Internet

Laut der Microsoft Encarta Online-Enzyklopädie ist „*Internet (engl. International Network), ein offener Verbund von Computernetzwerken, der die Computer und die darauf ablaufenden Programme in die Lage versetzt, direkt miteinander zu kommunizieren. Es gibt zahlreiche kleinere, zugangsbeschränkte Intranets von Unternehmen. Der Begriff Internet wird allerdings meistens im Zusammenhang mit dem weltweiten, öffentlich zugänglichen Netzwerk gebraucht*“ (o.V. Internet, Microsoft® Encarta® Online-Enzyklopädie 2008, 15.01.2009).

Genutzt wird das Internet hauptsächlich zur Informationsbeschaffung, zur Kommunikation per email oder in Chatrooms, zur Unterhaltung und zur Bildung aber auch zum Einkaufen in Onlineshops oder zur Erledigung der Bankgeschäfte. Finanziert werden die meisten Internetangebote durch Werbung oder Bezahltdienste. Nutzen kann man das Internet nicht nur über den Computer, sondern auch zum Teil am Fernsehgerät oder über mobile Geräte wie das Smartphone.

Der Datenaustausch ist mit internationalen Standardprotokollen möglich, die alle auf der Internet-Protokoll-Familie TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) basieren. Herausgegeben werden diese Protokolle von der Internet Society Organisation, unterstützt werden sie dabei von öffentlichen Anbietern für Internet-Zugangsdienste.

Die Verbindung des Internets ist über fast alle elektronischen Übertragungsmedien, wie Glasfaser- oder Kupferdraht-Telefonleitungen sowie Funk- oder Mikrowellenkanäle, möglich. Zugang zum Internet hat jeder Computer, egal mit welchem Betriebssystem. Voraussetzung ist die geeignete Hard- und Software und ein gültiger Vertrag mit einem Internetdiensteanbieter.

Für Menschen mit Sehbehinderungen und blinden Menschen wird der Zugang zum Internet über spezielle Tastbildschirme mit Braille-Zeilen ermöglicht. Außerdem gibt es noch die Möglichkeit einer Sprachwiedergabesoftware, die dem Nutzer den Webseiteninhalt vorliest.⁴

2.2.1 Geschichte

Im Jahr 1969 beginnt die Geschichte des Internets mit dem Versuch mehrere Großrechner verschiedener Universitäten der USA über das ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) im Auftrag des US-Verteidigungsministeriums miteinander zu verbinden. Das ARPANET wies bereits damals die wesentlichen Aspekte des heutigen Internets

⁴ Vgl. o.V., Internet, Microsoft® Encarta® Online-Enzyklopädie 2008, 15.01.2009, http://de.encarta.msn.com/encyclopedia_721527407/Internet.html

auf. Die anfangs wichtigste Applikation war die Email. Doch bereits 1971 wurde das Datenvolumen durch den Email Verkehr überschritten. Die damaligen Protokolle des ARPANET waren das Telnet und FTP.

Die Umstellung auf das heutige Standardprotokoll TCP/IP wurde 1982 beschlossen. Der nächste größere Wachstumsschub war 1986 durch den Start des akademischen NSFNet. Immer mehr Rechner und Länder wurden an das Netzwerk angeschlossen, von 1986 bis 1987 stieg die Anzahl der miteinander verbunden Rechner von 2.000 auf 30.000. Der Begriff Internet entstand.

Tim Berners-Lee entwickelte 1989 am CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) in Genf das Hypertext System, dadurch wurde er zum Begründer des World Wide Web, welches zwei Jahre später offiziell gestartet wurde.

1990 wurde das ARPANET abgeschaltet und 1991 wurde das Werbeverbot aufgehoben. Dies führte zum Start des kommerziellen Internets. Durch die Entwicklung des ersten grafikfähigen Webbrowser Mosaic im Jahr 1993 von Marc Andreessen konnten nun auch Laien auf das Internet zugreifen. Noch im selben Jahr wurde der Kodierstandard MIME (Multimedia Internet Mail Extensions, RFC 1437) entwickelt, dadurch war es Möglich multimediale Inhalte per Email zu verschicken. Zur Standardsprache von Webseiten wurde die Hypertext Markup Language (HTML).

In den darauffolgenden Jahren wuchs das Internet immer schneller und es kam zu einem Internet-Boom. 1995 wurde die Übertragung von Audiodaten in Echtzeit durch das Real-Audio Format möglich und Microsoft brachte den Internet Explorer (IE) heraus. Der IE ist heute noch der meistgenutzte Webbrowser im WWW. Internetfirmen wurden gegründet, die Auktionsplattform eBay startete, das Interesse der Wirtschaft am Internet stieg und die Anzahl der miteinander verbundenen Rechner stieg auf über 6 Millionen weltweit. Viel Geld wurde von Investoren an der Börse in neue Internetfirmen investiert und es bildete sich eine Spekulationsblase, die im Jahr 2000 mit dem Dotcom Crash platzte. Trotz dieses Rückschlags wuchs das Netzwerk immer weiter. 1998 wurde Google von Larry Page und Sergey Brin gegründet. Durch den dezentralen Austausch von Daten wurden aber auch Branchen wie die Musikindustrie geschädigt und deshalb startete Apple

2004 den iTunes Store, wo Musikdateien zum kostenpflichtigen Download angeboten werden. Der freie Webbrowser Mozilla Firefox erscheint im selben Jahr.

Die Entwicklung geht mit dem Web2.0 weiter, neue Interaktive Techniken, eine stärkere Einbeziehung des Nutzers in die Erstellung und Verwaltung von Inhalten wird möglich. Neue Dienste wie die Videoplattform YouTube, Flickr, MySpace oder Wikipedia starten. Durch die neue Technik werden auch neue Benutzerkreise angezogen, wie z.B. IP-Telefonie, Groupware wie Wikis, Blogs, Breitbandzugänge, Peer-to-Peer Vernetzung und Online Spiele. Die aktuelle Zahl der Internetnutzer liegt bei ca. 1328 Millionen User, damit ist fast jeder fünfte Erdenbürger online.⁵

2.3 Videoübertragungsformen

In der Geschichte des Fernsehens haben sich mehrere Möglichkeiten für die Übertragung des Fernsehsignals entwickelt. Einige davon werden in diesem Kapitel näher erklären.

2.3.1 *Terrestrische Ausstrahlung*

Terrestrisch kommt vom lateinischen Wort Terra und bedeutet Erde. Darunter versteht man also eine Signalübertragung mit Hilfe elektromagnetischer Wellen, die auf den Boden bezogen ist. Bei der Verteilung wird das Videosignal auf eine Trägerfrequenz unter Verwendung der RSB-AM (Restseitenband Amplitudenmodulation) Modulationsart moduliert. Durch das invertieren vor der Amplitudenmodulation ist eine geringere Sendeleistung notwendig. Als Trägerfrequenz werden Frequenzen im Bereich von 170 – 800 MHz im VHF (Very High Frequency) und UHF (Ultra High Frequency) Bereich verwendet. Da die elektromagnetischen Wellen im VHF und UHF Bereich nicht von der Ionosphäre reflektiert werden, sondern durch sie durchdringen, muss das Signal den Empfänger auf einem möglichst direkten Weg erreichen. Wenn sich zwischen Sender und Empfänger

⁵ Vgl. Broszeit 2007, S. 10f

Hindernisse befinden, kommt es zu einer Abschattung und es müssen sogenannte Umsetzer angebracht werden um die Hindernisse zu überwinden (Abbildung 2). Als Antenne wird auf der Senderseite eine Rundstrahl- oder Richtantenne eingesetzt und auf der Empfängerseite eine Yagi Antenne (Richtantenne zum Empfang elektromagnetischer Wellen).⁶

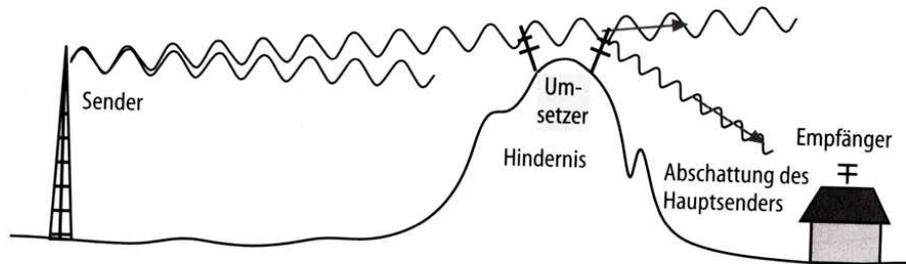


Abbildung 2: Abschattung der terrestrischen Welle (Quelle: Schmidt, S. 178)

2.3.2 Satellitenübertragung

Die meisten Transponder befinden sich auf Satelliten im Weltraum, die die Erde entlang des Äquators einmal pro Tag umkreisen. Unterschieden wird dabei zwischen Fernmelde- und Direktsatelliten, wobei erstere hauptsächlich zur Programmspielung zwischen Sendeanstalten verwendet werden. Direktsatelliten (Direct Broadcast Satellite, DBS) bestrahlen große Gebiete und sind für die Distribution und den Empfang von einfachen Geräten bestimmt.⁷

2.3.3 Kabelfernsehen

Für den Fernsehempfang über Kabel werden die einzelnen Häuser mit Koaxialkabeln oder Glasfaserkabeln miteinander verbunden. Dieses Netz ist für Frequenzen zwischen

⁶ Vgl. Schmidt 2003, S. 178f

⁷ Vgl. Schmidt 2003, S. 181f

47 MHz und 446 MHz ausgelegt und die Kommunikation ist in beide Richtungen möglich. Da keine atmosphärischen Störungen auftreten ist die Übertragungsqualität sehr gut und der gesamte Frequenzbereich kann genutzt werden. Im Kabelnetz gibt es 28 Kanäle mit 7 MHz Bandbreite und 12 Kanäle mit 12 MHz bzw. 18 Kanäle mit 8MHz Bandbreite. Der Nachteil von Koaxialkabeln ist, dass sie eine frequenzabhängige Dämpfung haben, die über Verstärker, die in regelmäßigen Abständen installiert werden, ausgeglichen werden müssen. Daher werden in Zukunft vermehrt Glasfaserkabeln eingesetzt, da sie eine geringere Dämpfung aufweisen.⁸

2.3.4 *Neue Technologien*

Alle diese beschriebenen Möglichkeiten zur Übertragung des Fernsehsignals werden von Millionen von Menschen rund um die Welt genutzt. Aber es gibt auch neuere Technologien, die immer mehr an Popularität gewinnen. Beispiele dafür sind FTTP (fiber to the premises) oder DSL (digital subscriber line).

Bei FTTP wird ein Lichtwellenleiter direkt bis ins Haus gelegt. Im Fall von mehreren Nutzern wird das Signal dann aufgeteilt und über bestehende Kupferleitungen weiterverteilt. Genutzt wird FTTP hauptsächlich für Multimedia Breitband Technologien wie das Triple Play (siehe 3.3). Bei FTTP wird zwischen FTTH (fiber to the home) und FTTB (fiber to the business) unterschieden. Für die Realisierung von FTTP werden sogenannte PONs (passive optical network) eingesetzt. Bei einem PON handelt sich um ein optisches Netzwerk ohne aktive Bauelemente zwischen dem Provider und dem Kunden. Es befinden sich nur passive Elemente ohne eigene Stromversorgung und ohne Switching Funktion dazwischen. Über ein PON können bis zu 32 Kunden über ein Glasfaserkabel versorgt werden. In Abbildung 3 sieht man die Grafik eines FTTP Netzwerks mit der Verwendung eines PONs. Jeder Kunde muss ein ONT (optical network terminal) besitzen, dieses wandelt das optische Signal in ein elektrisches Signal um, um die einzelnen Geräte im Haus zu versor-

⁸ Vgl. Schmidt 2003, S. 158f

gen. Und es wandelt die Daten, die zurück an den Provider geschickt werden, wieder in ein optisches Signal um. Die ONT ist ein aktives Gerät und verfügt über einen eigenen Stromanschluss.

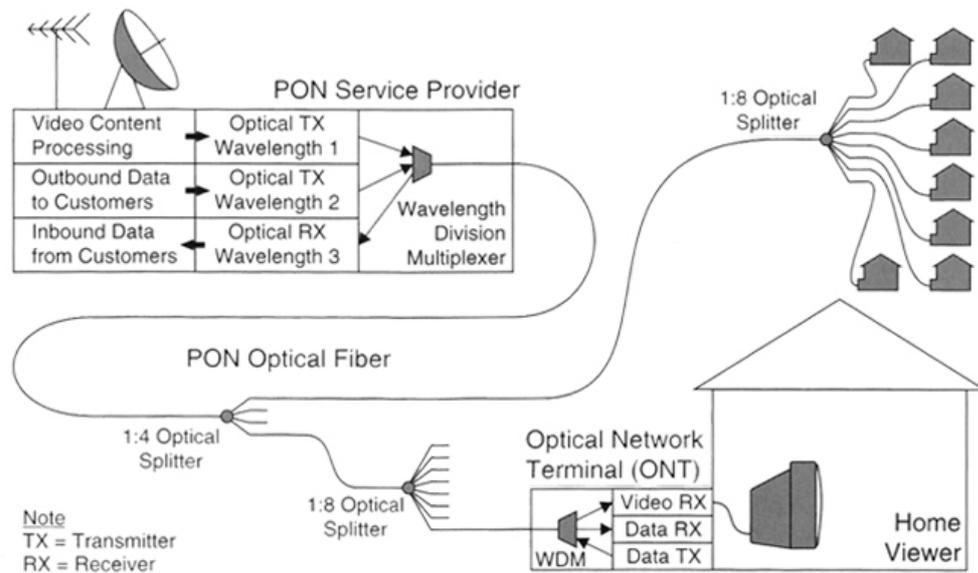


Abbildung 3: FTTP System mit einem PON (Quelle: Simpson, S. 13)

Ein großer Vorteil der PON Netzwerke ist die hohe Bitrate. Vom Provider zum Kunden wird eine Bitrate von bis zu 622 Mbps erreicht und 155 Mbps vom Kunden zurück. Wenn also alle 32 User gleichzeitig die maximale Bandbreite ausnützen, bleibt für jeden einzelnen immer noch eine Bandbreite von 19 Mbps. Das reicht auf jeden Fall für die Nutzung von IPTV, Video-on-Demand oder andere Dienstleistungen.⁹

Digital subscribe line (DSL) verwendet die herkömmlichen Telefonleitungen, nur das ein größerer Frequenzbereich genutzt wird. Das ist einer der großen Vorteile von DSL. In Abbildung 4 wird gezeigt wie ein DSL System aussieht.

⁹ Vgl. Simpson 2008, S. 11f

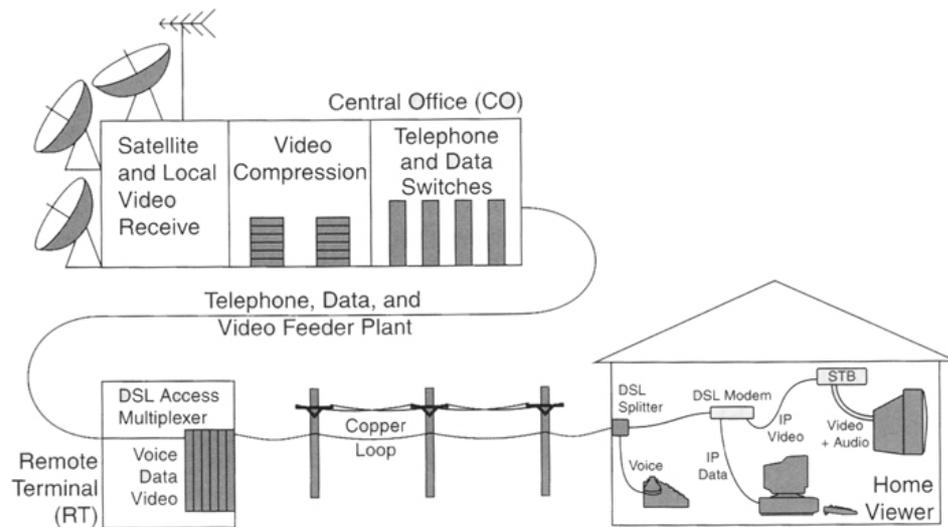


Abbildung 4: Digital Subscriber Line (DSL) (Quelle: Simpson, S. 15)

Bei allen DSL Systemen gilt, umso länger die Leitung, umso geringer die Bitraten. Um dieses Problem so klein wie Möglich zu halten, also um mehr Bandbreite zur Verfügung zu haben, befinden sich die DSL-Geräte nicht direkt beim Provider, sondern in so genannten „Remote Terminals“ zwischen dem Provider und dem Kunden. Von der Zentrale des Providers werden die Signale (Telefon- Daten- und Videosignale) über Glasfaserleitungen (Feeder Plant = Zulieferungsleitung) zu den Remote Terminals geschickt. Für die korrekte Verteilung der verschiedenen Signale sorgt der DSL Access Multiplexer (DSLAM). Dieser schickt sie über die bestehende Telefonleitung zu den jeweiligen Kunden. Beim Kunden wird das Signal über einen DSL Splitter und ein DSL Modem an die jeweiligen Geräte (PC, Router, IPTV Set-Top Box) weitergeleitet.¹⁰

¹⁰ Vgl. Simpson 2008, S. 14f

3 IPTV

„We call it IPTV. And no doubt this is where the world is going.“

(Bill Gates)

Videos in jeglicher Form werden von Unmengen an Menschen täglich konsumiert. Z.B. haben die Fußball Weltmeisterschaft 2006 über 26 Milliarden Menschen in den 30 Tagen, an denen das Turnier stattgefunden hat, über verschiedenste Fernsehmedien konsumiert. Durch die Medienkonvergenz von Internet und Fernsehen entstehen neue Medien. Eines davon ist das Fernsehen über das Internet, das so genannte IPTV, Internet Fernsehen oder auch WEB-TV. Viele verschiedene neue Medien sind entstanden und werden noch entstehen. In diesem Kapitel werden diese neuen Medien, speziell IPTV, näher erklärt.

3.1 Definition

Definition laut IPTV Dictionary: *„IPTV ist die Übertragung von digitalen Video- und Audio-Daten über Datennetzwerke, die in der Regel über das Internet übertragen werden. IPTV-Dienste können im Abonnement (bezahlt wird vom Empfänger) oder durch die Finanzierung von Werbung oder staatlichen Stellen bezogen werden. IPTV-Sender übertragen Multimedia-Daten-Signale an Endverbraucher oder Verteilung Punkte, die die digitalen TV-Signalen an die Endverbraucher weiterleiten“* (Vgl. Harte (2006), S. 292).

Laut Wikipedia ist *„IPTV (Internet Protocol Television; deutsch: Internet-Protokoll-Fernsehen) die digitale Übertragung von breitbandigen Anwendungen, wie Fernsehprogramme und Filme, über ein digitales Datennetz. Hierzu wird das auch dem Internet zugrunde liegende Internet Protocol (IP) verwendet“* (o.V. IPTV, Wikipedia, Die freie Enzyklopödie, 26.01.2009).

Durch das Auftreten neuer Medien am Markt und der dazugehörigen Fachtermini können Verwirrung und falsche Interpretationen entstehen. Bei Fernsehen über das Internet ist das nicht anders. Grundsätzlich muss man beachten, dass nicht alle Videos, die man über das Internet konsumiert, automatisch als IPTV zu betrachten sind. Z.B. ist die Videoplattform Youtube kein IPTV, es ist einfach nur die Möglichkeit Videos über das Internet zu streamen. Streamen bedeutet, dass die Videos nicht auf dem Computer heruntergeladen werden, sondern über einen Pufferspeicher zwischengespeichert werden. In so einem Fall handelt sich eher um WebTV (siehe 3.1.1). WebTV sind alle Videoquellen die über eine DSL-Verbindung abgerufen werden können.

IPTV ist ein einfacher Weg wie ganz normales Fernsehen zum Konsumenten gebracht wird. Für den Konsumenten macht es fast keinen Unterschied, ob er seine Programme über Kabel, Satellit, Terrestrisch oder eben über ein IP Netzwerk bezieht. Die vom DSL Modem ankommenden Datenpakete werden von der Set-Top Box in ein Standard Videosignal konvertiert und können dann über ein normales Fernsehgerät wiedergegeben werden (siehe Abbildung 5). Eine weitere Möglichkeit ist die Wiedergabe der TV-Inhalte über einen Computermonitor.

Der Standard für IPTV wird vom DVB-Konsortium erarbeitet. Dabei handelt es sich um den DVB-IPTV Standard, der allerdings noch nicht vollständig entwickelt ist. Aktuell wird ein DVB-MHP (Multimedia Home Plattform) und DVB-GEM (Globally Executable MHP) Standard für IPTV verwendet. Abbildung 6 zeigt die aktuelle Entwicklung des DVB-IPTV Standards. Die momentan am meisten verwendeten Videocodecs sind aufgrund der guten Kompressionsraten und der guten Bildqualität der MPEG4 H.264/AVC und der Windows Media Video 9 Codec.

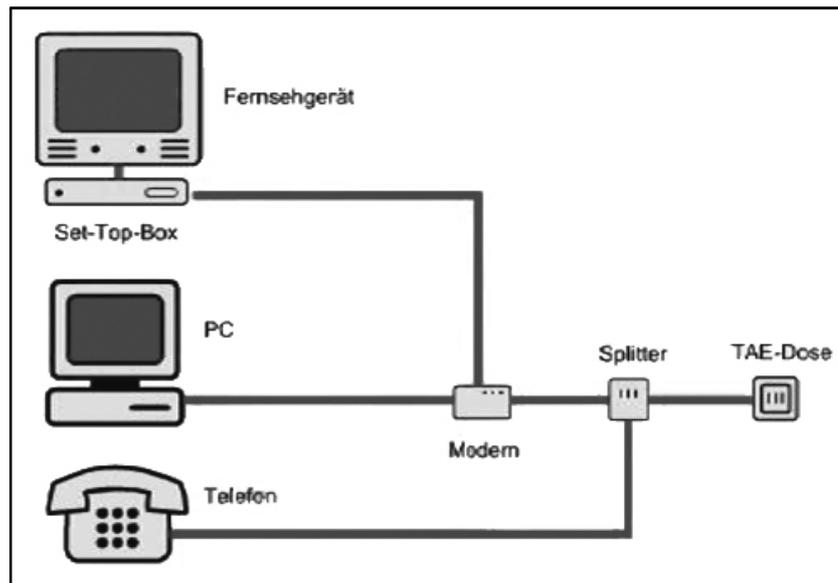


Abbildung 5: Beispielkonfiguration für IPTV auf Kundenseite (Quelle: Broszeit, S. 14)

DVB-IPTV Track 1				
Reference Model		Application Layer FEC	Remote Management	Home Network
MPEG2-TS encapsulation on IP	Support of Advanced Video Codecs	Regional services	Profiles	Fast Channel Change
Service Discovery & Selection	Broadband Content Guide	Logical Channel Numbering	Content Download	Flexible Streaming
RTSP Client for broadcast and on demand services		More Service Transport options	Retransmission	...
				DVB-IPTV Track 2
				Open Internet Content Distribution
				...
Q1'05 TS 102 034 V1.1.1	Q2'06 TS102 034 V1.2.1	Q1'07 TS 102 034 V1.3.1	Q4'08 TS 102 034 V1.4.1	Q1'09 → ...

Abbildung 6: DVB-IPTV Zeitleiste (Quelle: http://www.dvb.org/technology/fact_sheets/DVB-IPTV%20Fact%20Sheet.0908.pdf)

Um IPTV zu empfangen kann neben der Set-Top Box auch ein Computer mit geeigneter Software verwendet werden. Mögliche Software für den Empfang von IPTV über den

Computer wären z.B. Sceneo TVcentral, Apple Front Row oder Windows XP Media Center Edition.

Ein Vorteil von IPTV ist, dass es keine Einschränkungen in der Anzahl der Fernsehsender gibt, was bei anderen Arten der Fernsehausstrahlung durch eine Frequenzknappheit der Fall ist. Weiteres ist die Verbreitung über das Internet im Vergleich zu Kabel oder Satellit preiswerter. Der Rückkanal, ein weiterer Vorteil, bietet eine direkte Interaktivität und damit sind Dienste wie Video-on-Demand oder Electronic Program Guide problemlos zu realisieren. Außerdem bietet der Rückkanal eine einfache Möglichkeit für die Abrechnung von Bezahlinhalte.

Ein Nachteil sind die momentan noch etwas höheren Grundgebühren. Durch die Steigerung der Anzahl an Anbietern am Markt und der daraus resultierende Wettbewerb wird der Preis wahrscheinlich sinken. Die Verfügbarkeit von hohen Bandbreiten ist aktuell noch nicht flächendeckend vorhanden, auch das ist als Nachteil anzusehen. Speziell in ländlichen Gebieten wird es noch einige Jahre dauern bis die notwendige Bandbreite für IPTV zur Verfügung steht.¹¹

3.1.1 Unterschied zwischen WebTV und IPTV

Um den Unterschied zwischen IPTV und Web TV etwas zu verdeutlichen, sind die wichtigsten Punkte in Tabelle 1 zusammengefasst. Mit Web TV sind alle gebräuchlichen Begriffe wie Streaming TV, Internetfernsehen oder Online TV zusammengefasst.

¹¹ Vgl. Broszeit (2007), S. 13 f

IPTV	WebTV
Bestimmungsziel = Fernseher	Ziel = PC (Ausgabe auf TV mit Hilfsmitteln möglich)
digitale Übertragung von Filmen oder Fernsehprogrammen über ein digitales Fernhnetz	Übertragung von Video-Streams meist von einem zentralen Server oder via P2P
Fernsehqualität oder besser	in der Regel niedrigere Qualität als TV
IPTV gewährt ein gleichbleibendes Maß an Qualität QoS (Quality-of-Service)	Qualität nicht zwingend konstant (kein QoS)
IPTV wird nur in dem vom Provider kontrollierten Netzwerk betrieben	WebTV wird im offenen Internet betrieben
Set-Top-Box nötig	Wiedergabesoftware oder Browserplugin nötig
	Angebote müssen erst zwischengespeichert werden

Tabelle 1 Unterschied zwischen IPTV und WEB TV (Quelle: <http://www.iptv-anbieter.info/unterschied-iptv-webtv.html#webtvtechniken>)

3.2 Interaktives Fernsehen

In diesem Kapitel wird versucht Interaktives Fernsehen näher zu erklären, um die Wichtigkeit von Interaktivität im Fernsehen für IPTV besser zu verstehen.

Fernsehen wird meistens als eine passive Tätigkeit beschrieben, da in den meisten Fällen der Konsument ein angebotenes Programm konsumiert, ohne etwas verändern zu können. Eine sehr einfache Form der Interaktivität ist lediglich die Entscheidung des Konsumenten auf ein anderes Programm umzuschalten oder den Fernseher ganz abzuschalten.

Erste Versuche Interaktivität ins Fernsehen zu bringen wurde zum ersten Mal von CBS in den USA versucht. Dabei konnten Kinder einer Cartoon Figur bei Schwierigkeiten helfen, indem sie fehlende Elemente auf eine auf den Bildschirm aufgebrachte Folie malten. Die erste Call-In Show wurden 1959 von NBC gestartet. Mit der „Goldenen Schuss“ startete die erste interaktive Show im deutschsprachigen Fernsehen. Vier Saalkandidaten und vier Zuschauer am Telefon spielten dabei gegeneinander. 1969 wurde mit „Wünsch Dir was“ die erste kollektive interaktive Fernsehshow gestartet. Bei dieser Show konnten Zuseher durch betätigen der Klospülung oder durch das Aufdrehen von Elektrogeräten im Haushalt an einer Abstimmung teilnehmen. Dabei werteten die Stadtwerke den erhöhten Strom- bzw. Wasserverbrauch sofort aus und somit konnte der Gewinner noch in derselben Show bestimmt werden. In den darauf folgenden Jahren wurden immer mehr Möglichkeiten für Interaktivität getestet und auch umgesetzt. Darunter war z.B. der Videotext oder das Telefon-Voting. 1991 wurde von ZDF und ARD der gleiche Film, nur aus der Sicht einer anderen Hauptfigur, gezeigt. Dadurch konnte der Zuseher entscheiden aus welcher Perspektive er den Film sehen möchte.

Nach der Jahrtausendwende wurde neben dem Telefon-Voting auch das SMS Voting eingeführt. Und mit dem Internet wurde eine weitere Möglichkeit der Interaktivität geboren. Auch die Veröffentlichung des DVB-MHP Standards brachte weitere Interaktivität ins Fernsehen. Aber erst durch die Einführung eines direkten Rückkanals, wie es bei digitalen Fernsehen oder IPTV der Fall ist wurde eine direkte Interaktion möglich.¹²

3.3 Triple Play

Triple Play wird häufig in Verbindung mit IPTV genannt. Es handelt sich dabei um einen „Dreierbund“ aus drei Diensten die über einen Breitbandanschluss erhältlich sind: Internet, Fernsehen und Telefon (siehe Abbildung 7). Das Fernsehen muss nicht unbedingt per IPTV ausgestrahlt werden, sondern kann auch über andere übliche Übertragungswege

¹² Vgl. Broszeit (2007), S. 17f

wie Kabel oder Satellit übertragen werden. Es kann auch noch zusätzliche Dienste wie Video-on-Demand oder andere interaktive Dienste beinhalten. Beim Telefonanschluss kann es sich um einen herkömmlichen analogen Anschluss oder um einen Voice-Over-IP Anschluss handeln.

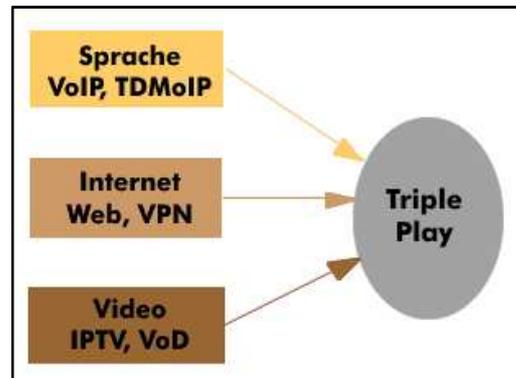


Abbildung 7: Triple Play Dienste (Quelle: <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Triple-Play-triple-play.html>)

Aufgetreten ist der Begriff „Triple Play“ erstmals 2005 im Telekommunikationsbereich. Eine Erweiterung wäre der Begriff „Quad-Play“, welcher zusätzlich zu Internet, Fernsehen und Telefon noch den Mobilfunkdienst beinhaltet. Ermöglicht wurde dieser Kombinationsdienst erst durch den Ausbau der Telekommunikationsnetze. Bisherige Technologien wie ADSL oder ADSL2+ erreichten Bandbreiten bis zu 16 Mbps, durch den Ausbau zu neueren Technologie, wie die VDSL-Technologie, können Bandbreiten bis zu 52Mbps erreicht werden.¹³

3.4 Video und Audio Kompressionen

Beim Transport von Video- und Audiosignalen werden meistens Kompressionen verwendet. Für verschiedene Anwendungen gibt es unterschiedliche Kompressionsverfahren und dafür verwendete Container Formate. Die Kompressionen sorgen z.B. dafür, dass

¹³ Vgl. Broszeit (2007), S. 16

eine oder mehrere Audio CDs auf die Speicherkarte eines transportablen MP3-Players passen oder dass man einen Film von einer DVD so komprimiert, dass er auf eine CD passt.

Der Ablauf einer Kompression wird in Abbildung 8 vereinfacht dargestellt. Als Input kann eine Computerdatei (Bilddatei, Videodatei oder Audiodatei) oder ein Datenstream verwendet werden. Im Encoder wird das Signal komprimiert und wieder als Datensignal

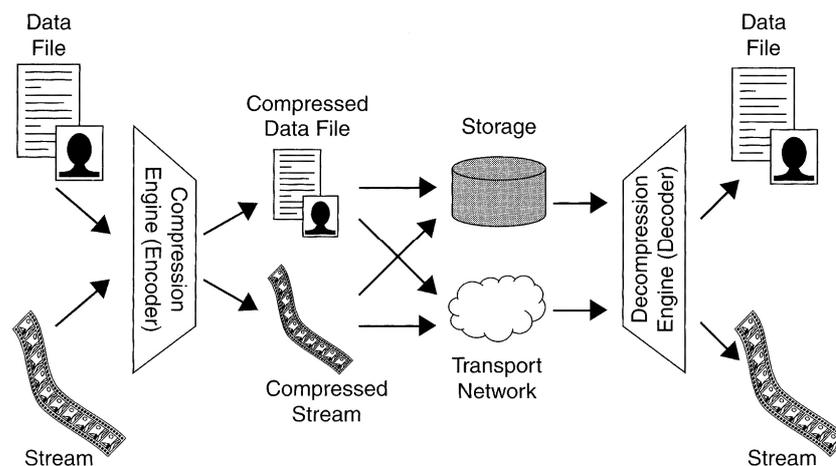


Abbildung 8: Vereinfachte Darstellung einer Kompression (Quelle: Simpson, S. 91)

oder Datenstream ausgegeben. Diese Datei wird danach entweder auf einer Festplatte gespeichert oder über ein Netzwerk weitergeleitet. Bevor die Datei oder der Stream wieder verwendet werden kann, muss es vom Decoder wieder in seine ursprüngliche Form rückkomprimiert werden.¹⁴

Um zu verstehen wie einzelne Komprimierungen arbeiten und funktionieren, müssen zuerst einige Fachausdrücke und allgemeine Begriffe näher erklärt werden. Die folgenden Ausführungen werden nach Biebeler (2007) zitiert.¹⁵

¹⁴ Vgl. Simpson (2008), S. 89f

¹⁵ Vgl. Biebeler (2007), S. 1f

CBR - Konstante Bitrate

Egal welche Bewegungen wie schnell in einem Film ablaufen, es wird immer die gleiche Bitrate verwendet (z.B. 5Mbps).

VBR – variable Bitrate

Die variable Bitrate ist das Gegenteil zu CBR, sie passt sich an die Gegebenheiten im Film an. Bei wenig Bewegung im Film wird eine niedrige Bitrate verwendet und bei vielen schnellen Bewegungen wird eine höhere Bitrate verwendet.

Containerformat

Damit wird im Normalfall die Dateiendung (AVI, MOV, MPG, ...) bezeichnet.

DCT – Diskrete Cosinus Transformation und Quantisierung

Die DCT stellt ein Prinzip der Datenreduktion dar, bei der DCT und Quantisierung eine Einheit darstellen, die Bildinformationen (Pixel) in Frequenzen umzuwandeln. Die DCT wandelt die Informationen verlustfrei in Frequenzen und Amplituden um und die Quantisierung reduziert die Daten.

GOP – Group Of Pictures

Eine GOP besteht immer entweder nur aus I-Frames oder aus einer Mischung von I-Frames, B-Frames und P-Frames.

I-Frame

Ein I-Frame enthält immer die volle Bildinformation. An der Stelle in einer GOP wo ein I-Frame ist, wird immer das ganze Bild abgespeichert. Es wird auch Keyframe genannt.

B-Frame

Das Bi-Directional Frame holt sich seine Information aus dem vorhergehenden oder nachfolgendem I oder P Frame und speichert nur die Richtung ab in die sich die Pixel bewegen. Das B-Frame speichert also keine konkreten Bildinformationen ab.

P-Frame

Das Predicted Frame speichert nicht die komplette Bildinformation ab, sondern nur die sich seit dem letzten I-Frame veränderten Bildteile.

1-pass und 2-pass Encoding

Die Kodierung und anschließende Analyse erfolgt beim 1-pass Encoding in einem durchgehenden Ablauf und beim 2-pass Encoding in 2 nacheinander folgenden Schritten. Das 1-pass Encoding ist schneller als das 2-pass Encoding.

Subsampling

Damit wird eine Datenreduktion bezeichnet, bei der die Helligkeit (Luminanz) mit der Farbigkeit (Chrominanz) verglichen wird.

4:4:4 YCbCr - Alle drei Kanäle haben die gleiche Samplerate.

4:4:4 RGB – Das reine RGB Format hat im Gegensatz zu den reduzierten Cb und Cr Kanälen keinerlei Farbreduktion.

4:2:2 Die Samplingfrequenz der Chrominanzkomponenten sind halbiert, die der Luminanzkomponente nicht. Diese Reduktion ist nahezu nicht sichtbar.

4:2:0 Die beiden Chrominanzkanäle sind auf die beiden Halbbilder aufgeteilt. Die Chrominanz ist im Vergleich zu Luminanz halbiert, jedoch werden Cb und Cr nicht gleichzeitig, sondern hintereinander dargestellt.

4:1:1 Die Chrominanzkomponenten sind geviertelt.

RGB

RGB ist ein Farbschema und sagt aus, dass die Farbkanäle Rot, Grün und Blau ohne Reduktion und in voller Auflösung vorliegen. Die Luminanzbreite von RGB liegt bei 0-255 Stufen.

YUV

Um aus einem YUV Signal ein RGB Signal zu bekommen muss eine Reduktion angewendet werden. Die Farbkanäle werden in U (Blau), V (Rot) und Y (Luminanz) aufgeteilt. Grün wird durch Addition des U und V Wertes und anschließende Subtraktion von 255 im Nachhinein errechnet.

YCbCr

YCbCr ist ein reduziertes YUV Signal.

3.4.1 MPEG Komprimierung

„Die Moving Picture Experts Group („Expertengruppe für bewegte Bilder“) ist eine Gruppe von Experten, die sich mit der Standardisierung von Videokompression und den dazugehörigen Bereichen, wie Audiodatenkompression oder Containerformaten, beschäftigt.“¹⁶

Die bekanntesten Videostandards sind MPEG-1, MPEG-2 und MPEG-4, aber auch Audio Kompression Standards. Viele bekannte Anwendungen basieren auf MPEG Standards, wie z.B. DVD-Video, Digital Video Broadcast, High-Definition Television (HDTV), Blue-Ray Discs oder Streaming Medien für das Internet.¹⁷

MPEG-1 wurde 1992 vorgestellt und ist an einigen Stellen mit den Codecs H.261 und H.263 vergleichbar. Das Bildformat ist ähnlich dem eines JPEG-Bildes. Bekannt wurde der Standard für die Verwendung von Video-CDs. MPEG Filme auf einer Video-CD haben VHS-Qualität und eine Auflösung von 352 x 288 Pixel bei PAL und eine Bitrate von 1150

¹⁶ Vgl., o.V. Moving Pictures Expert Group, Wikipedia, Die freie Enzyklopödie, 05.02.2009, http://de.wikipedia.org/wiki/Moving_Picture_Experts_Group

¹⁷ Vgl Simpson (2008), S. 97

Kbps. Abgespeichert werden MPEG-1 Videos in den Containerformaten *.mpg oder *.mpeg. MPEG-1 arbeitet mit dem YUV Farbraum bei einem 4:2:0 Subsampling. Im Normalfall werden MPEG-1 Videos mit CBR angelegt. Ein großer Vorteil von MPEG-1 ist, dass er nahezu auf allen Computern der Welt verwendet werden kann, also ist es eine der sichersten Möglichkeiten ein Video jemand anderen zu präsentieren. Ein MPEG-1 kodiertes Video (Video-CD) benötigt ca. 500MB Speicherplatz pro Stunde.

MPEG-2 ist der Standard Codec für die SVCD (Super-Video-CD), DVD und HDTV. Als internationaler Standard wurde MPEG-2 Codec 1996 von der ISO/IEC festgelegt. Bei der Entwicklung wurde nicht auf eine hohe Kompression, sondern auf die Herstellung hochwertiger DVDs Wert gelegt. Die Codierung findet mittels DCT statt. Um hochwertige MPEG-2 Videos zu erzeugen kann die Datentiefe der DCT von 8 auf 9 oder 10 Bit erhöht werden. Auch das Farbsampling kann von 4:2:0 auf 4:2:2 oder sogar auf 4:4:4 hochgesetzt werden. Als Containerformate dienen dem MPEG-2 Codec der Transport Stream und der Program Stream. Der Transport Stream wird z.B. bei DVB-T Übertragungen eingesetzt und der Program Stream wird bei DVDs und SVCDs verwendet. Der verwendete Farbraum ist YUV und die maximale Videobitrate liegt bei 9,8Mbps (speziell bei der Erstellung einer DVD). Ein MPEG-2 Video (2-pass, VBR 6-7 Mbps) benötigt ca. 1,5GB Speicherplatz pro Stunde.¹⁸

MPEG-4 ist keine reine Kompressionsmethode, sondern eher ein Multimediasstandard. Die erste Version des Codecs wurde 1998 herausgebracht, die immer wieder weiterentwickelt wurde. Eine der wichtigsten Neuerungen war der H.264 oder MPEG-4 Part 10 oder MPEG-4 AVC Codec im Jahr 2003. Durch diese Weiterentwicklung war es möglich, qualitativ hochwertige Videos über ein Netzwerk zu übertragen und das mit der halben Bandbreite im Vergleich zu MPEG-2. MPEG-4 AVC ermöglichte auch die Übertragung von

¹⁸ Vgl. Biebeler (2007), S. 72f

HD-Signalen mit einer Bitrate unter 10Mbps. Dies ermöglichte viele neue Technologien für die Übertragung von High Definition Videos. Im Bereich IPTV über DSL wird MPEG-4 AVC bereits eingesetzt. Ein großer Nachteil von MPEG-4 ist die Komplexität, was viele Computer einfach nicht mehr schaffen. Des Weiteren sind die MPEG-4 Decoder bis zu 4mal komplexer als MPEG-2 Decoder, was sich stark im Preis der Geräte niederschlägt.¹⁹

	MPEG-1	MPEG-2	MPEG-4	MPEG-4 AVC/H.264
Standard finalized	1992	1996	2000	2003
Supports interlacing	No	Yes	Yes	Yes
Object based	No	No	Yes	Yes
Decoder complexity	Low	High	High	Very high
Decoder chipsets	MPEG-2 decoder will handle MPEG-1	Many	Available	Available
Encoder chipsets	Few	Many	Available	Available
Common stream rates	500–1500 kbps	2.5–50 Mbps	100 kbps–10 Mbps	1–4 Mbps SD 4–10 Mbps HD
Profiles and levels	Few	12	Many	Many
Audio formats	MPEG Layers I, II, III	Adds Advanced Audio Codec (AAC)	Adds audio objects and synthetic audio	Same as MPEG-4
Stream scalability	No	Yes, but only at higher profiles (not used much)	Yes	Yes
Licensing fees	Minimal	Paid by encoder and decoder suppliers	Fees for encoders, decoders, streams, and users. Controlled by MPEG-LA	

Abbildung 9: Vergleich der MPEG Video Kompressionen (Quelle: Simpson, S. 122)

MPEG-Audio ist in drei Stufen unterteilt: Layer 1-3. Alle MPEG-Audio Codecs verwenden eine der drei Samplingraten, 32 kHz, 44.1 kHz und 48 kHz. Der effizienteste davon ist der

¹⁹ Vgl. Bruns/Meyer-Wegener (2005), S. 87

MPEG Layer 3 (MP3), weil er bei gegebener Qualität die geringste Datenrate erfordert. Der Verbrauch eines MP3 Datenstroms liegt normalerweise bei 64 – 192 Kbps. Der Vorteil des MP3 Audiodatenstroms ist, dass er ein Format ohne Datei-Header ist. Das heißt, dass das Verwerfen einzelner Frames zu keinen Problemen führt. Die Wiedergabe ist auch noch möglich wenn z.B. nur der mittlere Teil vorliegt. Bei MPEG Layer 1 und 2 wird eine Frame-Bildung vorgenommen, die 1152 Abtastwerte mit einer Dauer von 24ms zusammenfasst. Vor den codierten Daten stehen ein Header und ein Prüfsummen-Check mit insgesamt 32 bit.²⁰

MPEG Advanced Audio Coding (AAC) ist nur mit MPEG-2 und MPEG-4 kompatibel. Unterstützt werden 48 Audio Kanäle, darunter 5.1 Audio, und weitere Werkzeuge zur Erstellung hochwertiger Audio Streams. 2004 wurde eine neue Form des Codecs veröffentlicht, der aacPlusTM oder HE AAC, welcher Annäherungen zu höheren Sound Qualitäten mit höheren Frequenzen beinhaltet. Eine weitere Version, AAC+, HE AACv2 oder aacPlus v2TM, mit einer speziellen Stereo Unterstützung wurde ebenfalls entwickelt. Der HE AACv2 Standard wird unter anderem für Video-over-IP Anwendungen in Europa eingesetzt.²¹

²⁰ Vgl. Bruns/Meyer-Wegener (2005), S. 87

²¹ Vgl. Simpson (2008), S. 118f

Compression Method	Samples per Block	Compression Ratio	CD-Quality Bit Rate (kbps)
Layer 1	384	4:1	384
Layer 2	1152	8:1	192
Layer 3	1152	12:1	128
AAC	1152	16:1	96
HE AACv2	2048	32:1	48

Abbildung 10: Vergleich der MPEG Audio Standards (Quelle: Simpson, S. 120)

3.4.2 Windows Media Video Version 9

Der Windows Media Video Version 9 (WMV9) Codec wurde 2006 von Microsoft Windows und anderen Firmen gemeinsam entwickelt und standardisiert. Der Codec ist einer der Standards für BluRay- und HD-DVD-Medien. Er kann als Alternative zum H.264 Codec gesehen werden. Der WMV9 Codec unterscheidet sich in der Qualität nicht wirklich von WMV7 und 8, kann aber nur problemlos angewendet werden, wenn der Nutzer auch den Windows Media Player 9 installiert hat.

Basierend auf dem MPEG4 Video 3-Codec kann er sowohl progressive als auch interlaced Videos codieren. Es ist ein sehr attraktiver Codec für die Fernsehindustrie. Bei dem WMV9 Codec handelt es sich um einen I-Frame-only-Codec.

Der Codec ist für die Komprimierung von High-Definition-Videos bei gleichbleibender Qualität genauso gut geeignet wie als Streamingformat. Verwendet wird der Codec z.B. in der Xbox 360 als offizieller Videocodec und für Vollbildvideos in Computerspielen. Er ist aber auch für den Einsatz im Internet geeignet.

Ein WMV9 codiertes Video benötigt bei einer 2pass VBR mit 12.000 Kbps Einstellung, ca. 300 MB pro Stunde an Speicherplatz.²²

²² Vgl. Biebeler (2007), S. 70f

4 IPTV Marktübersicht

Im folgenden Kapitel wird der IPTV-Markt näher betrachtet. Dabei wird die aktuelle Marktsituation in Österreich analysiert. Es werden einige Beispiele für Anbieter von IPTV aufgelistet und manche davon näher betrachtet. Außerdem wird ein kleiner Überblick über die Entwicklung am IPTV Sektor in anderen Ländern gegeben.

4.1 Österreich

In Österreich hat als erstes Unternehmen die Telekom Austria mit "aonDigitalTV" ein IPTV-Service angeboten. Gestartet hat die Telekom Ihr Angebot im März 2006 in Wien. Mit einer 87%igen ADSL Netzabdeckung in Österreich hat die Telekom dieses Angebot mittlerweile auf mehr Gebiete in Österreich erweitert. Gestartet wurde 2006 mit folgendem Angebot:²³

- 40 Basis TV-Sender
- 10 Premium TV-Sender
- 150 Filme über eine VoD Videothek

Dieses Angebot hat sich bis heute (Stand: 15.02.2009²⁴) um folgendes erweitert:

- 63 Basis TV-Sender
- 21 Premium TV Sender
- 300 Filme über eine VoD Videothek
- Gratisinhalte auf Abruf: zum Beispiel ZiB und ORF-Magazine nach Ausstrahlung
- ORF1 HD und HD-Filme mit HD-Videothek zusätzlich bestellbar
- EPG (elektronischer Programmführer)

²³ Vgl. OECD (2007), "IPTV: Market Developments and Regulatory Treatment", OECD Digital Economy Papers, No. 137, OECD publishing, © OECD.

²⁴ Vgl. Telekom Austria AG, (15.02.2009) <http://www.telekom.at>

- Aktuelle Wetterinfos, Verkehrsinfos, Nachrichten & Horoskop jederzeit verfügbar

Detaillierte Informationen mit welcher Technologie die Telekom Austria ihr IPTV Angebot ausstrahlt, wurde von der Telekom Austria nicht zur Verfügung gestellt.

4.1.1 *inext.TV*

Die Informationen in diesem Kapitel wurden freundlicherweise von der Firma Ocilion IPTV Technologies GmbH zur Verfügung gestellt und beziehen sich auf das White Paper der Firma²⁵.

inext.TV ist der Name eines interaktiven IPTV Angebots im Innviertel. Die dazu verwendete Software wird von der Firma Ocilion IPTV Technologies GmbH entwickelt und vertrieben. In anderen Regionen Österreichs bzw. Europas wird dasselbe Produkt aber unter einem anderen Namen angeboten. In Österreich kann die Ocilion Interactive IPTV Solution nicht nur im Innviertel, sondern auch noch im Ötztal, im Pitztal, in Linz und in Graz empfangen werden.

Zusätzlich werden noch so genannte „stand alone“ Lösungen in Österreich, wie z.B. bei der AUA in Wien angeboten. Stand alone bedeutet, dass das System unabhängig von einem Netzbetreiber, im Gegensatz zu inext.TV, betrieben wird.

Angebotene IPTV-Dienste:

- Timeshift: Ein oder mehrere Fernsehprogramme werden zentral gleichzeitig und kontinuierlich in einem Ringspeicher aufgezeichnet.

²⁵ Vgl. Ocilion IPTV Technologies GmbH, (16.02.2009)

http://www.ocilion.com/Bilder/1/MA/12/1/White_Paper_D-Ansicht.pdf

- Personal Video Recorder (PVR): PVR ermöglicht die private Aufzeichnung und Speicherung von Sendungen auf einem zentralen Festplattenspeicher beim Betreiber.
- Pause/Weiter: Eine Medienwiedergabe kann jederzeit pausiert und später fortgesetzt werden.
- Teletext inklusive Top Teletext Erweiterung
- Electronic Program Guide (EPG)
- Video on Demand (VoD)
- PayTV
- Internet, E-Mail und Chat über den Fernseher

Der Empfang von TV Sendern ist über folgende Quellen möglich:

- DVB Signalquellen
 - Unterstützung von DVB-ASI
 - Unterstützung von DVB-S/-C/-T
 - vollständiges Demultiplexing des DVB Signals im Ocilion Empfangsmodul (TvDvb) mit Unterstützung für TV, Radio, Teletext, EPG und anderen System Informationen (SI), u.a. PAT (Program Allocation Table), PMTs (Program Map Tables), SDT (Service Definition Table), EIT (Event Information Table) inklusive Parental Control Info sowie alle Program Elementary Streams (PES) inklusive Audio, Video und Teletext
- IP Signalquellen
 - RTP
 - SPTS und MPTS über IP (DVB-IP)
 - vollständiges MPTS Demultiplexing wie bei DVB-ASI
 - externe Zuspielung von Teletext und EPG Daten über die XML Schnittstelle

Transcoding:

- volle Integration in das TV Backbone Konzept (Redundanzumschaltung,...)
- softwarebasierendes Transcoding von MPEG2 zu MPEG4/AVC (H.264)
- Software läuft auf Intel QuadCore® Serverplattformen, keine Spezialhardware
- bis zu 6 Sender können auf einem Server (2x QuadCore Prozessoren) in Echtzeit von MPEG2 auf H264 transcodiert werden

Unicast Verbindung mit der Set Top Box

Bei konventionellen IPTV Systemen werden in den Verteilernetzen Multicast-Kommunikationstechniken eingesetzt. Dadurch ergeben sich unter Anderem lange Kanalumschaltzeiten. Bei der Ocilion IPTV Lösung wird eine Unicast Kommunikation im Verteilernetz eingesetzt. Dabei verfügt jede Set-Top Box über eine dedizierte Verbindung zum IPTV System. Daraus ergeben sich folgenden Vorteile:

- Schnelle Kanalumschaltung (ca. 0,5 Sekunden)
- Einfache Installation und einfacher Austausch der Set Top Box
- Geringe Hardwareanforderungen an die Set-Top Box (alle Dienste laufen zentral und sind zentral verwaltbar)
- Zentrale Überwachung der Dienste auf der Set Top Box
- Sicherheit: der Unicast Datenstrom wird nur nach Authentifizierung mittels PIN/TAN Eingabe an die Set-Top Box geschickt. Dadurch ist es nicht möglich, PayTV oder VoD unberechtigt zu nutzen.
- Statistik und Nutzungsverhalten: alle Statistiken und Nutzungsdaten sind in Echtzeit für den Betreiber verfügbar.

4.2 Frankreich²⁶

Frankreich wurde in diesem Kapitel als Beispiel ausgewählt, da sich momentan der weltweit größte IPTV Markt in Frankreich befindet. Wurden Ende 2006 noch 1,2 Millionen Kunden von den drei Konkurrenten zusammen verzeichnet, waren es Ende 2007 bereits fast 4 Millionen IPTV Nutzer in Frankreich. Die Marktanteile der IPTV Nutzer werden in Abbildung 11 veranschaulicht. Orange TV von der France Télécom und Free (Illiad) sind bereits seit Dezember 2003 auf dem Markt, Neuf Cegetel folgte knapp ein Jahr später. Es werden eigene Breitbandnetze, meist auf dem schnellen ADSL2+-Standard, und im Großraum Paris auch Glasfaserleitungen von allen Anbietern genutzt. Die Kosten pro Monat belaufen sich bei allen drei Anbietern auf ca. 30€.

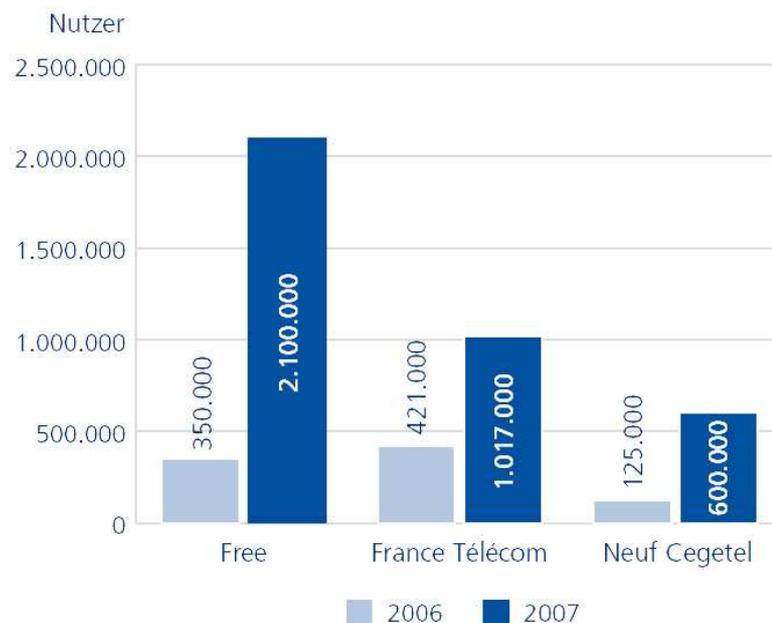


Abbildung 11: IPTV-Nutzer in Frankreich (Quelle: http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/de_TMT_R_NextGenTV_300408.pdf)

²⁶ Vgl. Landesanstalt für Medien Nordrhein-Westfalen (LfM), (17.02.2009), <http://www.lfm-nrw.de/downloads/iptv.pdf>

Wichtige Faktoren für die positive Entwicklung des Marktes:

- Der bisher eher geringe Umfang kostenloser Fernsehprogramme,
- Konzentration der Bevölkerung auf Ballungszentren,
- die geringe Penetration von Kabelnetzen und
- ein Verbot des Anbringens von Parabolantennen an Gebäuden in Ballungsgebieten.

Die französische Regierungsbehörde hat ebenfalls zu der schnellen Verbreitung der Breitbandanschlüsse beigetragen. Durch das Durchsetzen von niedrigen Preisen und entbündelten Netzzugängen kann der Kunde vom starken Wettbewerb profitieren.

Beispiel France Telecom

Angeboten wird das IPTV-Paket mit einer Telefon-Flatrate und einem Breitbandanschluss mit einer Datenübertragungsrate von 8 Mbps bis 28 Mbps. Das DSL Modem muss gemietet oder gekauft werden und die Set-Top Box ist kostenlos bzw. muss eine Kautions hinterlegt werden. Der Empfang von HDTV Inhalten und einem Personal Video Recorder (PVR) sind nur in Kombination und gegen Aufpreis möglich.

Nicht nur die positiven Rahmenbedingungen am französischen Markt, sondern auch die Strategie der Restrukturierung des Markenportfolios von France Telecom trug zu diesem Erfolg bei:

- Starke Marke: Aus den ehemaligen Marken MaligneTV (IPTV) und Wannadoo (ISP und Onlineportal) wurde ab dem 1. Juni 2006 die bereits aus dem Mobilfunkbereich bekannte Dachmarke Orange.
- Attraktives Preismodell: Durch das Angebot von Triple Play wurden die Tarife vereinfacht und die Preisstruktur an die der Konkurrenten angeglichen.
- Exklusive Programminhalte: Orange TV bietet 45 kostenlose TV-Sender an, davon drei in HD Qualität und alle digitalen terrestrischen Sender. Weiteres werden

2500 Filme und über 5000 Sendungen über eine VoD Videothek angeboten. Ein Kinderfilm- und Musiksortiment kann für jeweils 5€ pro Monat abonniert werden. Für Sportfans wird das Satellitenangebot von CANAL+ vertrieben.

4.3 Deutschland²⁷

In Deutschland starteten zwei Telekommunikationsunternehmen mit der Ausstrahlung von IPTV: die Deutsche Telekom (T-Home Entertain) und Hansanet (Alice Home TV). Ende 2007 ist mit Arcor (Arcor-Digital TV) ein dritter Anbieter in einen hochkompetitiven Markt eingestiegen. Preislich liegt der Unterschied bei den drei Anbietern ca. um 10€ auseinander:

- Deutsche Telekom: ca. 50€ pro Monat
- Hansanet: ca. 40€ pro Monat
- Arcor: ca. 45€ pro Monat

Übertragen werden durchschnittlich bis zu 60 Free- und 80 Pay-TV-Sender und Video on Demand via Internet Protocol. Die führenden Kabelnetzbetreiber haben im Zuge der Digitalisierung neuartige Angebote von Telefonie und Internet über Kabelnetzte besetzt und somit den Marktwettbewerb zusätzlich verschärft. Darüber hinaus wird Web-TV immer beliebter und bereits von fast zwei Drittel aller Internetnutzer zu Unterhaltungs- und Informationszwecken genutzt. Dabei stellen die Mediatheken der Fernsehsender oder YouTube keine Konkurrenz dar, aber umfassender Web-TV Angebote wie z.B. Zattoo oder Joost positionieren sich ganz klar als Substitut zum klassischen Fernsehen.

Gesendet werden die IPTV Angebote über ein ADSL2+ Netz bei Hansanet, und über ein neues VDSL Netz bei der Deutschen Telekom. Dieses VDSL-Netz ist in 27 deutschen Groß-

²⁷ Vgl. Deloitte & Touche GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, (10.02.2009), http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/de_TMT_R_NextGenTV_300408.pdf

städten mit einer Bandbreite von bis zu 50 Mbps verfügbar. Damit können bis zu 17 Millionen Haushalte mit IPTV versorgt werden.

Inhaltlich ist in Deutschland über IPTV das gleiche Programm wie über andere Empfangsmöglichkeiten empfangbar. Daher gelingt den IPTV Anbietern auch noch keine wirkliche Differenzierung zu klassischen TV-Plattformen wie Kabel, Satellit oder terrestrisches Fernsehen. IPTV stellt in Deutschland also noch keinen wirklichen Mehrwert für den Kunden dar.

4.4 Hongkong²⁸

Hongkong ist das erste Land der Welt in dem IPTV die führende TV-Distributionsplattform ist. Dafür gibt es einige strukturelle Gründe:

- Fast deckungsgleiche Anzahl von TV- und Breitbandhaushalten
- Erleichterung eines kosteneffizienten Next Generation Network durch die dichte Stadtbebauung
- Exklusiver Inhalte des Anbieters PCCW (ehemaliger staatlicher Telekommunikationsmonopolisten) und
- die Preispolitik des Anbieters HKBN

Es ist sogar möglich, dass der IPTV Markt bald gesättigt ist und Wachstum nur mehr über Zusatzdienste wie HDTV oder VoD erreicht werden können. Einen Überblick über die Marktanteile der TV-Plattformen und die IPTV-Nutzer in Hongkong gibt die Abbildung 12.

Die Infrastruktur in Hongkong spielt sicher auch eine Rolle bei der starken Verbreitung von IPTV. Bereits 66% der Haushalte verfügen über ein Hochgeschwindigkeits-Glasfasernetz. Bis 2009 soll dieser Anteil noch auf 90% steigen. Beide Anbieter können

²⁸ Vgl. Deloitte & Touche GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, (10.02.2009), http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/de_TMT_R_NextGenTV_300408.pdf

eine Bandbreite von bis zu 1000 Mbps erreichen. Außerdem werden die Set-Top Boxen den Kunden gratis zur Verfügung gestellt.

Inhaltlich bietet PCCW seinen Kunden ein individuell gestaltbares Angebot, das auch über exklusive Inhalte wie z.B. Live Übertragungen der englischen Premier League oder von in Hongkong traditionell beliebten Pferderennen verfügt. Weiteres kommen noch interaktive Services, wie z.B. Live-Sportwetten oder der Abruf von Statistiken während der Fußballübertragungen, hinzu.

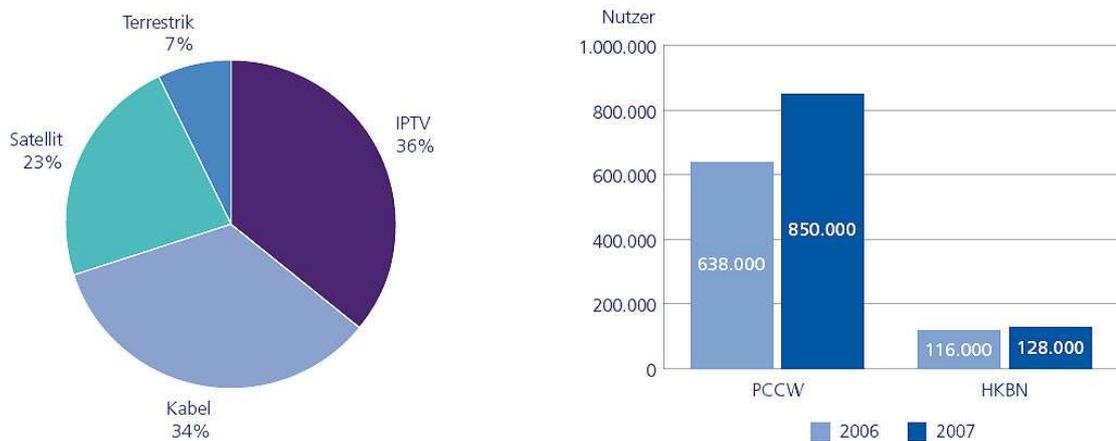


Abbildung 12: Marktanteile TV-Plattformen und IPTV-Nutzer in Hongkong (Quelle: http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/de_TMT_R_NextGenTV_300408.pdf)

Die Preise der beiden Anbieter sind unterschiedlich. PCCW verfügt über exklusive Inhalte und individuelle Programm- bzw. Paketzusammenstellung und ist daher auch teurer (ca. 57€ pro Monat) als der Konkurrent HKBN (ca. 39€ pro Monat). Dieser verfolgt eher eine „Low Cost, No Frills“ Strategie.

Diese Wahlmöglichkeit der Kunden zwischen Premium und Low Cost Angebot und die hohe Qualität durch die hohe Bandbreite ist sicherlich auch für den Erfolg von IPTV in Hongkong verantwortlich.

4.5 Zukunft des IPTV-Marktes²⁹

IPTV ist nicht unbedingt die alleinige Zukunft des Fernsehens, aber es ist definitiv ein neuer TV-Distributionskanal. Und dieser kann nur über einen Verdrängungswettbewerb Marktanteile gewinnen. Die aufgelisteten Beispiele wie Frankreich und Hongkong haben IPTV bereits erfolgreich eingeführt. An diesen Beispielen können Österreichische Anbieter oder Anbieter aus anderen Ländern viel lernen um Ihr IPTV Produkt am Fernsehmarkt zu etablieren.

Voraussetzung für einen Anbieter sein IPTV Angebot in einem Land erfolgreich einzuführen, ist einerseits die Verfügbarkeit einer Next-Generation-Netzwerk Infrastruktur und andererseits muss ein Mehrwert für den Kunden angeboten werden. Dieser Mehrwert kann durch das Anbieten von mehr Kanälen, durch eine bessere audiovisuelle Qualität oder auch durch innovative Zusatzdienste erzielt werden.

Inhalte

Die Qualität der Inhalte stellt auf jeden Fall einen Mehrwert für IPTV-Nutzer gegenüber alternativen Plattformen dar. Dafür müssen die Anbieter exklusive, hochwertige und abwechslungsreiche Inhalte anbieten. Zur Erreichung dieser Inhalte müssen Partnerschaften mit Produzenten und Rechteinhabern, die über exklusive Inhalte und über Special-Interest-Programme verfügen, eingegangen werden. Eine Möglichkeit wäre eine Vereinbarung mit Filmstudios, um kürzere Zeitfenster zwischen Kino- und TV-Erstaussstrahlung zu schaffen. Dadurch könnten Blockbuster exklusiv über IPTV angeboten werden. So genannte „à la carte“-Abos bieten dem Kunden die Möglichkeit der individuellen Programmgestaltung. Über interaktive Anwendungen kann sich IPTV klar von anderen Plattformen unterscheiden und daher sollten solche Angebote die Grundlage für neue Geschäftsmodelle sein. Bei exklusiven Inhalten und interaktiven Anwendungen ist Hong-

²⁹ Vgl. Deloitte & Touche GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, (10.02.2009), http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/de_TMT_R_NextGenTV_300408.pdf

kong ganz klar der Vorzeigemarkt. In Abbildung 13 werden Ansätze zu Differenzierung über Interaktivität veranschaulicht.

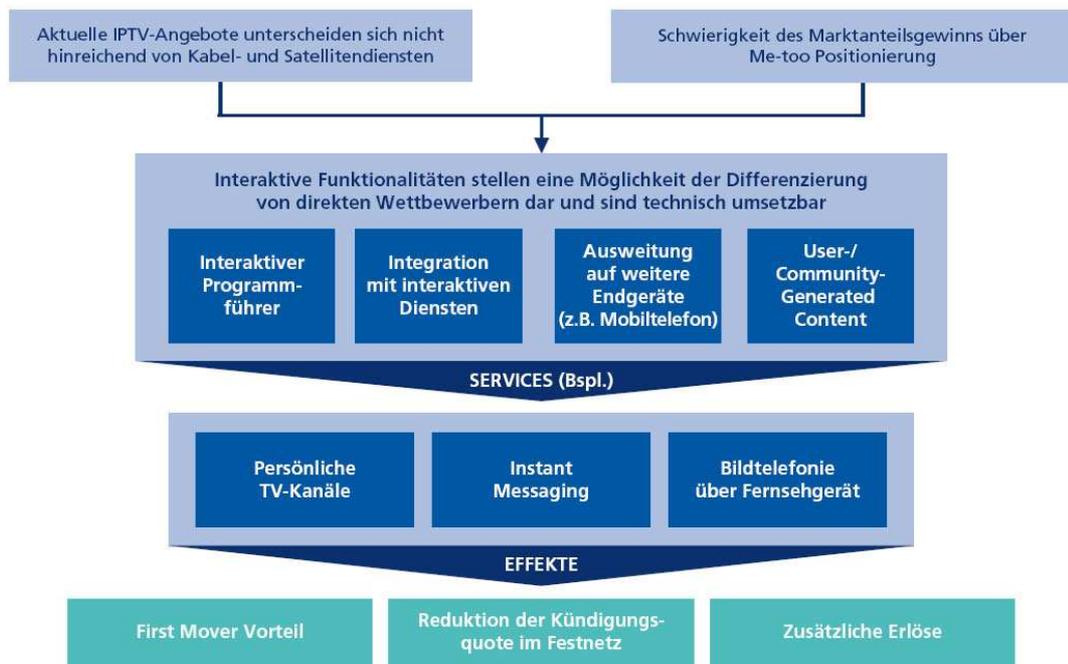


Abbildung 13: Ansätze zur Differenzierung über Interaktivität (Quelle: http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/de_TMT_R_NextGenTV_300408.pdf)

Marketing/Pricing

Ein konkurrenzfähiger Preis ist sehr wichtig für die Etablierung am Markt, da ein Endpreis der das durchschnittliche Budget für Kommunikation und elektronische Medien überschreitet, eine Hürde für IPTV Nutzer darstellt. Ein gutes Beispiel dafür ist der französische Markt, auf dem alle Anbieter sehr günstige Endpreise anbieten. Wichtig ist auch ein gutes Marketing, da IPTV für die meisten Nutzer ein neues und erklärungsbedürftiges Medium ist. Daher müssen Marketingmaßnahmen, wie das Guerilla-Marketing oder Testaktionen, gewählt werden, um mögliche Berührungspunkte mit der neuen Technologie zu beseitigen.

Kundenerfahrung

Alle kundenorientierten Prozesse müssen den Leistungserwartungen der Nutzer voll entsprechen. Dazu gehören

- Hohe audiovisuelle Qualität,
- eine zügige Auftragsbearbeitung und Freischaltung,
- eine hohe Benutzerfreundlichkeit des Systems und
- ein guter Kundenservice.

Das alles ist ausschlaggebend für eine hohe Kundenzufriedenheit, die auch mit entscheidend für eine Weiterempfehlung des Angebots ist, weil gerade am IPTV Sektor der Verdrängungswettbewerb sehr wichtig ist.

5 Praktische Tests an der Fachhochschule St. Pölten

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurden auch praktische Tests zum Thema IPTV durchgeführt. Getestet wurde im Videostudio der Fachhochschule St. Pölten. Zum einen wurde ein Test mit einem Software Encoder der Firma Adobe in Kombination mit einem Streaming Server, ebenfalls von der Firma Adobe, und zum anderen wurde ein Test mit einem Hardware Encoder der Firma Exterity in Kombination mit der Software OnTheAir Video und dem VLC Media Player durchgeführt. Der erste Test wurde durchgeführt um ein Livestreamsignal auf eine Webseite zu streamen. Beim zweiten Test sollte ein fertiges Preset für das Campusfernsehen CTV der Fachhochschule entstehen. Dieses Preset dient für die Distribution der CTV-Sendungen auf dem Fernsehsender OKTO, welcher einmal pro Monat eine CTV-Sendung ausstrahlt.

Sämtliche Videos und Screenshots die im Laufe dieser Tests entstanden sind, befinden sich auf der beigelegten CD unter dem Ordner „Praktische Tests“. Einige Screenshots, für Vergleichszwecke, befinden sich auch direkt in der Arbeit in den Kapiteln 5.1 und 5.2.

5.1 Test mit Software Encoder

Bei diesem Test wurde ein Live Kamera Signal (PAN/TILT Kamera aus dem Videostudio der Fachhochschule St. Pölten) auf die Webseite webtv.fhstp.ac.at (Abbildung 14) gestreamt. Dabei wurde getestet mit welcher Auflösung, Framrate und Bitrate der Stream die beste Performance liefert. Bei einem zweiten Testlauf sollte die Zahl der maximalen User getestet werden, die einen Live Stream der Fachhochschule mit verfolgen können.

Für diese Tests war kein eigener Testaufbau notwendig, da die dazu verwendete Technik und Software bereits im Videostudio der Fachhochschule St. Pölten fertig aufgebaut und eingerichtet war. Die PAN/TILT Kamera sendet ein PAL Videosignal mit 25 Frames pro Sekunde. Dieses Signal wird über die Osprey-700eHD Video Karte an den Adobe Flash

Media Encoder gesendet und über den Adobe Flash Media Server auf die Webseite gestreamt.

Zuerst werden die einzelnen Komponenten des Tests näher erklärt und im Kapitel 5.1.4 werden die Ergebnisse des Tests beschrieben.



Abbildung 14: webtv.fhstp.ac.at

5.1.1 Adobe Flash Media Live Encoder³⁰

Mit Adobe Flash Media Live Encoder können Live-Audio und -Video Signale während des Echtzeit-Streamings an Flash Media Server aufgenommen werden. Der Adobe Flash Media Encoder unterstützt die Video-Codecs On2 VP6 und H.264 sowie die Audio-Codecs Nellymoser oder MP3 (für AAC-Audio steht ein separates Plug-in zur Verfügung). Der

³⁰ Vgl. Adobe Systems Incorporated © 2009, 07.02.2009,

http://www.adobe.com/de/devnet/flashmediaserver/articles/wm_flash_transition_guide/wm_flash_transition_guide_de.pdf

Flash Media Encoder verfügt über eine befehlzeilenbasierte Benutzeroberfläche, dadurch lassen sich dauerhafte Codierungssitzungen einrichten und mit vorhandenen automatisierten Systemen integrieren.

Funktionen von Flash Media Live Encoder:

- Lokale Archivierung von Streams
- Einbetten von Metadaten
- Automatischer Neustart nach Stromausfällen
- Automatische Anpassung an Netzwerkbedingungen
- Multipoint-Publishing
- Bereitstellung mit mehreren Bit-Raten
- Unterstützung für DVR-Funktionalität

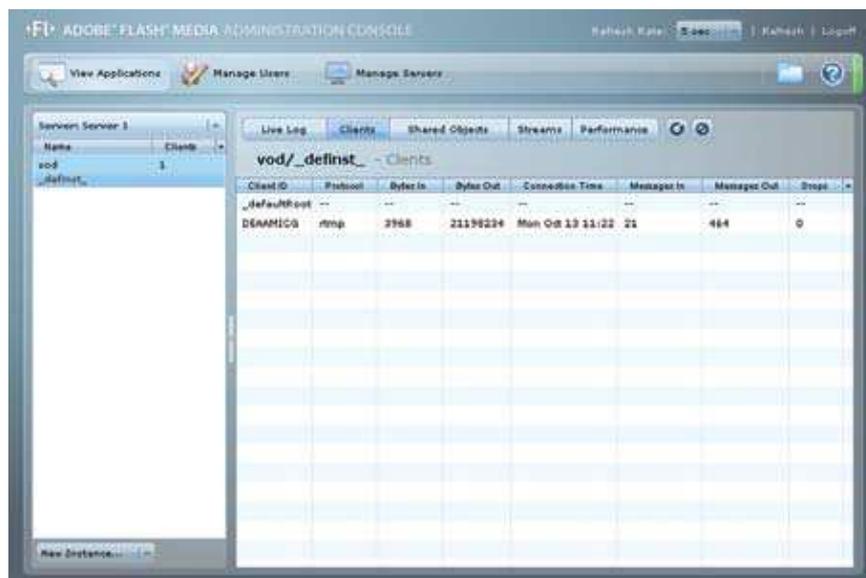


Abbildung 15: Adobe Flash Media Server - Verwaltungskonsolle (Quelle: http://www.adobe.com/de/devnet/flashmediaserver/articles/wm_flash_transition_guide/wm_flash_transition_gui_de_de.pdf)

5.1.2 Adobe Flash Media Server³¹

Den meisten heutzutage im Web verfügbaren Streaming Angebote ist die Technologie von Adobe Flash Media Server zugrunde gelegt. Eine leistungsstarke Plattform erleichtert die Entwicklung von fortschrittlicher Mehrkanalkommunikation und die Bereitstellung von Videoinhalten in SD- und HD-Qualität. Durch eine erweiterbare Architektur wird eine großzügige Interaktivität ermöglicht. Player können auf einfache Art und Weise in eine Webseite integriert werden und Videos können sofort nach dem Laden abgespielt werden.

Funktionen von Adobe Flash Media Server:

- Verbesserte H.264-Performance – Mehr Streams bei geringerer Server-Auslastung
- Dynamisches Streaming – Bestmögliche Wiedergabe von Live- oder On-Demand-Video durch automatische Anpassung bei veränderten Netzwerkbedingungen
- Integrierter HTTP-Server – Sichere und zuverlässige Bereitstellung auch ohne RTMP-Unterstützung
- Unterstützung für XMP-Metadaten – Vollständige Unterstützung für die Übertragung von XMP-Metadaten, die Anwendungen für Videoproduktion direkt in die Dateien schreiben
- DVR-Funktionalität – Anhalten und Durchsuchen von Live-Videos
- Erweiterte Werkzeuge – Produktivitätssteigernde Werkzeuge für die Medienverwaltung, Stream-Optimierung und Bewertung der Server-Auslastung
- Sicherere Bereitstellung – Effektiver Schutz für per Streaming übertragene Inhalte mit dem erweiterten Real Time Messaging Protocol (RTMPE) von Adobe mit verbesserter Leistung und 128-Bit-Verschlüsselung
- HD-Video und -Audio – Aufbereitung von Inhalten in den branchenüblichen Formaten H.264 und HE-AAC

³¹ Vgl. Adobe Systems Incorporated © 2009, 07.02.2009,

http://www.adobe.com/de/devnet/flashmediaserver/articles/wm_flash_transition_guide/wm_flash_transition_guide_de.pdf

- Server-seitige Plug-in-Architektur – Unterstützung für in C++ geschriebene Plugins zur Erweiterung der Server-Funktionalität
- Multipoint-Publishing – Bereitstellung von Feeds über ein CDN (Content Delivery Network)
- Gedrosselte Verbindungen – Hohe Servicequalität durch effektive Verwaltung von bestehenden Verbindungen
- Unterstützung für IPv6 – Kompatibilität mit dem speziell für Behörden und andere Regierungseinrichtungen relevanten Internet Protocol Version 6 (IPv6), dem Nachfolger von IPv4
- Verwaltungs-API – Erstellung eigener Tools zur Überwachung, Konfiguration und Verwaltung von Flash Media Server
- Erweiterter Prozessumfang – Flexible Konfiguration der Prozessaufteilung zur Optimierung der Server-Performance
- Vorkonfigurierte Dienste – Einfache Bereitstellung von Streaming-Inhalten direkt nach der Installation von Flash Media Server mithilfe von Beispieldateien und vorkonfigurierten Diensten



Abbildung 16: Adobe Flash Media Encoder - Benutzeroberfläche

5.1.3 Osprey-700e HD ³²

Die Osprey-700e HD Video Capture Karte wurde für Live HD Aufnahmen mit SD Umschaltung entwickelt. Sie bietet die erforderliche Bandbreite für hochauflösende Videoübertragung. Die Osprey 700eHD verfügt über folgende Spezifikationen:

- Unterstützt Standard SD und HD SDI PCI Karten
- SDI Eingang unterstützt bis zu acht unabhängig eingebettete stereo/audio Paare in allen SD und HD Modi
- Optimiert für Live Streaming
- Icon/Logo Bitmap Montage mit Transparenz und Positionierungskontrolle
- Automatisches Erfassen und Adaptieren des eingehenden Videosignals, wenn dieses von Film Frameraten auf TV Frameraten wechselt
- Mehrere Streams pro Eingang möglich
- Automatischer Abgleich zwischen SD und HD Signalen
- Leistungsstarker PCI Express Bus für maximale Leistungsfähigkeit
- Osprey SimulStream Option ermöglicht
- Auskopplung des Teletextes
- Breitbild Signal für 16:9 Capturing
- Video Verarbeitungsoptionen:
 - Advanced Deinterlace Auswahl
 - Räumliches Downsampling
 - Zeitliches Downsampling
 - RGB, YUV Formatkonvertierung
 - Kontrast-, Helligkeit-, Farb- und Gammaabgleich
 - Dynamische Formatänderung
 - Logo Bitmap Montage
 - Schnittfunktionen

³² Vgl. ViewCast Corporate Headquarters, 08.02.2009,
<http://www.viewcast.com/download/Osprey700datasheet.pdf>

- spezifische Funktionen für professionelle Broadcaster integriert, wie die Farbkonvertierung oder die automatische Filmabtastung, -ermittlung und -bearbeitung
- Video Eingangsformate:
 - PAL
 - NTSC
 - HD 720p 60
 - HD 720p 59.94
 - HD 1080i 60
 - HD 1080i 59.94
 - HD 1080i 50

5.1.4 Auswertung und Diskussion der Ergebnisse

Für den ersten Test wurden folgende Einstellungen getestet:

- Ausgabe des Streams mit einer Auflösung von 1024 x 768 mit einer Framerate von 25 fps, Bitrate 200Kbps
- Ausgabe des Streams mit einer Auflösung von 1024 x 768 mit einer Framerate von 15 fps, Bitrate 200Kbps
- Ausgabe des Streams mit einer Auflösung von 320 x 180 mit einer Framerate von 25 fps, Bitrate 200Kbps
- Ausgabe des Streams mit einer Auflösung von 320 x 180 mit einer Framerate von 15 fps, Bitrate 200Kbps

Dabei konnte folgendes Ergebnis dokumentiert werden:

Ausgabe des Streams mit einer Auflösung von 1024 x 768 mit 25 fps, Bitrate 200Kbps

Verzögerungszeit: ca. 7 Sekunden

Durchschnittliche Bitrate:	190 Kbps
Durchschnittliche Frames pro Sekunde:	20,45 fps
Durchschnittlicher data traffic:	550 Kbps
Durchschnittlicher data sent:	270 Kbps
Durchschnittlicher data received:	270 Kbps
Benötigter Arbeitsspeicher:	25% von 4GB

Ausgabe des Streams mit einer Auflösung von 1024 x 768 mit 15 fps, Bitrate 200Kbps

Verzögerungszeit:	0-1 Sekunden
Durchschnittliche Bitrate:	200 Kbps
Durchschnittliche Frames pro Sekunde:	15 fps
Durchschnittlicher data traffic:	410 Kbps
Durchschnittlicher data sent:	200 Kbps
Durchschnittlicher data received:	200 Kbps
Benötigter Arbeitsspeicher:	35% von 4GB

Ausgabe des Streams mit einer Auflösung von 320 x 180 mit 25 fps, Bitrate 200Kbps

Verzögerungszeit:	0-1 Sekunde
Durchschnittliche Bitrate:	200 Kbps
Durchschnittliche Frames pro Sekunde:	24,95 fps
Durchschnittlicher data traffic:	500 Kbps
Durchschnittlicher data sent:	250 Kbps

Durchschnittlicher data received:	250 Kbps
Benötigter Arbeitsspeicher:	20% von 4GB

Ausgabe des Streams mit einer Auflösung von 320 x 180 mit 15 fps, Bitrate 200Kbps

Verzögerungszeit:	0 Sekunden
Durchschnittliche Bitrate:	200 Kbps
Durchschnittliche Frames pro Sekunde:	15 fps
Durchschnittlicher data traffic:	500 Kbps
Durchschnittlicher data sent:	250 Kbps
Durchschnittlicher data received:	250 Kbps
Benötigter Arbeitsspeicher:	20% von 4GB

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass drei der vier getesteten Streams problemlos funktioniert haben. Es gab nur bei einer Auflösung von 1024 x 768 mit 25 fps das Problem, dass der Stream nur auf 20,45 fps gekommen ist und mit einer Verzögerung von 7 Sekunden für den Live Betrieb nicht wirklich geeignet ist. Am besten für den Livestream geeignet, ist der Stream mit einer Auflösung von 320 x 180 bei 15 fps, da dieser keine Verzögerung aufwies. Weiteres meine ich, dass für einen Livestream immer eine Framerate von 15 fps verwendet werden sollte. Bei diesem Testdurchlauf wurde der Stream nur von einer Person (und zwar mir) konsumiert.

Für den zweiten Testlauf, bei dem getestet werden sollte wie viele Personen den Stream mit verfolgen können, wurde die maximale Anzahl leider nicht erreicht, da für den Test nur 14 Testpersonen, die den Stream von zu Hause aus mit verfolgten, zur Verfügung standen. Als Ausgabeformat für diesen Test wurde der Stream mit einer Auflösung von 320 x 180 Pixel bei 15 fps und mit einer Bitrate von 200Kbps verwendet. Der Verursachte Datentransfer dieses Streams liegt bei Durchschnittlich 500Kbps. Bei einer Upload Kapazi-

tät von maximal 10Mbit der Fachhochschule St. Pölten könnten diesen Stream rein rechnerisch ca. 20-25 Personen gleichzeitig konsumieren.

5.2 Test mit Hardware Encoder

Bei diesem Test wurde ein HD Video mit dem Exterity idatopr SDI Encoder mit verschiedenen Einstellungen in ein Sendefähiges 16:9 PAL Signal konvertiert und mit dem ctv-Senderlogo versehen. Sinn dieses Tests war es herauszufinden, mit welchen Einstellungen der Encoder das beste Ergebnis mit der geringsten Datenrate liefert.

Der Testaufbau war folgendermaßen (siehe auch Abbildung 17): Auf einem MAC-Rechner mit einer eingebauten AJA KONA 3 Video Capture Karte (siehe 5.2.3) und der installierten Software OnTheAir Video (siehe 5.2.2) wurde über eben diese Software ein HD Video (Intro_Videostudioeroeffnung_proress422.mov) abgespielt. Über das AJA KONA Control Panel (siehe Abbildung 25) werden die notwendigen Einstellungen getätigt. Auf dem MA Videosever wird über den Internet Explorer der Exterity idaptor Encoder konfiguriert und über den VLC Media Player wird das Signal empfangen und aufgezeichnet. Um das Signal mit dem VLC Media Player zu empfangen müssen die Netzwerkeinstellungen (Destination Address und Destination Port) des Exterity idaptor Encoders beim VLC Player eingestellt werden. Als Destination Address wurde die IP-Adresse 239.192.0.32 und als Destination Port wurde der Port 49408 verwendet.

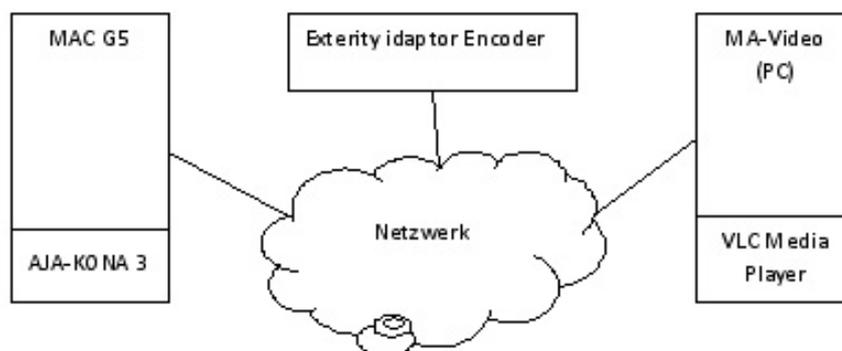


Abbildung 17: Aufbau für Test mit Hardware Encoder

Zuerst werden die einzelnen Komponenten des Tests näher erklärt und im Kapitel 5.2.4 werden die Ergebnisse des Tests beschrieben.

5.2.1 Exterity idaptor SDI Encoder

Der Exterity idaptor SDI Encoder akzeptiert AV-Inputs über einen BNC-Anschluss und Audio-Inputs über einen XLR-Stecker. Über ein Serial Digital Interface kann der Encoder entweder in ein MPEG-2 oder MPEG-4 Format codieren. In den folgenden Abbildungen wird näher erklärt welche verschiedenen Einstellungsmöglichkeiten über das Interface des Exterity idaptor möglich sind. Das Interface ist über den Internet Explorer durch die Eingabe der IP-Adresse des Encoders (192.168.0.32) zu erreichen.

Im Fenster General (Abbildung 18) werden die Hard- und Software Informationen der momentan verwendeten Einstellungen angezeigt und es besteht die Möglichkeit den Namen und den Ort (Location) wo der Encoder gerade genutzt wird zu ändern. Weiteres wird angezeigt welche Software Version, mit genauer Beschreibung, aktuell verwendet wird, die Seriennummer – also die MAC Adresse des Encoders, welche IP-Adresse dem Encoder zugewiesen ist, die exakte Produktbezeichnung, welches Interface aktuell verwendet wird und die Zeit seitdem der Encoder bereits läuft.

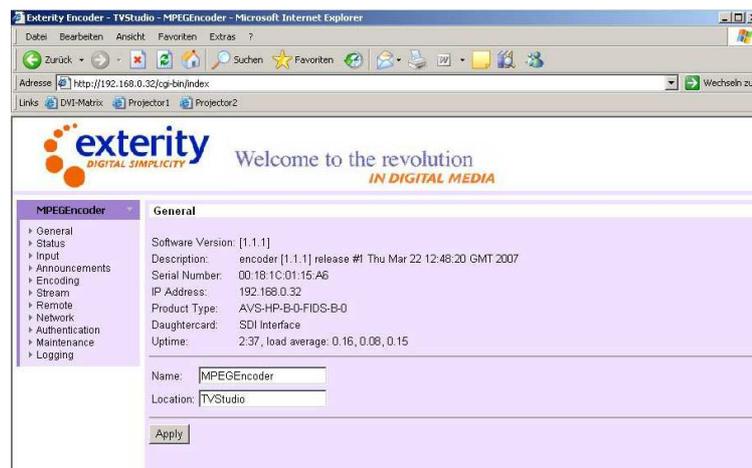


Abbildung 18: Exterity idaptor SDI Encoder Interface - General

Im Fenster Status (Abbildung 19) wird ein Überblick über die verwendeten Streaming Einstellungen angezeigt. Folgende Informationen können im Status Fenster abgelesen werden: Stream (Waiting, Initialising, Started oder Stopped), Video Format (PAL, NTSC oder None), Video Aspect Ratio (4:3 oder 16:9), Audio Input (AES oder Embedded), Stream Destination Address, Stream Destination Port, Stream Channel Name und Stream Channel Number.

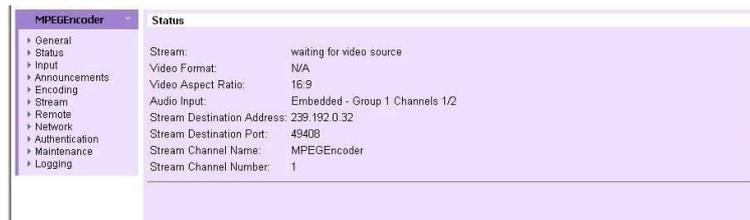


Abbildung 19: Exterity idaptor SDI Encoder Interface - Status

Im Fenster Input (Abbildung 20) können folgende Einstellungen vorgenommen werden: Audio Input (AES oder Embedded), SDI Audio Group, SDI Audio Channel (Channel 1&2 oder Channel 3&4), Video Aspect Ratio (4:3 oder 16:9) und Inverse Telecine Mode.



Abbildung 20: Exterity idaptor SDI Encoder Interface - Input

Im Fenster Encoding (Abbildung 21) werden Video und Audio Einstellungen vorgenommen. Darunter befinden sich: MPEG Standard (MPEG-2 oder MPEG-4), Bit Rate Mode (CBR oder VBR), Display Resolution (D1 – 720x576, VGA – 640x576, Half D1 – 352x576, CIF – 352x288, QVGA – 320x288 oder QCIF – 176x144), Maximum Video Bit Rate (abhängig von der eingestellten Bildschirmauflösung - Display Resolution), Average Video Bit Rate (abhängig von der eingestellten Bildschirmauflösung - Display Resolution) und Audio Bit rate (48Kbps – 384Kbps).

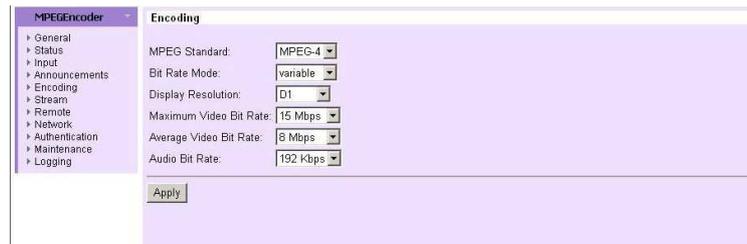


Abbildung 21: Exterity idaptor SDI Encoder Interface - Encoding

Im Fenster Stream (Abbildung 22) wird angezeigt, wie der Stream über das Netzwerk transportiert wird. Diese Informationen sind für den Player wichtig, der den Stream empfangen soll.



Abbildung 22: Exterity idaptor SDI Encoder Interface - Stream

Im Fenster Network (Abbildung 23) werden alle Einstellungen für das Netzwerk eingegeben, in dem sich der Encoder befindet. Dabei kann die Einstellung entweder automatisch unter Verwendung von DHCP erfolgen oder es kann manuell eingegeben werden.

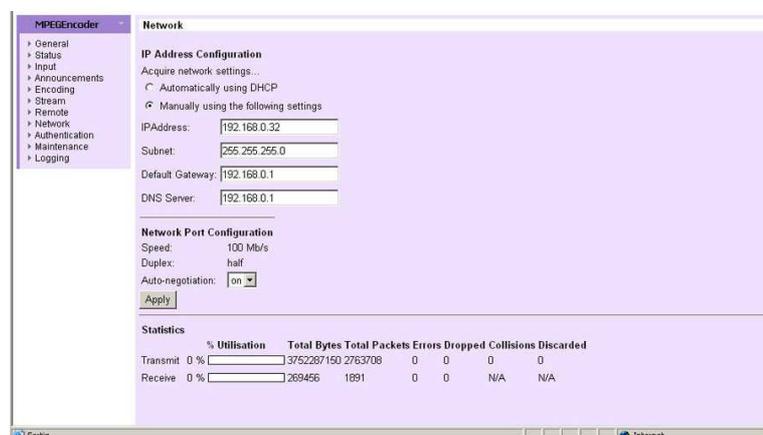


Abbildung 23: Exterity idaptor SDI Encoder Interface - Network

5.2.2 *OnTheAir Video*³³

OnTheAir Video ist eine einfach zu bedienende Anwendung für die Wiedergabe von Videos. Es läuft auf jedem MacPro oder PowerMac G5 mit Mac OS 10.4 oder höher.

Die Software kann für die automatisierte Wiedergabe von eigens erstellten Playlists, für lokale Ausstrahlungen oder Live-Shows verwendet werden. Dank der leistungsfähigen und zuverlässigen Wiedergabe-Engine, unterstützt OnTheAir Video, innerhalb der gleichen Playlist, viele verschiedene Video-Formate wie Apple ProRes, MPEG-4, MPEG IMX, DVCAM, DV, DVCProHD, DVCPro, DVCPro 50, DV50, Photo JPEG und M-JPEG. OnTheAir Video kann Videodaten in voller HD-Auflösung mit Apple ProRes, DVCProHD oder unkomprimierte Video-Clips wiedergeben. Alle Codecs können gemischt werden, aber die Bildgrößen müssen identisch sein. Das integrierte Overlay-Modul erlaubt die Verwendung eigener Grafiken bzw. Senderlogos.

OnTheAir Video ist eine offene Lösung und erfordert keine proprietäre Hardware, da es die Balckmagic DeckLink oder AJA Video-Karten verwendet. Die Wiedergabelisten basieren auf XML, das heißt sie können von einer externen Anwendung erstellt werden.

³³ Vgl. Softron Media Services (08.02.2009), <http://www.softronmedia.com/products/products/otav.html>



Abbildung 24: OnTheAir - Playlist (Quelle: <http://www.softronmedia.com/products/products/otav.html>)

5.2.3 AJA KONA 3³⁴

Bei der AJA KONA 3 handelt es sich um eine Dual Link HD-SDI PCIe-Karte mit 4:4:4 Unterstützung Video Capture Karte für MACs. Die Karte verfügt über folgende Spezifikationen:

- SDI, HD-SDI, Dual Link HD-SDI 4:4:4, und 4:4:4:4, 2K
- DVCProHD Hardware Beschleunigung
- HDV Hardware Beschleunigung
- Dynamic RT Extreme Hardware Beschleunigung
- Broadcast-Qualität Hardware 10-bit up-/cross-/down Konvertierung

³⁴ Vgl. AJA Video Systems Inc. (08.02.2009), http://www.aja.com/pdf/KONA_Line.pdf

- 12-bit HD Component und SD Component / Composite Analog Ausgang
- 10-bit HD/SD Video/key Ausgang
- Interner HD/SD Live Hardware Keyer
- 8-Kanal 24-bit AES und 16-Kanal Embedded Audio
- RS-422 Maschinen Kontrolle
- AJA QuickTime Treiber
- Output Unterstützung für Apple Final Cut Studio, Adobe After Effects, Photoshop und mehr
- Kabel Standard, K3-Box Breakout optional

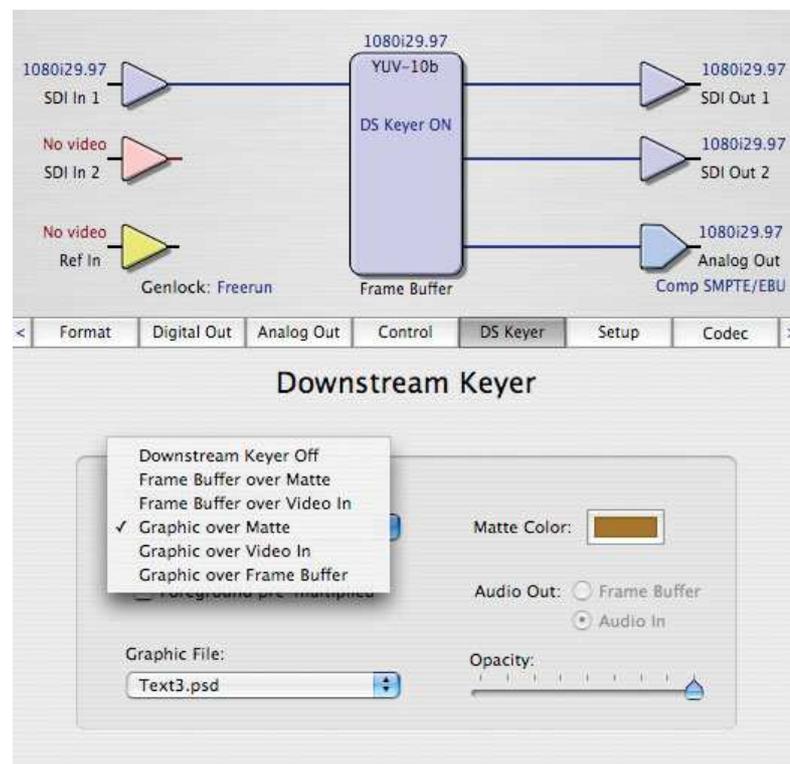


Abbildung 25: AJA KONA 3 Control Panel (Quelle: http://www.aja.com/html/products_macintosh_kona_3.html)

5.2.4 Auswertung und Diskussion der Ergebnisse

Die Tests wurden im Videostudio der Fachhochschule St. Pölten durchgeführt. Die Auswertung und Aufbereitung der Videos erfolgte in einem normalen Zimmer. Als

Ausgabemonitor wurde ein Samsung SyncMaster T240 mit einer Auflösung von 1920x1200 Pixel verwendet. Es herrschte keine spezielle Lichtsituation, normale Zimmerbeleuchtung durch eine Lampe von der Decke.

Für die Tests wurden folgende Einstellungen am Exterity idaptor Encoder für alle Testdurchläufe gleich eingestellt: Die verwendete Auflösung war PAL im Format 16:9. Für die Audioeinstellungen wurde als Input „Embedded“ gewählt, die SDI Audio Group war „Group1“, der SDI Audio Channel war „Channels 1/2“ und eine Audio Bitrate von 192Kbps. Zusätzlich wurde über die Software OnTheAir Video das Senderlogo von ctv integriert.

Und folgende Einstellungen wurden bei jedem Durchlauf geändert um herauszufinden mit welcher Einstellung das beste Ergebnis erreicht wird:

- MPEG-4, variable Bitrate (max. Bitrate: 15Mbps und average Bitrate: 8Mbps),
- MPEG-4, variable Bitrate (max. Bitrate: 8Mbps und average Bitrate: 4Mbps),
- MPEG-4, variable Bitrate (max. Bitrate: 2Mbps und average Bitrate: 1,5Mbps),
- MPEG-4, konstante Bitrate (12Mbps),
- MPEG-4, konstante Bitrate (6Mbps),
- MPEG-4, konstante Bitrate (2Mbps),
- MPEG-2, variable Bitrate (max. Bitrate: 15Mbps und average Bitrate: 8Mbps),
- MPEG-2, variable Bitrate (max. Bitrate: 8Mbps und average Bitrate: 4Mbps),
- MPEG-2, variable Bitrate (max. Bitrate: 2Mbps und average Bitrate: 1,5Mbps),
- MPEG-2, konstante Bitrate (12Mbps),
- MPEG-2, konstante Bitrate (6Mbps), (vorgegebene Bitrate von OKTO TV)
- MPEG-2, konstante Bitrate (2Mbps),

Es wurden also insgesamt 12 Testläufe durchgeführt.

Das Ergebnis ist eigentlich so ausgefallen wie es zu erwarten war, die beste Qualität lieferten die Einstellungen mit einer variablen Bitrate (max. Bitrate: 15Mbps und average Bitrate: 8Mbps) und mit einer konstanten Bitrate von 12Mbps. Überraschend war, dass

eigentlich kein wirklicher Unterschied zwischen MPEG4 und MPEG2 zu sehen ist. Der einzig nennenswerte Unterschied ist, dass bei MPEG2 die Farben intensiver sind. In Abbildung 26 sind zwei Screenshots aus den Videos „variable Bitrate (max. Bitrate: 15Mbps und average Bitrate: 8Mbps)“ zu sehen, wobei das obere Bild mit MPEG2 codiert ist und das untere mit MPEG4. Ein Screenshot des Original Videos ist in der Abbildung 27 zu sehen.

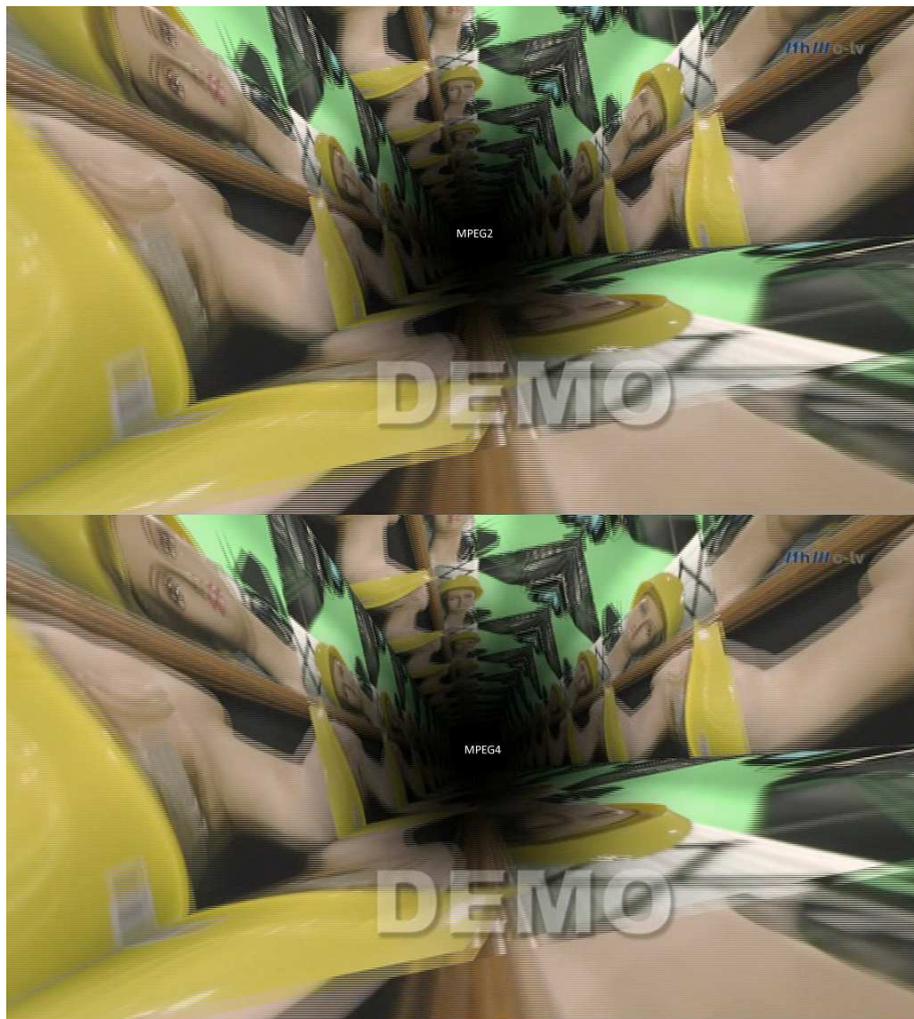


Abbildung 26: variable Bitrate (max. Bitrate: 15Mbps, average Bitrate: 8Mbps)



Abbildung 27: Screenshot des Original Videos

Das beste Verhältnis zwischen Qualität und Größe erreichte die Einstellung mit variabler Bitrate (max. Bitrate: 15Mbps und average Bitrate: 8Mbps) mit MPEG4 Codierung. Die Original Datei ist 432 MB groß und die angesprochene Datei ist 33,2 MB groß. Um diese Werte besser vergleichen zu können sind in Tabelle 2 alle Dateien und deren Größe in aufsteigender Reihenfolge angegeben.

Datei	Größe
MPEG-4, VBR, 2Mbps – 1,5Mbps	8,8 MB
MPEG-2, VBR, 2Mbps – 1,5Mbps	9,32 MB
MPEG-4, CBR, 2Mbps	10,6 MB
MPEG-2, CBR, 2Mbps	10,7 MB
MPEG-4, VBR, 8Mbps – 4Mbps	23,8 MB
MPEG-2, VBR, 8Mbps – 4Mbps	26,8 MB
MPEG-4, CBR, 6Mbps	30,2 MB
MPEG-2, CBR, 6Mbps	30,3 MB
MPEG-4, VBR, 15Mbps – 8Mbps	33,2 MB
MPEG-2, VBR, 15Mbps – 8Mbps	39,3 MB
MPEG-2, CBR, 12Mbps	59,4 MB
MPEG-4, CBR, 12Mbps	60,7 MB
Original	432 MB

Tabelle 2: Größe der Ausgegebenen Dateien

In Abbildung 28 wurden die durchgeführten Testläufe aufgrund der subjektiven Bildqualität beurteilt und gegenübergestellt. Die Graphen stellen jeweils die drei Testläufe mit einer MPEG2 bzw. MPEG4 Codierung mit einer variablen Bitrate und mit einer konstanten Bitrate dar. Bei der Subjektiven Bildqualität wurden folgende Faktoren beachtet:

- Lesbarkeit des ctv Senderlogos
- Farbdarstellung des Bildes
- Artefakte

- Bildschärfe bzw. Bildunschärfe
- Kontrast
- Rauschen

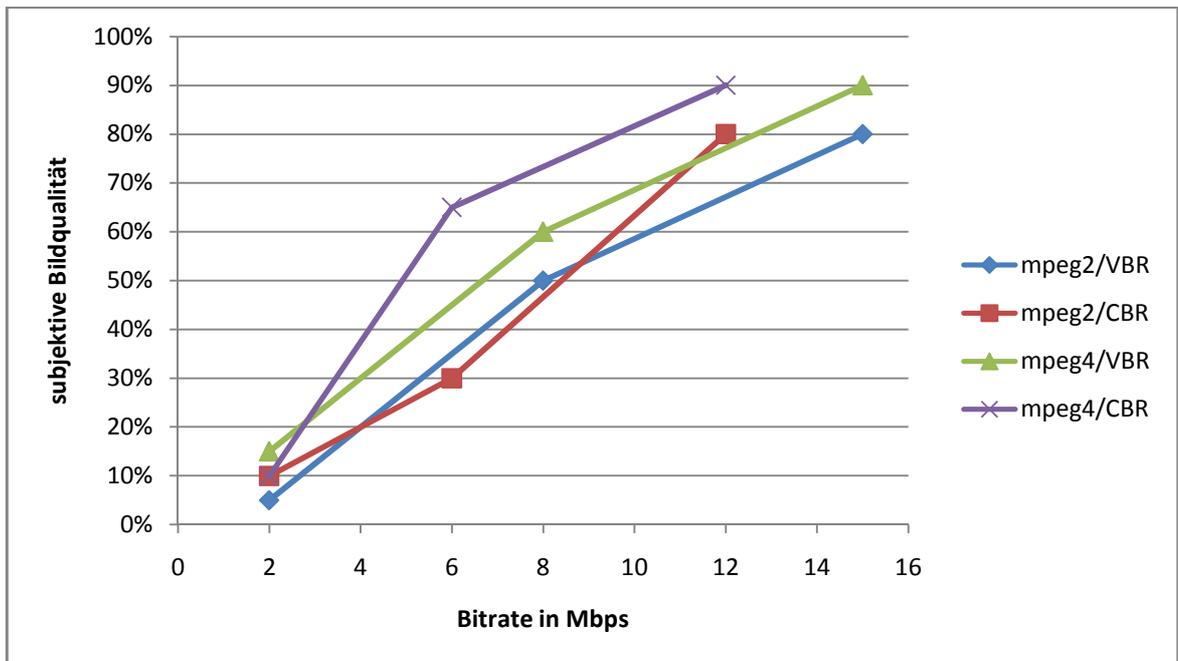


Abbildung 28: Gegenüberstellung der subjektiven Bildqualität mit MPEG2 und MPEG4 Codierung mit variabler und konstanter Bitrate

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die beste Einstellung mit einer variablen Bitrate (max. Bitrate: 15Mbps und average Bitrate: 8Mbps) ist. Ob das Video nun mit MPEG2 oder MPEG4 codiert wird hängt von der jeweiligen Nutzung des Videos ab, da es in der Qualität kaum Unterschiede gibt. Die Videos mit einer konstanten Bitrate von 12Mbps sind qualitativ auch fast so gut, aber durch den großen Speicherverbrauch sind diese nicht zu empfehlen. Die Einstellungen mit 8Mbps VBR und 6 Mbps CBR, welche von OKTO TV vorgeben werden, sind als eher durchschnittlich zu betrachten. Alle anderen Einstellungen sind qualitativ nicht zufriedenstellend. Um dies zu verdeutlichen sieht man in Abbildung 29 einen Screenshot aus dem Video mit konstanter Bitrate von 2Mbps mit einer MPEG-2 Codierung und in Abbildung 30 einen Screenshot aus dem Video mit variabler Bitrate (max. Bitrate: 2Mbps und average Bitrate: 1,5Mbps) und einer MPEG-4 Co-

dierung. Weiteres ist noch zu erwähnen dass in diesen beiden Screenshots das Senderlogo von ctv kaum mehr zu erkennen ist.



Abbildung 29: MPEG-2, konstante Bitrate von 2Mbps



Abbildung 30: MPEG-4, variable Bitrate (max. Bitrate: 2Mbps und average Bitrate: 1,5Mbps)

6 Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit bestand darin herauszufinden, ob es möglich ist, aus dem Videostudio der Fachhochschule St. Pölten ein Web-TV Signal auf eine Webseite zu streamen und auf welche Parameter dabei geachtet werden muss. Im bereits vorgegeben Aufbau im Videostudio der Fachhochschule St. Pölten wurden verschiedenen Auflösung und Framraten getestet. Daraus ergab sich das Ergebnis das das effektivste und beste Signal mit einer Auflösung von 320 x 180 Pixel bei einer Framrate von 15 fps ist. Es ist also grundsätzlich möglich, ein Web-TV Signal zu senden, allerdings nur für eine begrenzte Anzahl an User, die durch die Bandbreite der Fachhochschule St. Pölten gegeben ist. Diese maximale Anzahl konnte im praktischen Test durch mangelnde Testpersonen leider nicht herausgefunden werden. Es wird geschätzt, dass die maximale Userzahl bei ca. 20-30 Personen liegt, die gleichzeitig einen Livestream mit verfolgen können.

Im zweiten Test sollte die bestmögliche Einstellung des Hardware Encoders Exterity idaptor herausgefunden werden. Bei den einzelnen Test mit unterschiedlichen Einstellungen wurde folgendes Ergebnis dokumentiert: Umso höher die Bitrate eingestellt ist, egal ob mit einer variablen oder konstanten Bitrate, umso besser ist die subjektive Qualität, aber natürlich auch der Speicherplatzverbrauch.

In Kapitel 2 wurde ein Überblick gegeben, wie sich Fernsehen und Internet bis heute entwickelt haben und wie sich aus diesen Medien IPTV entwickelt hat. Diese Entwicklung war durch die Digitalisierung der einzelnen Medien und die daraus resultierende Verschmelzung bzw. Konvergenz von Fernsehen und Internet möglich. Da es sich eben nicht mehr um zwei voneinander unabhängige Medien handelt, war es nur eine Frage der Zeit bis sich ein Medium entwickelt, dass auf die Vorteile beider Medien zurück greift. Das daraus resultierende Medium IPTV bietet dem Endkunden die Möglichkeit beide Dienste über dieselbe Datenleitung ins Haus geliefert zu bekommen.

Die aktuelle Marktsituation von IPTV, die im Kapitel 4 behandelt wird, ist in den meisten Ländern noch nicht so ausgereift. Aber durch die technische Weiterentwicklung der Netze und die daraus resultierende höhere Bandbreite und die größere Netzabdeckung werden in den nächsten Jahren für einen großen Zuwachs an IPTV Kunden sorgen. Ist es in

Österreich oder Deutschland momentan für die Kunden einfach noch teurer das Fernsehsignal über eine Internetleitung zu beziehen, haben es andere Länder, wie Frankreich oder Hongkong, bereits geschafft diesen neuen Distributionskanal erfolgreich einzuführen. An diesen Beispielen können sich andere Länder orientieren, um eine vernünftige Infrastruktur für IPTV zu schaffen. Ein weiterer wichtiger Aspekt für die erfolgreiche Einführung von IPTV ist es, einen Mehrwert für den Kunden anzubieten. Diesen Mehrwert können die Anbieter über exklusive Inhalte, spezielle Interaktivitätsangebote oder durch einen einheitlichen Endpreis für Kommunikation und elektrische Medien mit den so genannten Triple Play Angeboten erreichen.

Das Ergebnis der Arbeit lässt darauf schließen, dass sich der gesamte Fernsehmarkt in den nächsten Jahren stark verändern wird und IPTV dabei eine zentrale Rolle übernehmen wird. Es ist nicht auszuschließen dass in 20 oder 30 Jahren IPTV in manchen Ländern der Hauptdistributionskanal für Fernsehsignale sein könnte, wie es heute bereits in Hongkong der Fall ist.

7 Anhang

7.1 Literaturverzeichnis

SCHMIDT, Dr. Ulrich (2003): Professionelle Videotechnik, 3. Auflage, Springer

BROSZEIT, Jörg (2007): IPTV und Interaktives Fernsehen, VDM Verlag Dr. Müller

SIMPSON, Wes (2008): Video Over IP, 2. Auflage, Elsevier

BIEBELER, Ralf (2007): Video-Codecs (Codecfibel), 1. Auflage, Schiele und Schön

BRUNS, Kai; MEYER-WEGENER, Klaus (2005): Taschenbuch der Medieninformatik, Fachbuchverlag Leipzig

HARTE, Lawrence (2006): IPTV Dictionary, Althos

OECD (2007), "IPTV: Market Developments and Regulatory Treatment", OECD Digital Economy Papers, No. 137, OECD publishing, © OECD.

7.2 Quellenangaben aus dem Internet

o.V. Medienkonvergenz, Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, 12.01.2009,
<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Medienkonvergenz&oldid=52919852>

o.V., Fernsehen, Microsoft® Encarta® Online-Enzyklopädie 2008, 12.01.2009,
http://de.encyclopedia.msn.com/encyclopedia_761559903/Fernsehen.html

o.V. Fernsehen, Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, 12.01.2009,
<http://de.wikipedia.org/wiki/Fernsehen>

o.V., Internet, Microsoft® Encarta® Online-Enzyklopädie 2008, 15.01.2009,
http://de.encyclopedia.msn.com/encyclopedia_721527407/Internet.html

o.V., Terrestrisch, ITWissen Das große Online Lexikon für Informationstechnologie,
04.02.2009, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Terrestrisch-terrestrial.html>

o.V., IPTV, Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, 26.01.2009,
http://de.wikipedia.org/wiki/IPTV#cite_note-1

o.V. Moving Pictures Expert Group, Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, 05.02.2009,
http://de.wikipedia.org/wiki/Moving_Picture_Experts_Group

ViewCast Corporate Headquarters, 08.02.2009,
<http://www.viewcast.com/download/Osprey700datasheet.pdf>

Softron Media Services (08.02.2009),
<http://www.softronmedia.com/products/products/otav.html>

AJA Video Systems Inc. (08.02.2009), http://www.aja.com/pdf/KONA_Line.pdf

Telekom Austria AG, (15.02.2008)
<http://www.telekom.at/portal/site/telekom/menuitem.dacebe59c0f5ab5c5cf20310d3a041ca/?vgnnextoid=066c70e951f4c110VgnVCM100000230a14acRCRD>

Ocilion IPTV Technologies GmbH, (16.02.2009)
http://www.ocilion.com/Bilder/1/MA/12/1/White_Paper_D-Ansicht.pdf

Landesanstalt für Medien Nordrhein-Westfalen (LfM), (17.02.2009),<http://www.lfm-nrw.de/downloads/iptv.pdf>

Deloitte & Touche GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, (10.02.2009),
http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/de_TMT_R_NextGenTV_300408.pdf

7.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung einer Nipkow-Scheibe (Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_des_Fernsehens)	5
Abbildung 2: Abschattung der terrestrischen Welle (Quelle: Schmidt, S. 178)	10
Abbildung 3: FTTP System mit einem PON (Quelle: Simpson, S. 13)	12
Abbildung 4: Digital Subscriber Line (DSL) (Quelle: Simpson, S. 15)	13
Abbildung 5: Beispielkonfiguration für IPTV auf Kundenseite (Quelle: Broszeit, S. 14)	16
Abbildung 6: DVB-IPTV Zeitleiste (Quelle: http://www.dvb.org/technology/fact_sheets/DVB-IPTV%20Fact%20Sheet.0908.pdf)	16
Abbildung 7: Triple Play Dienste (Quelle: http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Triple-Play-triple-play.html)	20
Abbildung 8: Vereinfachte Darstellung einer Kompression (Quelle: Simpson, S. 91)	21
Abbildung 9: Vergleich der MPEG Video Kompressionen (Quelle: Simpson, S. 122)	26
Abbildung 10: Vergleich der MPEG Audio Standards (Quelle: Simpson, S. 120)	28
Abbildung 11: IPTV-Nutzer in Frankreich (Quelle: http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/de_TMT_R_NextGenTV_300408.pdf)	34
Abbildung 12: Marktanteile TV-Plattformen und IPTV-Nutzer in Hongkong (Quelle: http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/de_TMT_R_NextGenTV_300408.pdf)	38
Abbildung 13: Ansätze zur Differenzierung über Interaktivität (Quelle: http://www.deloitte.com/dtt/cda/doc/content/de_TMT_R_NextGenTV_300408.pdf)	40
Abbildung 14: webtv.fhstp.ac.at	43
Abbildung 15: Adobe Flash Media Server - Verwaltungskonsole (Quelle: http://www.adobe.com/de/devnet/flashmediaserver/articles/wm_flash_transition_guide/wm_flash_transition_guide_de.pdf)	44

Abbildung 16: Adobe Flash Media Encoder - Benutzeroberfläche	46
Abbildung 17: Aufbau für Test mit Hardware Encoder	51
Abbildung 18: Exterity idaptor SDI Encoder Interface - General	52
Abbildung 19: Exterity idaptor SDI Encoder Interface - Status	53
Abbildung 20: Exterity idaptor SDI Encoder Interface - Input	53
Abbildung 21: Exterity idaptor SDI Encoder Interface - Encoding	54
Abbildung 22: Exterity idaptor SDI Encoder Interface - Stream	54
Abbildung 23: Exterity idaptor SDI Encoder Interface - Network	54
Abbildung 24: OnTheAir - Playlist (Quelle: http://www.softronmedia.com/products/products/otav.html)	56
Abbildung 25: AJA KONA 3 Control Panel (Quelle: http://www.aja.com/html/products_macintosh_kona_3.html)	57
Abbildung 26: variable Bitrate (max. Bitrate: 15Mbps, average Bitrate: 8Mbps)	59
Abbildung 27: Screenshot des Original Videos	60
Abbildung 28: Gegenüberstellung der subjektiven Bildqualität mit MPEG2 und MPEG4 Codierung mit variabler und konstanter Bitrate	62
Abbildung 29: MPEG-2, konstante Bitrate von 2Mbps	63
Abbildung 30: MPEG-4, variable Bitrate (max. Bitrate: 2Mbps und average Bitrate: 1,5Mbps)	63

7.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Unterschied zwischen IPTV und WEB TV (Quelle: http://www.iptv-anbieter.info/unterschied-iptv-webtv.html#webtvtechniken)	18
Tabelle 2: Größe der Ausgegebenen Dateien	61