

Online privat für die Übertragung von Audio und Video

## → Online: Was ist technisch möglich?\*

Von Ulrich Reimers\*\*

**Sind klassische Rundfunkinhalte onlinefähig?**

Wenn Sie versuchen, das Thema Online mit irgendetwas zu verbinden, was Sie selbst mit Internet-Inhalten am heimischen PC erlebt haben, dann geht es immer um Dinge wie den Aufruf und das Warten nach dem Aufruf einer Webseite. Wir alle kennen diesen Spruch „www gleich World Wide Wait„. Es geht darum, dass Sie sich kaum trauen, über Ihren Internetzugang einmal anspruchsvolle Graphik oder anspruchsvolle Bilder herunterzuladen, weil Sie fürchten, das Laden könnte lange dauern und damit auch noch teuer werden. Mein Vortrag heute widmet sich dem Thema, was denn nun tatsächlich – zum Teil heute schon, spätestens aber im Jahr 2005 – mit diesen Onlinezugängen bei der Übertragung nicht nur von einzelnen Webseiten, sondern der Übertragung von klassischem Audio und klassischem Video möglich ist. Warum diese Frage? Weil im Zusammenhang mit der Diskussion über Onlinemedien und Rundfunkanbieter natürlich irgendwann die Frage kommt: Wann sind die klassischen Rundfunkinhalte onlinefähig? Wann werden die Nutzer in der Lage sein, auf Internetzugängen Programmangebote aus dem klassischen Repertoire von Hörfunk und Fernsehen wahrzunehmen?

**Bei Jugendlichen steht Unterhaltungsfunktion bei der Nutzung von PC und WWW ganz oben**

Wenn ich abends nach Hause komme, und ich gehe in das Zimmer meines 18-jährigen, läuft da der PC und er hört gleichzeitig Musik. Das liegt nicht daran, dass er am PC sitzt und parallel dazu eine CD läuft oder ein anderes Abspielmedium. Nein, bei ihm läuft die Musik über den PC, und gleichzeitig arbeitet er an dem PC auch noch mit ganz anderen Dingen. Dies ist kein Einzelfall. 42 Prozent derjenigen, die heute zwischen 14 und 19 Jahre alt sind, setzen an die erste Stelle in der Internetnutzung das Thema Entertainment. Diese Dimension möchte ich in meinem Vortrag beleuchten. Ich werde zu Anfang über die Zugangsnetze für Onlinedienste im Jahr 2005 berichten. Dann werden wir uns mit dem Thema Audio über derartige Zugangsnetze beschäftigen, um uns danach Video über Zugangsnetzen zuzuwenden und das Ganze abschließend zu bewerten.

### Kriterien aus Sicht des Nutzers

**Zugangskosten spielen entscheidende Rolle für Internetautzer**

Wenn Sie den Privatkunden fragen, was ihm eigentlich wichtig an einem solchen Zugangsnetz ist, dann werden an allererster Stelle die Verbindungskosten genannt. Das waren in der Vergangenheit

meistens Verbindungskosten, die minutenweise abgerechnet wurden. Diese Zeiten gehen heute dem Ende entgegen. Sie haben heute für zum Beispiel 18 € eine Verbindung, die den ganzen Monat in Betrieb bleibt, und das Wunderbare daran ist, was immer Sie mit diesem Internetzugang machen, sie wissen, es tickt im Hintergrund kein Gebührenzähler. Man nennt so etwas Flat Rate.

Dann geht es dem Privatnutzer um die Verfügbarkeit, neudeutsch Quality of Service. Diese Quality of Service ist ein ganz weiter Begriff. Aber bei Quality of Service spielt zum Beispiel das „Reinkommen„ eine große Rolle: Wenn Sie an einem Samstag Nachmittag ins Internet gehen, stellt sich sofort die Frage: Kommt man denn rein? Es kann passieren, dass man abgewiesen wird, weil die Zugänge Samstag nachmittags typischerweise hoch belastet und deswegen unter Umständen für sich neu einwählende Kunden für einige Zeit blockiert sind. Quality of Service heißt also unter anderem Erreichbarkeit. Wenn Sie den Fernsehempfänger oder den Radioempfänger einschalten, ist die Quality of Service garantiert. Das Programm ist da, sobald Sie einschalten. Das ist bei Onlinezugängen nicht garantiert und Grund für viel Frustration.

**Quality of Service: Erreichbarkeit**

Und schließlich geht es um die so genannte Datenrate. Wir sprechen zunächst über Bits und Bytes – hier ein paar Zahlen. Das berühmte Bit ist die elementare Einheit der Informationstheorie. Die Informationstheorie ist die Theorie der Entscheidung, und die simpelste Entscheidung, die sie treffen können, ist die zwischen zwei Zuständen: Strom fließt/ Strom fließt nicht, schwarz/weiß. Dies bezeichnet das Binary Digit, kurz Bit. Acht solcher Bits ergeben das Byte. Und ein Byte ist genau die Zahl der Entscheidungen, die man braucht, um einen Buchstaben zu übertragen. Dann kommen wir gleich zu Kilobit (kbit). Den Wert Kilo würde jeder mit dem Wert 1000 belegen. In der Informationstechnik wird aber mit Zweierpotenzen gerechnet, also entspricht Kilo hier  $2^{10}$  Bit. Das ist fast genau 1000, in Wirklichkeit 1024. Und gleich kommt noch mal der Begriff Megabit (Mbit) vor. Das sind dann  $2^{20}$  Bit oder  $2^{10}$  Kilobit, ungefähr also 1 Million Bit. Überträgt man diese Daten, so interessiert die Zahl der Bit, welche man pro Zeiteinheit versenden oder empfangen kann, das nennt man dann Datenrate, die zum Beispiel in Kilobit pro Sekunde (kbit/s) angegeben wird.

**Geschwindigkeit der Netze: Unterschiedliche Datenraten**

### Datenraten bei verschiedenen Techniken

Als Referenz: Wenn man heute zu Hause ins Internet geht und dazu einen „guten alten„ ISDN-Zugang nutzt, stehen einem realistisch etwa 7000 Buchstaben pro Sekunde zur Verfügung. Und wenn Sie das jetzt mit acht multiplizieren, weil ja doch ein Byte acht Bit entspricht, erhält man 56000 derartiger Entscheidungen pro Sekunde oder 56 kbit/s. Und mit dieser Messgröße ist dann die Datenrate des Internetzugangs ISDN beschrieben. Wenn ich im Folgenden von Datenraten spreche, so meine ich damit realistisch zu erwartende Werte. Andere veröffentlichen maximal Grenzwerte wie in einem

**Referenz ISDN: 56 Kilobit/Sekunde**

\* Überarbeitete Bandabschrift des Vortrags auf dem 4. KEF-Symposium „Rundfunk online“ am 7. März 2002 beim Zweiten Deutschen Fernsehen in Mainz.

\*\* Technische Universität Braunschweig; Mitglied der KEF.

Verkaufsprospekt. Für das ISDN wäre dieser Grenzwert übrigens 64 kbit/s.

**DSL derzeit beliebtester schneller Internetzugang bei Privatkunden**

Die Zugangstechnik für schnelle Internetzugänge für den privaten Kunden, die in Deutschland im Moment einen gewaltigen Aufschwung erlebt, ist das so genannte xDSL, bei der Deutschen Telekom T-DSL genannt. So etwas gibt es aber auch von privaten Anbietern, von QSC zum Beispiel. DSL steht für Digital Subscriber Line, also den digitalen Zugang zum Kunden. In Deutschland existieren derzeit etwa 2,5 Millionen derartiger Anschlüsse. Und das ist eine wirklich dramatisch zu nennende Entwicklung, denn noch vor eineinhalb Jahren lag die Zahl bei unter 200 000. Die Telekom räumt hier im Moment den Markt ab. Das Onlinenetz T-DSL ist daher sicherlich das dominierende Breitband-Zugangsnetz für das Jahr 2005. Man nennt es Breitband-Zugangsnetz, weil es deutlich höhere Datenraten erlaubt als zum Beispiel ISDN. Damit können nämlich heute realistisch 50 000 Byte/s oder 400 kbit/s übertragen werden, also etwa siebenmal so viel, wie das realistisch beim ISDN-Zugang passiert. Der Grenzwert, den man in jedem Prospekt liest, liegt bei etwa 700 kbit/s – den allerdings habe ich in der Praxis noch nie nutzen können.

**Kabelmodems erst an wenigen Orten verfügbar**

Es gibt eine vergleichbare Datenrate auch über Kabelmodems, die dieselben Zugangsqualitäten liefern wie die DSL-Netze. Kabelmodems verbinden den PC mit dem klassischen Fernseekabelanschluss in Ihrem Haus. Sie wären nun gerade die Modems, von denen wir erwartet hätten, dass die neuen Kabelnetzbetreiber sie ins Feld bringen. Bisher gibt es sie erst in wenigen Kabelnetzen, aber ich gehe davon aus, dass sie in Baden-Württemberg, Hessen und Nordrhein-Westfalen in absehbarer Zukunft in verstärktem Maße bereitgestellt werden. Wie es allerdings im Rest der Bundesrepublik aussieht – Sie wissen, die Kabelnetze sind eben dort noch nicht verkauft –, wird man sehen.

**Kabelmodems können 800 kbit/s und mehr bieten**

Je nachdem was ein Kabelnetzbetreiber seinen Kunden anbieten möchte, kann er über Kabelmodems hohe Datenraten von zum Beispiel 800 kbit/s bereitstellen. Der Wettbewerb mit den Kabelnetzbetreibern wird dann dazu führen, dass auch die xDSL-Anbieter Gas geben und die von Ihnen bereitgestellte Datenrate auf 800 kbit/s erhöhen – und wenn es denn sein muss, geht technisch durchaus noch mehr. Das heißt, wir werden im Jahr 2005 auch im privaten Haushalt einen preisgünstigen Internetzugang haben können, der auch im täglichen Betrieb Datenraten von zum Beispiel 800 kbit/s bereitstellt. Und diese braucht man, insbesondere wenn es um akzeptable Videoqualitäten geht.

**Andere Zugangsnetze haben nur in der Nische Bedeutung**

Es gibt andere Zugangswege, zum Beispiel über die Stromleitung, so was nennt man neudeutsch Power Line. Also Stecker in die Steckdose, und Sie sind online. Oder aber auch über individuelle Funknetze oder über Netze, die Satelliten nutzen. Diese Zugangsvarianten bleiben sicherlich ein Nischenutzungsbereich.

**Qualitäten der Audio- und Videoübertragung online**

Was bedeuten diese im Internet möglichen Datenübertragungsraten für den Audio- und Videobereich? Zunächst zur Übertragung von Audio: Wenn Sie Ihren CD-Player heute abspielen, dann ist dieses ein Player, der erzeugt digitale Information. Und was der abspielt – so ungefähr 1,4 Mbit/s – das ist die Referenzqualität (vgl. Tabelle 1). Da würde jeder von Ihnen sagen, CD-Tonqualität ist das Optimum, da will ich hin. Bei DAB im digitalen Hörfunk wird dieser Datenstrom von etwa 1,4 Mbit/s zum Beispiel schon (nach Einsatz einer Technik zur Reduktion der benötigten Datenrate) mit etwa einem Siebtel, nämlich mit 192 kbit/s übertragen. Und Sie werden auch bei DAB sagen: tolle Tonqualität. Wie oben erläutert, stellt so ein breitbandiger Internetzugang schon heute 400 kbit/s zur Verfügung. Radioqualität in einem Onlinenetz ist damit ohne Probleme möglich, zumindest für diejenigen, die xDSL oder Kabelmodems nutzen. Und noch eine Ergänzung: Wahrscheinlich haben die meisten von Ihnen auch den Begriff MP3 schon mal gehört. Das ist der Name für eine Toncodierung, also eine weitere Technik zur Verringerung der Datenrate, mit dem sich junge Leute – oder auch ältere – Musik aus dem Internet herunterladen. Bei MP3 können Sie anständige Tonqualität schon mit zum Beispiel 64 kbit/s erzielen. Und auch dieser Wert wird sich bei zukünftigen Toncodierungsverfahren noch verringern lassen, so dass man im Fazit ganz klar sagen kann, das Zugangsnetz des Jahres 2005 in privaten Haushalten ist hochqualitativ audiofähig. Und eigentlich ist es das heute schon.

**Audioübertragung: Bereits heute online in guter Qualität**

① **Datenraten für Live-Programme**  
in Mbit/s

	Audio	Video
Im Studio	1,4	166,0
Heute bei der Rundfunkübertragung per		
DAB	0,2	
DVB		4,0
Im Jahr 2005 in Online-Netzen	0,05	1,5

Als Internetnutzer steht Ihnen heute schon kostenfrei Software zur Verfügung, die kaum Wünsche offen lässt bezüglich Bedienung, Tonqualität und Audioauswahl. Als Beispiel demonstriere ich Ihnen hier ein Programm von einem Provider namens Spinner. Diese klitzekleine Software läuft auf Ihrem PC, und mit dieser Software steht Ihnen ein guter Teil der Musikbibliothek der Welt zum kostenfreien Hören zur Verfügung. Aus wahrscheinlich über 300 Musiksparten kann ich meine bevorzugten Sparten in einer Liste zusammenstellen. Dann wähle ich eine dieser Sparten mit einem Mausclick aus und höre die zugehörige Musik den ganzen Tag über und praktisch ohne jede Unterbrechung. Außerdem wird mir zu dem Titel, der in einer gewählten Sparte zur Zeit gerade läuft, Information über den Interpreten etc. angezeigt.

**Spezielle Software erleichtert Zugang zu Audioangeboten**

**Online uneingeschränkt für Audiodienste geeignet**

Musik in höchster Qualität ist im Internet heute möglich. Und da Musik im Vergleich zu anderen Programminhalten die höchsten Anforderungen an die Tonqualität stellt, können Sie daraus ableiten, dass andere typische Audioinhalte wie Sprache und Kommentare in ähnlicher Form heute ebenso möglich wären. Konkret heißt das, dass im Internet dem Nutzer eine Weltbibliothek von Musik kostenfrei, ohne Werbeunterbrechungen und 24 Stunden rund um die Uhr zur Verfügung steht. Wenn ich abends in meinem Institut in der Spätschicht alleine im Büro arbeite, läuft im Hintergrund Musik aus einer der mehr als 20 Jazz-Sparten, die mir da angeboten werden. Es ist kostenfrei, und ich habe mein Transistorradio, das ich früher im Büro für diese Zwecke hatte, wieder mit nach Hause genommen. Und wenn ich schnell mal die Nachrichten hören will, dann empfangen ich auch NDR-Info oder das Deutschlandradio im Internet. Aber die riesige Musikauswahl ist, denke ich, das Eindrucksvollste. Und das ist schon der Stand heute.

**Video: Datenraten zu niedrig für befriedigende Live-Übertragung**

Wie ist es denn nun mit Video? Kann ich im Jahr 2005 damit rechnen, dass die Netzzugänge so gut geworden sind, dass ich auch das klassische Fernsehmedium darstellen kann? Hier beginne ich wieder mit drei Zahlen. Ein digitales Fernsehstudio produziert heute 166 Mbit/s, um ein Fernsehbild zu erzeugen. Das ist also etwa 120-mal mehr als Ihre CD für ein Audioprogramm braucht. Das heißt, bei Video sind riesengroße Datenraten erforderlich. Bei der Ausstrahlung von digitalem Fernsehen (DVB – Digital Video Broadcasting) verwenden wir typischerweise nur noch 4 Mbit/s. Das heißt, es stehen sehr leistungsfähige Verfahren der Bildcodierung zur Verfügung, mit denen es gelingt, die Datenraten um den Faktor 40 zu komprimieren, ohne dass Sie Beeinträchtigungen der Bildqualität wahrnehmen.

Das wird in Zukunft noch besser werden. Schon mit nur noch 1,5 Mbit/s werden wir zukünftig Bilder guter Qualität übertragen können. Qualität, die dann ausreicht, auf einem typischen Fernsehbildschirm dargestellt zu werden, ohne dass der Zuschauer im Fernsehsessel laufend Beeinträchtigungen feststellt. Und die Frage lautet natürlich jetzt: Ist ein privater Onlinezugang geeignet, um diese gute Bildqualität bei 1,5 Mbit/s bereitzustellen? Die Antwort lautet: Nein. Wie oben bereits angedeutet, liefern die Netze auf absehbare Zeit Datenraten bis zu 800 kbit/s. Das heißt, Livefernsehen über den Internetzugang, vor allen Dingen auf dem großen Fernsehempfänger im Wohnzimmer, ist heute und auch in absehbarer Zeit nicht möglich. Lassen Sie sich da von technischen Demonstrationen und von Verkaufsprospekten nicht verwirren. Ich könnte Ihnen auch in meinem Institut heute bereits das Gegenteil beweisen. Aber ich behaupte, dass die Bereitstellung von fernsehgeeigneten Internetzugängen in der Fläche aus wirtschaftlichen Gründen nicht stattfinden wird. Andererseits muss es ja auch nicht immer Live sein. Es wird künftig Geräte für das Wohnzimmer geben, bei denen wird eine

Speicherplatte, wie wir sie vom PC kennen, eingebaut sein. Und dann kann man eben über Nacht das Programm mit geringerer Datenrate übertragen, es aufzeichnen und morgens steht es zeitversetzt zur Verfügung. Für Filme sicherlich prima, aber uninteressant für Programme wie das „heutejournal“, oder für ein Fußball-Länderspiel.

Ich zeige Ihnen nun einmal Videos mit unterschiedlichen Datenraten – bis hin zu 1 Mbit/s. Sie sehen, dass sogar ein Live-Videostream mit einer Übertragungsrate von 1 Mbit/s nur eine sehr bescheidene Bildqualität liefert. Man sieht flackernde Kanten, man sieht alle möglichen Artefakte usw. Etwas anders stellt sich die Situation übrigens dar, wenn man das Videomaterial so bearbeitet, dass es ganz gezielt auf die Übertragung mit niedriger Datenrate optimiert wird. Wie das jetzt folgende Demonstrationsvideo zeigt, lässt sich dann eine recht ansehnliche Bildqualität erreichen. Bereits heute gibt es da Beispiele wie kurze Clips oder Trailer für Kinofilme.

Ein Problem der Bereitstellung von Fernsehprogrammen über Online-Zugänge habe ich noch gar nicht angesprochen: Das, was ich jetzt hier vorgeführt habe, bedeutet, dass der komplette Onlinezugang für nur einziges Fernsehprogramm benutzt wurde. Über eine Satellitenschüssel kommen aber parallel Hunderte von Kanälen – im Kabel sind es Dutzende. Das heißt, wenn man zum Beispiel einen Fernsehempfänger im Schlafzimmer hat, einen in der Küche, einen im Wohnzimmer und unterschiedliche Programme sehen möchte, dann ist es bisher insbesondere am Kabel kein Problem, darauf auch unterschiedliche Programme zu sehen. Mit dem Internet hat man hingegen pro Netzzugang nur jeweils ein Programm.

Eine Bewertung der Perspektiven zum Schluss. Netze für Onlinedienste – und ich rede hier wirklich von den Netzen zum privaten Kunden – werden im Jahr 2005 die Rundfunknetze definitiv nicht ersetzen können. Beim Radio schon deswegen nicht, weil es im Auto nicht funktioniert. Beim Fernsehen deswegen nicht, weil ein einzelner Internetzugang nur ein einziges Live-Programm und dann noch in einer Bildqualität ins Haus bringen kann, die Sie auf dem Fernseher im Wohnzimmer nicht sehen wollen. Es entstehen in jedem Fall Nutzungsgebühren, wenn auch zum Beispiel über die so genannte Flat Rate, und was anderes ist eine heutige Kabelgebühr auch nicht. Aber: Die verfügbaren Online-Netzzugänge ermöglichen dem PC-Nutzer das Radiohören und die musikalische Untermalung der Arbeit in guter Qualität. Und für das Verfolgen von Live-Fernsehnachrichten auf dem PC, wenn es denn keine andere Möglichkeit gibt, an die Nachrichten heran zu kommen, ist die erreichbare Bildqualität auch akzeptabel. Schließlich bieten Online-Netze die Möglichkeit zum Downloaden von Audio- und Videodateien, die Sie erst aus dem Internet ziehen, zum Beispiel auf Ihrem PC speichern, und dann abspielen. Und wenn Sie da Geduld haben, kommen auf diese Weise sehr ansprechende Bildqualitäten zustande.

**Speziell optimierte Streams für Clips, Trailer etc.**

**Bei Online nur ein Videokanal gleichzeitig möglich**

**Perspektive 2005: Online wird Rundfunknetze nicht ersetzen können**

