Streaming unter Linux – von Internetradio bis zur Liveübertragung

Ilja Gerhardt

30. Januar 2004

Zusammenfassung

Methoden zur Direktübertragung ins Studio von einem externen Sendeort gibt es viele, z.B. „Radio-Taxi“ im Studio anrufen oder auch eigens gemietete Leitungen von der Telekom – eine Methode ist hierbei das Senden über eine Internetverbindung. Die Technik kann allerdings auch noch mehr:

In diesem Kurs setzen wir selbst ein Internetradio auf und benutzen dieses, um von einem Ort zu einem anderen zu senden. Von einem externen Studio, in welchem wir lediglich Strom und Internetanschluss benötigen, senden wir zum Hauptstudio des Radio LoRa. Das von uns verwendete Streamingsystem läuft unter dem Betriebssystem Linux. Empfangen können wir mit einem beliebigen Computer.

Es werden die Grundlagen vom Audio-Streaming vermittelt: Welche Streamingformate gibt es, welche Programme setze ich ein (Windows, Linux, Mac) & welche Voraussetzungen muss ein Internetanschluss bieten, damit ich problemlos Streamen kann. Wie diagnostiziere und behebe ich Netzwerkprobleme.

Voraussetzungen: Bereitschaft sich mit Computern / Internet auseinanderzuzetzen. Kenntnisse von Computernetzwerken und erste Schritte unter Linux sind von Vorteil, aber nicht Bedingung. Die Grundlagen der Tontechnik (Aussteuern, Bedienen eines Mischpultes) sind bekannt.

Dieses Script ist unter der GNU-FDL[1] veröffentlicht. Verbesserungsvorschläge sind herzlich willkommen: `ilja@so36.de`

Inhaltsverzeichnis

I Theorie **2**

1 Grundlagen **3**
1.1 Streaming – Warum? . . . 3
1.2 Streaming von Wo nach Wo?! . . . 3
1.3 Bandbreite . . . 4

2 Stream-Formate **4**
2.1 Dateiformate . . . 4

3 MP3-Streaming **5**
3.1 Audiosignale zu digitalen Daten: Der Encoder . . . 5
3.2 Audiodaten zum Serversystem . . . 5
3.2.1 freestream . . . 5
3.2.2 Muse . . . 6
3.2.3 Winamp-Plugin . . . 6
3.3 Das Serversystem . . . 6

[1]Copyright (c) 2004 Ilja Gerhardt. Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled „GNU Free Documentation License“.

3.3.1 Icecast I 6
3.3.2 Shoutcast 6
3.4 Womit anhören? 6

4 Ogg-Streaming **6**
4.1 Encoden und zum Server senden im OGG-Format 7
4.1.1 ices2 7
4.1.2 darkice 7
4.1.3 vreestream 7
4.1.4 Muse 7
4.1.5 DSP-ODDCast Plugin 7
4.2 Der Streamingserver Icecast II 7
4.3 OGG anhören 7

5 Zusätzliche Programme **7**
5.1 Netzwerkgrundlagen 7
5.2 Chatten, IRC 7
5.3 Webbrowser 8
5.4 SSH - Die Secureshell 8

II Praxis **8**

6 Aufsetzen eines Streamingsystems **8**
6.1 Was wird benötigt? 8

7 Checkliste für den Start **9**

A Checklisten, Fragenkataloge **13**
A.1 Ein Streamingpaket 13
A.2 Wenn ich von irgendwo streamen will 13
A.3 Wenn ich einen Server suche, über den ich Streamen will 13
A.4 Wenn ich irgendwo einen Stream empfangen will 14

B Links **14**

C GNU Free Documentation License **14**
C.1 1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS 15
C.2 2. VERBATIM COPYING 16
C.3 3. COPYING IN QUANTITY 16
C.4 4. MODIFICATIONS 16
C.5 5. COMBINING DOCUMENTS 18
C.6 6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS 18
C.7 7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS 18
C.8 8. TRANSLATION 18
C.9 9. TERMINATION 19
C.10 10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE 19

Teil I
Theorie

1 Grundlagen

1.1 Streaming – Warum?

Mit der rasanten Vernetzung via Internet kam nicht nur Anfang der 90er Jahre das WorldWideWeb auf, es wurden auch neue, auf dem Netz basierende Übertragungstechniken entwickelt, unter anderem für Audio-Daten. Einen wichtigen Platz nehmen hierbei die Streamingdaten ein. Im Gegensatz zu den statischen Audiodaten, (zB. `wav`, können diese Formate immer laufen und an einer beliebigen Stelle kann man einfach mal reinhören, wie man auch die Nadel bei einem Plattenspieler an eine beliebige Stelle legen kann. Bei den statischen Formaten muss erstmal die ganze Datei runtergeladen werden, bevor man sie abspielen kann.

Im Zuge dieser Entwicklung entstanden auch die Internetradios. Hierbei unterscheiden wir im Wesentlichen in zwei Kategorien:

1. Die Stationen, die nicht terrestrisch ausstrahlen und
2. die Stationen die auch terrestrisch ausstrahlen, und als zusätzlichen Service auch noch anbieten, dass man ihr Programm auch über das Netz hören kann.

Bei den Stationen, die nicht terrestrisch ausstrahlen, existiert meist nur ein kleines Radiostudio. Zum Teil sind diese Radios kleine Individualprojekte und haben eine anders strukturierte Hörerbindung als terrestrisch sendende Radios (lokaler Bezug, sozialer Kontext). Wichtig ist hierbei, dass die Menschen wissen, wann gesendet wird, denn die Stationen senden meist nicht rund um die Uhr. Zum Teil wird auch nur ein Loop eingelegt und wahllos gestreamt.

1.2 Streaming von Wo nach Wo?!

Bei Internetradios gibt es meist den Punkt- zu Mehrpunktbetrieb. Konkret heisst dies, dass das Radio an einem zentralen, öffentlich bekannten Ort erreichbar ist und dass sich die Hörer sich alle auf diesen einen Radiostream aufschalten können. Hierbei hat das Internetradio für den Hörer eine feste Internet-Adresse. Die HörerInnen müssen diese Adresse in das Wiedergabe-Programm eingeben, mit dem sie das Radio hören wollen. Ein solches Internetradio ist ein einfacher Computer im Internet, der einen vorbereiteten Audiostream weitersendet. Meist ist dieser weltweit erreichbare Rechner noch nicht einmal mit einer Soundkarte ausgestattet, um Audiosignale in digitale Daten zu verwandeln. Meist geschieht dies auf einem Rechner im jeweiligen Radiostudio.

Hierbei gibt es also im allgemeinen drei Stationen, und an jeder Station steht jeweils ein Computer:

1. das **Radiostudio**, wo Audiosignale erzeugt und in digitale Audiodaten verwandelt werden.
2. **ein weltweit erreichbarer Server**, der die Audiodaten empfängt und an die jeweiligen HörerInnen weiterleitet.
3. die HörerInnen, die sich mit **einem beliebigen Computer** auf das Internetradio „aufschalten“ und den Stream empfangen, diesen wieder in Audiosignale verwandeln und dann anhören können...

Es ist jedoch auch möglich, dass wir das Internetradio nur dazu „missbrauchen“ Ton von einer Station im Internet auf eine andere Station zu übertragen (Punkt- zu Punktbetrieb, Übertragung von einem Aussenstudio zum Sendestudio). Dies ist die Anwendung, die in diesem Kurs beschrieben wird.

Theoretisch ist es auch möglich, dass wir beim Streamen von einem Punkt zu einem anderen nur zwei Stationen haben: den Sender und den Empfänger. Hierbei ergibt sich jedoch das Problem mit so genannten „maskierten Netzen“(auch NAT). Viele Internetverbindungen (z.B. ADSL-Anschlüsse) haben gar keine weltweit erreichbare Internetadresse, sondern befinden sich in einem sogenannten *privaten Netz*. Dies erkennt man daran, dass die Internetadresse des Computers wie folgt aufgebaut

ist: 10.X.X.X, 192.168.X.X oder 172.16.X.X (hierbei ist X eine Zahl zwischen 0 und 255). Will man nun von einer Station auf eine andere verbinden, hat man das Problem, dass man diese Adressen „nicht sieht“, d.h. diese Rechner sind von aussen (ausserhalb des privaten Netzes) nicht erreichbar. Aus diesem Grund bietet es sich an, die Methode mit drei Stationen auch hier beizubehalten. Hierbei muss lediglich der Rechner, der als Server dient, weltweit erreichbar sein. Um die anderen Verbindungen müssen wir uns sonst keine Sorgen machen. Lediglich sogenannte Firewalls können die Verbindung noch beeinträchtigen.

1.3 Bandbreite

Ein wesentlicher Punkt beim Streamen ist die Bandbreite der jeweiligen Internetverbindung. Bandbreite ist die Menge an Information, die in einer Sekunde übertragen werden kann. Diese wird normalerweise in bit/Sekunde angegeben. Normale Modems haben 56000 bit pro Sekunde, diese Bandbreite nennen wir jetzt 56kbps[2]. Natürlich können Audiodaten in besserer Qualität übertragen werden, wenn mehr Bandbreite zur Verfügung steht.

Internetanschluss	Bandbreite
Modem	56 kbps
ISDN-Anschluss	64 kbps
ISDN-Anschluss, beide Kanäle zusammen	128 kbps
ADSL-Anschluss	128-1024 kbps
Breitband	512-2048kbps
Universitäten	1Mbit-155Gbit

Insbesondere bei ADSL-Anschlüssen tritt das Problem auf, dass wir einen unterschiedlichen Up- + Downstream haben: Hierbei hat der Internetanschluss eine andere Bandbreite in die eine als in die andere Richtung. Dies wird vom jeweiligen Provider festgelegt, damit dieser seine Kosten besser kontrollieren kann. Als **Upstream** wird das Senden von Daten vom Internetanschluss in das Internet bezeichnet. **Downstream** hingegen ist das Empfangen von Daten aus dem Internet.

Beim Senden von einem Stream müssen wir uns nach dem **Upstream** des Internetanschlusses erkundigen. Im empfangenden Studio hingegen muss der Downstream genügend Bandbreite besitzen. Der Server, der die beiden Signale vermittelt, muss eine genügend grosse Leitung (sowohl Up- als auch Downstream) besitzen.

2 Stream-Formate

2.1 Dateiformate

Damit Audio-Daten gestreamt werden können, müssen sie bestimmte Voraussetzungen erfüllen. Sehr wichtig ist die Unterteilung des Audiostreams in so genannte Frames. Hierbei gibt es im Audio-Stream immer verschiedene Startpunkte, bei denen man anfangen kann, in den Stream reinzuhören. Gibt es diese Frames nicht, kann die Audio-Sequenz als ganzes gehört werden, bzw. muss erst vollständig empfangen werden.

Die wichtigsten Streamformate für das Internet sind *MP3*, *Ogg*, *Realplayer*, *WMA*, *Quicktime*

Jedes Dateiformat hat unterschiedliche Vor- und Nachteile. Wichtige Eigenschaften sind: Kompatibilität, Qualität bei einer bestimmten Bitrate, Rechenaufwand der Kompression bzw. Dekompression. Bestimmte Formate verhindern es auch, dass man den Stream einfach auf der Festplatte abspeichern kann.

Bandbreite einer Audio-CD. In einer einfachen Rechnung können wir sehen wieviel Bandbreite wir bräuchten die Audio-Daten einer Audio-CD in Echtzeit zu übertragen: Auf eine CD passen (normalerweise) 74 Minuten Audiosignale, auf eine CD-ROM (also der gleichen Menge an Daten) passen 650 MB. 74 Minuten sind 4440 Sekunden und 650 MB sind etwa 5200 MBit (mal 8) – also brauchen wir $\frac{650MB}{4440sec} = 1,1\frac{MB}{sec}$.

Ausserdem ist es wichtig wie das jeweilige Format gesendet werden kann. Dazu braucht man einen

[2]Sprich: 56 Kilobit

Encoder, der die Audio-Sequenz nimmt und in digitale Daten umwandelt.

- **MP3** weit verbreitet, nicht so super in der Qualität, das Format ist seit 1992 standardisiert und heisst seit 1995 *mp3*
- **OGG** ist ein freies Dateiformat. Es wurde entwickelt, da bei einigen anderen Streamformaten Patentgebühren gezahlt werden müssen. *Ogg* eignet sich zur Zeit noch nicht sehr gut zum Streamen.
- **Realplayer**: alles nur für Windows. Es gibt zwar eine Möglichkeit unter Linux zu streamen, allerdings ist diese z.Zt. noch fehlerhaft.
- **WMA**: Microsoft versucht dieses Format zu etablieren, DRM[3] eingebaut.

3 MP3-Streaming

Wir beschränken uns in diesem Kurs weitgehend auf *MP3*-Streaming. Dies ist unter allen Betriebssystemen mittlerweile gut möglich und kann auch von allen Betriebssystemen gut empfangen werden.

Mindestqualität bei *MP3*-Streaming (als Faustregel):
Sprache: 24 kBit Mono – Musik: 56 kBit Stereo

3.1 Audiosignale zu digitalen Daten: Der Encoder

Um Musik mit dem Computer aufnehmen zu können, wird eine Soundkarte benötigt. Diese liefert die Audiodaten in einem sehr rohen Format an das nächste Programm, welches diese Daten verarbeitet (den Encoder). Dabei werden die Daten komprimiert und in Frames verpackt. Dieser Prozess heisst kodieren[4]. Dieser Encoder hat bestimmte Eigenschaften, die über die Qualität der Daten entscheiden, die er erzeugt.

Die bekanntesten Encoder sind

- der Fraunhofer-Encoder, der kommerzieller Originalencoder, der von den Entwicklern des MP3-Formats gebaut wurde.
- *LAME* - angeblich der beste Encoder. Nutzt eine rechtliche Lücke aus: *Lame* ist lizenzrechtlich gesehen nur eine Erweiterung des Originalencoders, kann aber alles selbst.
- *bladeenc*, ein Aussenseiter unter den Encodern

3.2 Audiodaten zum Serversystem

Um die Audiodaten zum Serversystem zu übertragen, gibt es viele Programme. Drei Programme will ich hier stellvertretend vorstellen:

3.2.1 freestream

Das System *Freestream* beruht auf einem *Perl*-Script, welches mit einem *Perl*-Modul[5] zusammenarbeitet. Die Daten werden in einer einfachen Textkonsoleanwendung von der Soundkarte gelesen, in *mp3* umgewandelt und dann als *mp3*-Stream an den Server gesendet. Sehr vorteilhaft ist hierbei, dass die Verbindung zum Serversystem jede Sekunde überprüft wird. Als Kontrollsignal erscheint ein Punkt in der Textkonsole. Bleiben die Punkte stehen, ist die Verbindung zum Server unterbrochen. Es sollte mit der Fehlersuche begonnen werden.

[3] Digital Rights Management, sorgt zum Beispiel für Varianten wie „Pay-per-listen“, wobei man z.B. Musik immer dann bezahlt, wenn man sie hört

[4] Häufig wird der Anglizismus „encoden“ verwendet.

[5] nämlich LibShout.pm

3.2.2 Muse

Das System *Muse* ist ein kompletter Mischer, kombiniert mit einer Anwendung, die von der Soundkarte liest. Es ist sehr praktisch, mit Muse zu streamen, besonders wenn man die Musikeinspielungen als *mp3* oder *ogg* vornehmen will. Es ist möglich, bis zu 6 Kanäle zu öffnen und zu mischen. Leider stürzt das Programm immer wieder ab.

3.2.3 Winamp-Plugin

Natürlich kann man auch unter Windows streamen. Hierfür gibt es das *Winamp*-Plugin, welches als Plugin mit *Winamp* zusammenarbeitet.

3.3 Das Serversystem

3.3.1 Icecast I

Icecast I wurde vor einigen Jahren entwickelt und wird zur Zeit nicht weiterentwickelt. Es wird viel benutzt und ist in letzter Zeit immer wieder durch Sicherheitsmängel aufgefallen. Es lässt sich bei vielen Linux-Distributionen auch als Binary-Paket einspielen, es ist also recht einfach zu installieren. Mit Icecast I kann man aber nur im *mp3*-Format streamen.

3.3.2 Shoutcast

Die kommerzielle Streamingserver-Variante. Shoutcast läuft unter Linux und Windows und kostet in der kommerziellen Anwendung Geld.

3.4 Womit anhören?

Unter allen aktuellen Betriebssystemen gibt es mittlerweile *MP3*-Player. Unter Windows sind die bekanntesten *Winamp* und *Windows Media Player*.

Für Mac hat sich *ITunes* etabliert. Hierfür gibt es ein *OGG*-Plugin, welches es erlaubt auch das neue *OGG*-Format anhören kann.

Unter Linux gibt es diverse Tools zum anhören und bearbeiten. *XMMS*, *Zinf*, *Freeamp*, *mpg123*, etc.

Will man einen Stream nicht einfach nur anhören, bietet sich ein Player mit einem Buffermonitor an. Hierbei wird eine Art Zwischenspeicher definiert, wo die Audiodaten erstmal reingeladen werden. Erst nach einer kurzen Zeit beginnt das Spielen des Audio-Tracks. Unter Linux kann man mit dem *XMMS-Crossfade-Plugin* den Buffer überwachen.

Ohnehin ist die Einstellung des **Buffers** für das Streaming extrem wichtig. Je grösser der Buffer, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass bei einer kurzen Unterbrechung der Netzwerkverbindung der Stream abreisst. Beim Arbeiten mit dem Buffer gibt es immer eine Zeitverschiebung zwischen Sender und Empfänger. Diese Zeitverschiebung muss beiden Seiten bekannt sein und führt dazu, dass es zwei Zeiten gibt: Die **Echtzeit** und die hinterherhängende **Streamzeit** – Ein Beispiel: Wenn die Sendung beispielsweise um 18:00:00 anfangen soll (dies ist jetzt die Echtzeit), muss der Stream und auch die Sendung kurz vor 18:00 anfangen – bei 30 Sekunden Verzögerung muss die Sendung natürlich schon um 17:59:30 anfangen. Wenn jemand im Chat das Wort „Jetzt“ sendet, bedeutet das ein „Jetzt“ in der Echtzeit und ein „vor XX Sekunden“ im Stream. Dieses Phänomen sollte man vor dem Streamen gründlich ausprobieren.

4 Ogg-Streaming

OGG-Streaming hat gegenüber dem *MP3*-Streaming den entscheidenden Vorteil, dass die Qualität besser ist. Das Format *OGG* erlaubt auch das Nutzen einer variablen Bitrate. Nachteilig wirkt sich die höhere benötigte Rechenleistung aus. Hierbei müssen auf beiden Seiten ausreichend gute Computer existieren.

4.1 Encoden und zum Server senden im OGG-Format

Neben der Möglichkeit, im qualitativ besseren *OGG*-Format zu senden, kann man mit *Icecast II* auch Metadaten, also z.B. Musiktitel übertragen.

4.1.1 ices2

Ices2 dient zum Encoden und Senden von OGG-Dateien bzw. Audiosignalen von der Soundkarte. Es gehört zum *Icecast*-Projekt. **Ices2** ist sehr einfach strukturiert und braucht relativ hohe Prozessorleistung.

4.1.2 darkice

Auch mit *Darkice* kann man auf einen *OGG*-Streaming Server senden. Dieses Programm ist deutlich ressourcenschonender als *Ices2*.

4.1.3 vreestream

Als Weiterentwicklung des freien Paketes *freestream* (siehe Kapitel 3.2.1) gibt es jetzt auch die *OGG*-Variante: vreestream.

4.1.4 Muse

Auch MuSE kann mittlerweile *OGG* streamen. Leider stürzt es dabei immer ab.

4.1.5 DSP-ODDCast Plugin

Für Windows ist das *DSP-ODDCast* Plugin. Es arbeitet nur mit der Version 2 von *Winamp* zusammen und nicht etwa mit der aktuelleren Version 3.

4.2 Der Streamingserver Icecast II

Der Streamingserver *Icecast II* hat mehrere Erweiterungen und kann auch *OGG* Dateien streamen. Nach wie vor ist es auch möglich, *MP3* über diesen Server zu senden.

4.3 OGG anhören

Unter den drei wichtigen Betriebssystemen sind auch Player für das Format *OGG* vorhanden.

Unter Linux und unter Windows sind dies wieder die Programme *xmms*, bzw. *Winamp*. *Winamp* für Windows unterstützt ab Version 3 standardmässig auch *OGG*-Dateien.

Unter *Mac OS X* gibt es für das Programm *ITunes* ein *OGG*-Plugin, mit dem sich auch *OGG*s abspielen lassen.

5 Zusätzliche Programme

5.1 Netzwerkgrundlagen

Es ist immer gut, sich ein wenig mit dem Internet auszukennen, um Probleme mit dem Internet besser eingrenzen zu können. Unter allen netzwerkfähigen Betriebssystemen gibt es Tools wie **ping**, **traceroute**. Damit kann man die Datenübertragung vom eigenen Rechner ins Internet überprüfen.

5.2 Chatten, IRC

Um die Kommunikation während des Streamens zu gewährleisten, bietet es sich an, ein IRC (Internet Relay Chat) Programm zu nutzen. Hierbei können sich beide Seiten in einen (vorher verabredeten) Server einloggen und dort in einem virtuellen Raum miteinander kommunizieren. Diese virtuellen Räume werden in der Fachsprache auch Channels genannt und entstehen, wenn ein erstes Mitglied den Raum betritt.

Schickt man in einem Channel eine Nachricht, wird diese beim Empfänger quasi ohne Zeitverzögerung auf dem Schirm erscheinen.

Beim Chatten ist es wesentlich, bestimmte Grundregeln zu beachten:

- Der gewählte Nickname sollte ohne Nachdenken klar aussagen, wo man sich befindet. Nicknamen wie „anonym“ oder „studio“ sagen nichts aus und führen in Stresssituationen zu Verwechslungen.
- Im IRC sollte immer Hochbetrieb sein – so ist sicher, dass beide Seiten auch wirklich die ganze Zeit eine Internetverbindung haben. Insbesondere auf Nachfragen muss man schnell reagieren.
- Zeitangaben im Chat sind immer Echtzeit. D.h. es gibt anders als beim Streamen keine Verzögerung wie beim Streamen.
- Der Channel sollte auf „private“ gesetzt werden, damit nicht noch andere in den Channel reinkommen können.
- Der Channel sollte bereits vor der Sendung geöffnet werden.

IRC-Programme gibt es auf allen Betriebssystemen. Unter Windows z.B. *mIRC*, *htirc* unter Linux z.B. *xchat*, *bitchx*, für Mac OS X: *IRCStep*.

5.3 Webbrowser

In einem guten Studio gibt es einen Computer mit einem Webbrowser. Auch über diesen lassen sich Statusinformationen über den Stream abrufen. Da der *Icecast*-Server sehr ähnlich funktioniert wie ein Webserver, kann er auch statische Seiten darstellen. In der Standardkonfiguration lauten diese Adressen

- **bei *Icecast I*** http://servername:8000/list.cgi
- **bei *Icecast II*** http://servername:9000/status.xsl

5.4 SSH - Die Secureshell

Fortgeschrittenere TeilnehmerInnen können natürlich auch mit dem Programm SSH schauen, was auf dem jeweiligen Server los ist[6]. Hierbei verbindet man sich mit einer so genannten Konsole mit dem anderen Rechner und hat volle Kontrolle über alle Prozesse, die auf dem Rechner ablaufen. Diese können gestoppt, gestartet und natürlich auch beobachtet werden.

Teil II
Praxis

6 Aufsetzen eines Streamingsystems

6.1 Was wird benötigt?

1. Senderseite

   ein Streamingsystem (Alles, was so dazugehört...)

2. Serversystem

   ein Streaming-server
   - Servername:
   - Serverport:
   - Serverpasswort:

[6] Unter Windows z.B. PuTTY

3. Empfängerseite

   ein Player, der das verwendete Format abspielen kann.

7 Checkliste für den Start

Vorm Start:

1. Telefonnummern beider Seiten austauschen
2. Chat-Server und Channel festlegen
3. Streaming Server festlegen
4. Sendezeiten absprechen

Kurz vor der Sendung:

1. Internetverbindung, überprüfen mit *ping* oder *traceroute*
2. Chat aufbauen
3. Streamen
4. Webbrowser öffnen, um den Icecast Status zu überprüfen.
5. Sendeseite: ist Musik für die Sendung vorhanden?

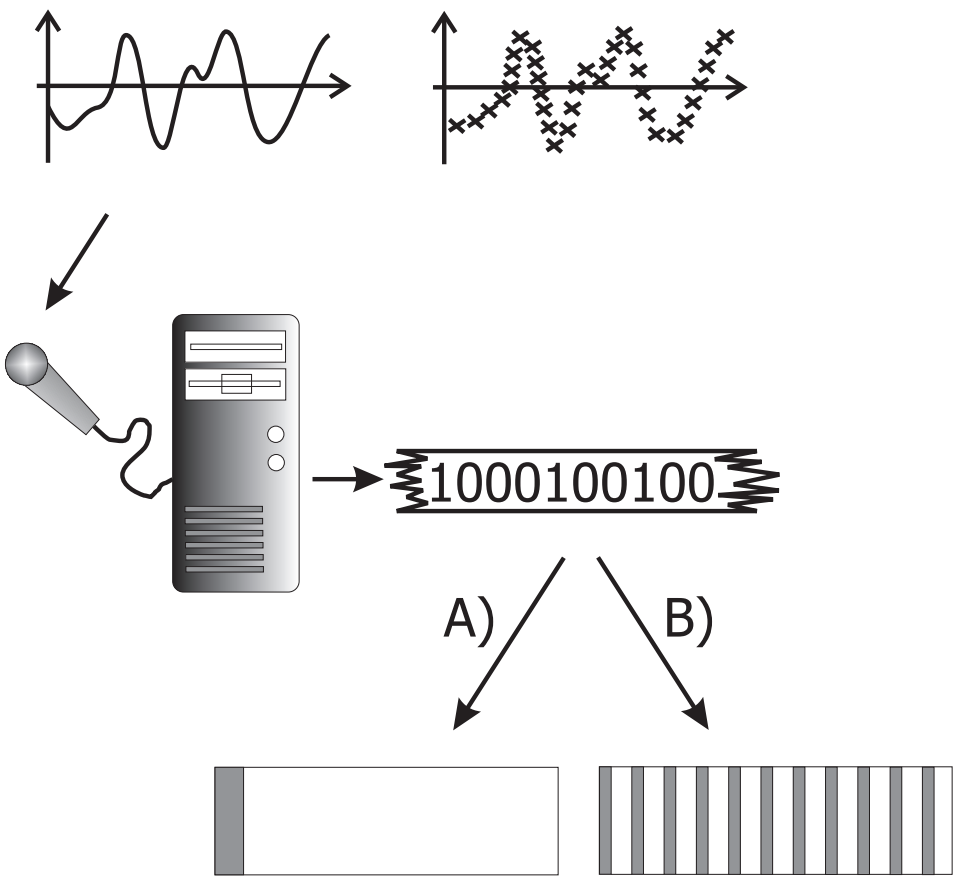

Abbildung 1: So werden Daten digitalisiert: Zunächst werden die Audiosignale in einzelne Punkte aufgelöst, die dann digital gespeichert werden. Wie oft in einer Sekunde die Werte aufgelöst werden, bestimmt die **Samplingrate**, welche bei einer normalen Audio-CD 44,1 kHz beträgt. Die **Auflösung** hingegen bestimmt, wie genau die einzelnen Punkte in der Höhe aufgelöst werden. Beim Digitalisieren gibt es zwei Optionen: **A)** Die Umwandlung in ein Format, welches am Dateianfang einen Header (Dateikopf) besitzt. Dieser enthält nähere Informationen zum Format, zur Samplingrate und zur Auflösung. (z.B. das WAV-Format) **B)** Ein Format, bestehend aus sogenannten Frames (Rahmen), die es ermöglichen an jeder Stelle mit dem Lesen der Datei zu beginnen (z.B. MP3, OGG). Nur framebasierte Formate eignen sich zum Streamen.

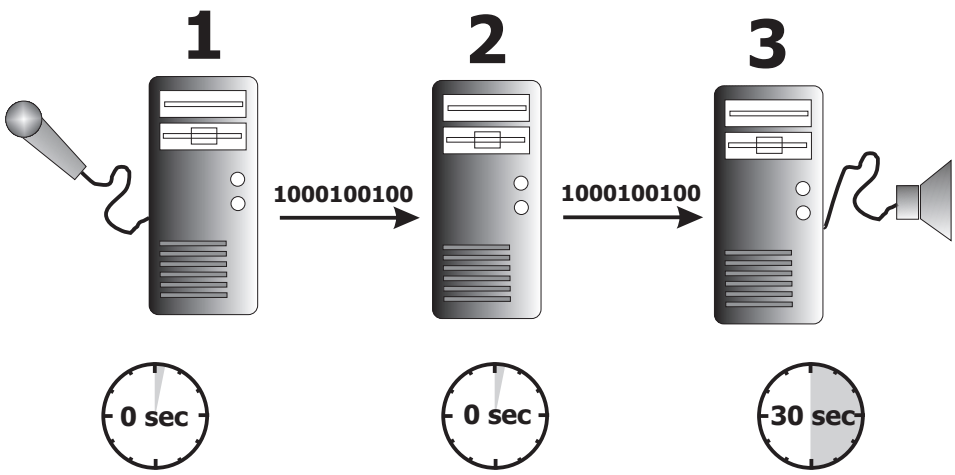

Abbildung 2: Ein Streaming-Audio-Übertragungssystem besteht aus drei Stationen: In der ersten Station werden die Audiosignale in digitale Daten umgewandelt, die zweite Station dient zum Weiterleiten und Veröffentlichen der Information, und die dritte Station wandelt die Daten wieder in akustische Signale um. Beim Streamen muss man immer mit einer kleinen Zeitverzögerung leben. Diese tritt nur in geringem Masse ($\ll 1sec$) bei den ersten beiden Stationen auf. Die dritte, empfangende Station hängt jedoch am Ende der Kette und muss Probleme beim Transport der Daten „abpuffern“(auch als Buffering bezeichnet) können.

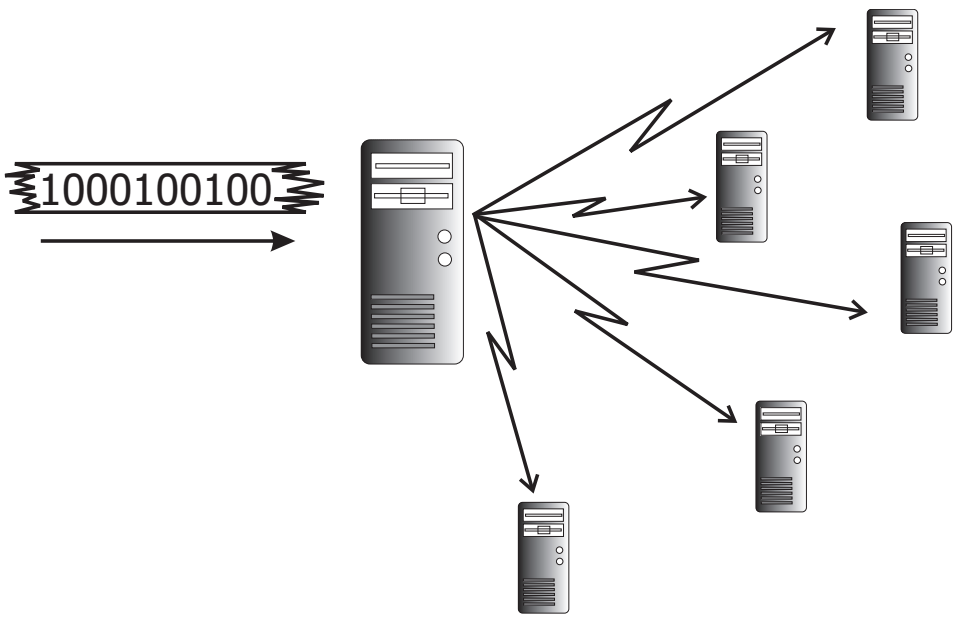

Abbildung 3: Ähnlich wie beim „normalen“ Radio, ist das Streamen über das Netz ein Punkt zu Mehrpunkt betrieb.

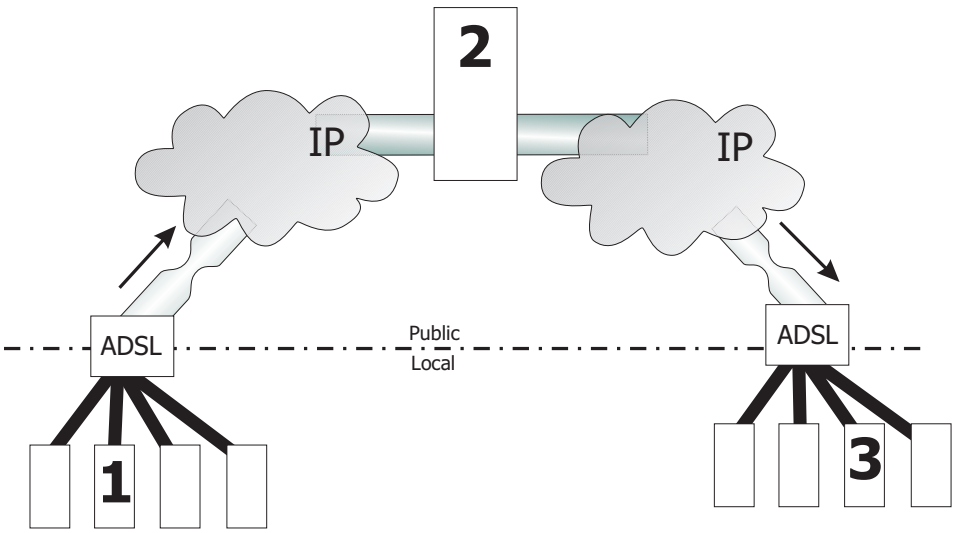

Abbildung 4: Normalerweise stehen die drei Computer nicht direkt nebeneinander, sondern sind über das Internet (hier: IP (Internet Protocol)) miteinander verbunden. Hierbei gibt es unterschiedliche Adressbereiche (hier dargestellt als gestrichelte Linie). Probleme beim Streamen treten meist dadurch auf, dass die Verbindung des sendenden bzw. empfangenden Computers ins Internet nicht leistungsfähig genug ist (hier dargestellt als Flaschenhals).

A Checklisten, Fragenkataloge

A.1 Ein Streamingpaket

Schön ist es natürlich, wenn alle Sachen zum Streamen fertig zusammengepackt rumstehen und man diese nur mitnehmen muss, um von irgendeinem Ort aus zu senden. Da nur selten alle benötigten Komponenten zusammen sind, hier eine kleine Liste, an was man so denken sollte: (im Zweifelsfalle kann man diese Liste auch seinem Händler vorlegen, der dann alles zusammensucht)

- Mischpult
- Mikrophone incl. Halter und Kabel zum Mischpult
- Kopfhörer
- 2 Netzwerkkabel (5 - 10 m mindestens), Twisted Pair, CAT-5, eines davon gekreuzt[7]
- Mehrfachstecker (Strom)
- (Funk-)Uhr
- einen CD-Player, u.U. ein mobiler CD-Walkman und ein Kabel Chinch auf Klinke zum Mischpult
- mindestens eine Musik-CD zum abspielen / testen
- ein MD-Walkman, dann kann man nochmal kurz nen Interview machen und das dann einspielen
- Computer mit Sound- und Netzwerkkarte und ein Streamingsystem (z.B. StreamBOX oder auch Dyne:bolic)

A.2 Wenn ich von irgendwo streamen will

- Stromanschluss
- Internetanschluss, wie gross ist die Bandbreite des Upstreams?
- Gibt es echte IP-Adressen[8]?
- Gibt es eine Firewall[9]?
- Gibt es Platz, das ganze Streamingsystem irgendwo aufzubauen? Ist der Ort ruhig genug zum Senden?
- Gibt es schon CD-Player, MD-Player, Mikrophone, Mixer, etc.?

A.3 Wenn ich einen Server suche, über den ich Streamen will

- Wie lautet die Adresse/der Name des Servers?
- Wie lautet der Port des Servers?
- Wie lautet das Passwort des Servers?
- Welcher Streamingserver läuft auf der Maschine?
- Ist der Server 24 Stunden am Tag erreichbar?
- Wie gross ist die Bandbreite?

[7] Ein gekreuztes Kabel ist gut, damit man auch zwei Computer einfach so, ohne einen Hub/Switch, zusammen verbinden kann. Auch zwei Hubs/Switches lassen sich damit direkt verbinden.

[8] Im Fall von echte IP-Adressen kann man den Streamingserver auch auf dem Rechner vor Ort aufsetzen und dann direkt von woanders auf diesen Rechner verbinden. Die Stationen 1 und 2 sind dann auf ein und dem selben Rechner

[9] Eigentlich sollten Firewalls nicht so ein grosses Problem darstellen, aber sicherheitshalber sollte man sich dann auf Probleme einstellen

- Gibt es Streams auf dem Server, die mensch schon mal ausprobieren kann? Also z.B. ein anderes Internetradio, was man schon mal anhören kann. Gibt es welche, wo man den Mountpoint[10] nicht überschreiben kann? Gibt es Restriktionen beim Mountpoint; welche Namen sind u.U. schon vergeben?

A.4 Wenn ich irgendwo einen Stream empfangen will

- Wie gross ist der Downstream des Internetanschlusses?
- Gibt es schon einen Computer? Mit welchem Betriebssystem. Gibt es ein Login/Passwort für diesen Computer, welches mensch benutzen kann?

B Links

- der *Icecast* Server, sowohl Version 1 als auch Version 2: `http://www.icecast.org`
- Shoutcast, das kommerzielle Serversystem: `http://www.shoutcast.com/download/serve.phtml`
- Freestream: `http://squat.net/freestream/`
- MuSe: `http://muse.dyne.org/`
- Dyne:bolic: `http://dynebolic.org/`
- OGG-DSP für Winamp: `http://www.oddsock.org/tools/dsp_oddcast/`
- das Winamp-Plugin zum Streamen: `http://www.shoutcast.com/download/broadcast.phtml`
- OGG-Plugin für Itunes: `http://www.illadvised.com/~jordy/`
- XMMS-Crossfade-Plugin: `http://www.mynetcologne.de/~nc-eisenlpe2/xmms-crossfade/`

C GNU Free Documentation License

Version 1.2, November 2002
Copyright ©2000,2001,2002 Free Software Foundation, Inc.

59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

Preamble

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free"in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondarily, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

[10] Name des Streams auf dem Server

C.1 1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The **"Document"**, below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as **"you"**. You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A **"Modified Version"** of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A **"Secondary Section"** is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The **"Invariant Sections"** are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The **"Cover Texts"** are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A **"Transparent"** copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent"is called **"Opaque"**.

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The **"Title Page"** means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page"means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

A section **"Entitled XYZ"** means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as **"Acknowledgements"**, **"Dedications"**, **"Endorsements"**, or **"History"**.) To **"Preserve the Title"** of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ"according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

C.2 2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

C.3 3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

C.4 4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.

B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.

C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.

D. Preserve all the copyright notices of the Document.

E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.

F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.

G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.

H. Include an unaltered copy of this License.

I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History"in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.

J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History"section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.

K. For any section Entitled "Acknowledgements"or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.

L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.

M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.

N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements"or to conflict in title with any Invariant Section.

O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties–for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

C.5 5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History"in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

C.6 6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

C.7 7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate"if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

C.8 8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

C.9 9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

C.10 10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See http://www.gnu.org/copyleft/.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version"applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.