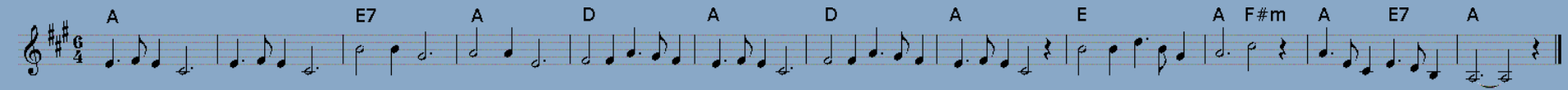




Das -Format

Wedel, 4. Juni 2009

André Bente, WInf8501





Gliederung

- I. Einleitung
- II. Motivation
- III. Geschichte
- IV. Kodierungskette
- V. Datenformat
- VI. Stereo-Kodierung
- VII. Weitere Formate
- VIII. Einsatz
- IX. Patentrechte
- X. Kopierschutz
- XI. Ausblick



I. Einleitung

- Moving Pictures Experts Group (MPEG)
- Standardisierungsgruppe (1988)
- MPEG-1 (1992)
- 3 Layer für Audiokompression
- Operationsmodus mit höchster Komplexität
- 1995 wurde .mp3 als Dateiendung festgelegt



II. Motivation

- Videokompression
- Musik auch einzeln komprimieren
- geringe Bandbreiten im Internet (um 1990)
- Notwendigkeit der Ferndatenübertragung
- die Rechenleistung steigt

III. Geschichte



Prof. Dr.-Ing. Dieter Seitzer

- seit 1960 Entwicklung von Audiokompression
- erst bei IBM dann beim Fraunhofer IIS
- legte den Grundstein für die MPEG-Standards

Prof. Dr.-Ing. Karlheinz Brandenburg

- Schüler von Seitzer
- psychoakustische Kompressionsmethoden
- Hauptentwickler von mp3





III. Geschichte

1989:

- OCF (Optimum Coding in the Frequency Domain)
- einer der wichtigsten Meilensteine von mp3

1991:

- ASPEC (Adaptive Spectral Perceptual Entropy Coding)
- Uni Hannover, AT&T und Thomson halfen bei der Entwicklung
- Produktiver Einsatz bei Radiostationen (Audio über ISDN)



III. Geschichte

1992:

- MPEG-1 wird für Video-CDs eingesetzt
- Speicherung von CDs auf PC-Festplatten mittels mp3
- erste Verteilung von mp3-Musik über das Internet

1994:

- erste Generation von mp3-Decoderchips (Micronas)
- Prototyp eines mp3-Players ohne bewegliche Teile



III. Geschichte

1995:

- Dateiendung .mp3 wird nach einer internen Umfrage im Fraunhofer Institut festgelegt

1997:

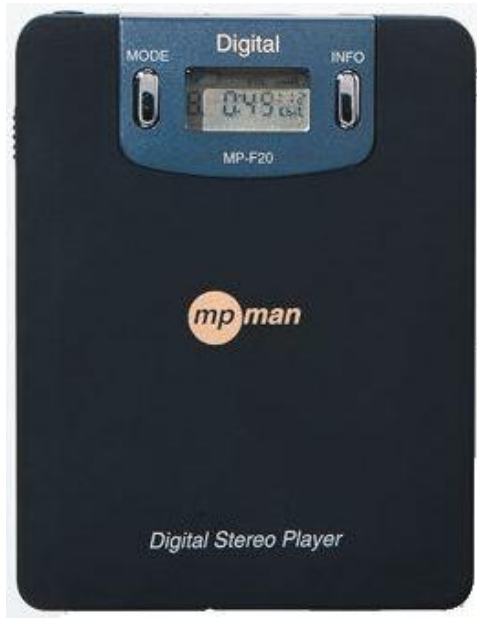
- mp3.com geht online (Michael Robertson)
- Portal für Technik, Encoder, Player usw.
- Künstler können ihre Musik dort kostenlos anbieten



III. Geschichte

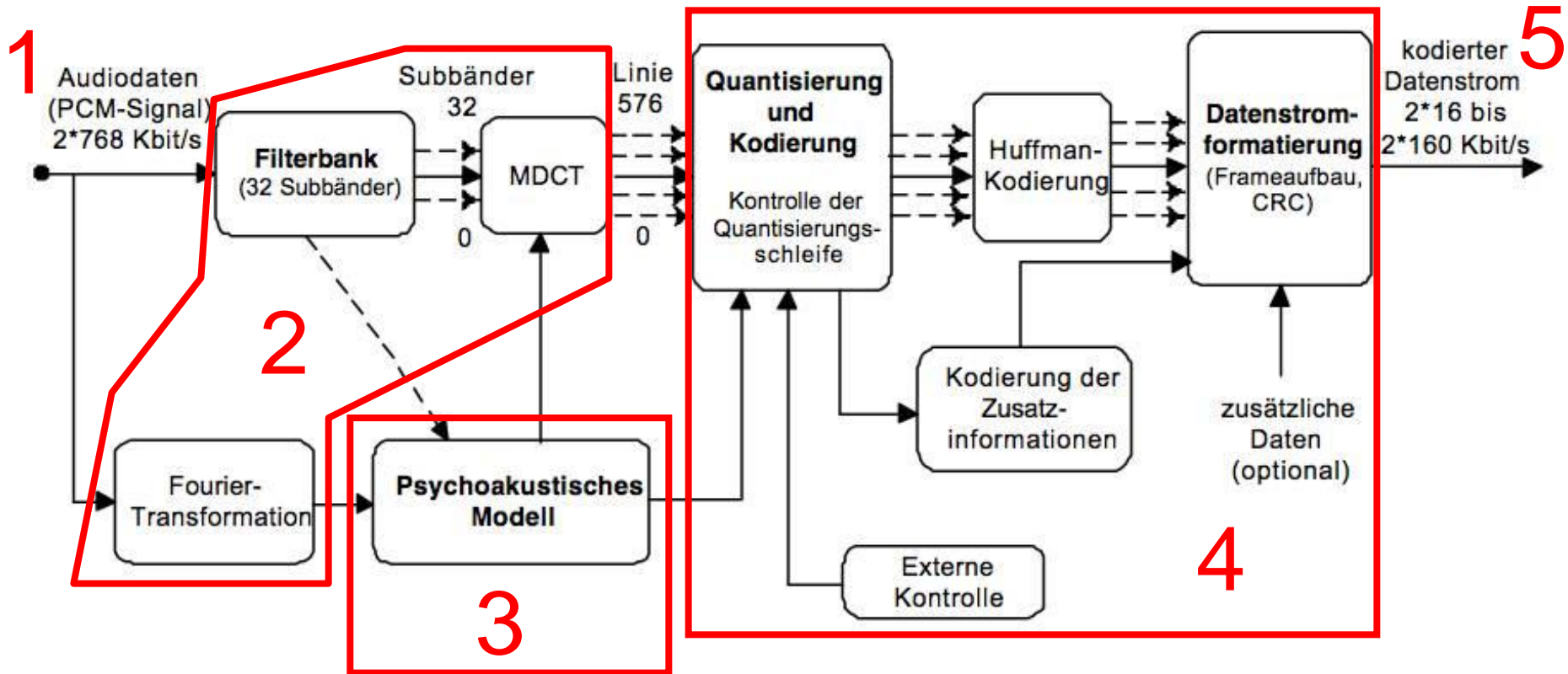
1998:

- "MPMAN" von Saehan Information Systems (Korea)
- "Rio" von Diamond Multimedia (USA)
- erste kleine, mobile mp3-Player mit Flash-Speicher

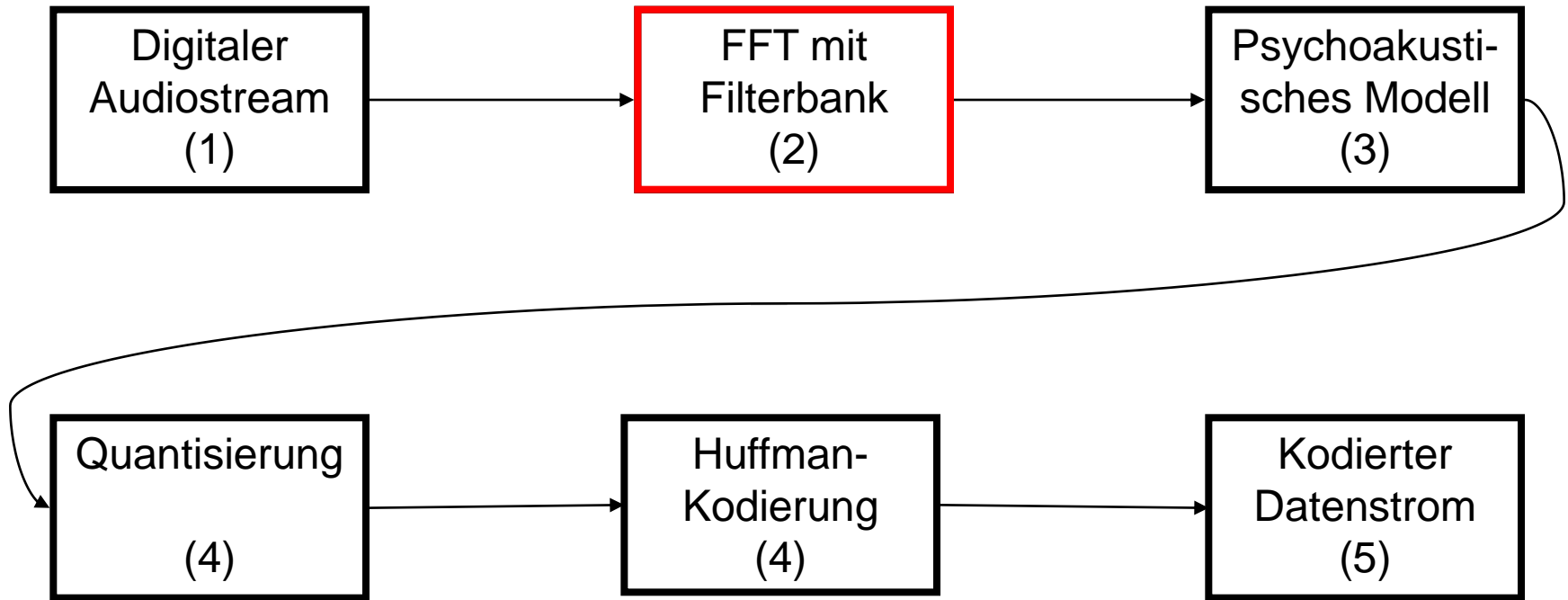


IV. Kodierungskette

Originalgrafik von Karlheinz Brandenburg:



IV. Kodierungskette





IV. Kodierungskette

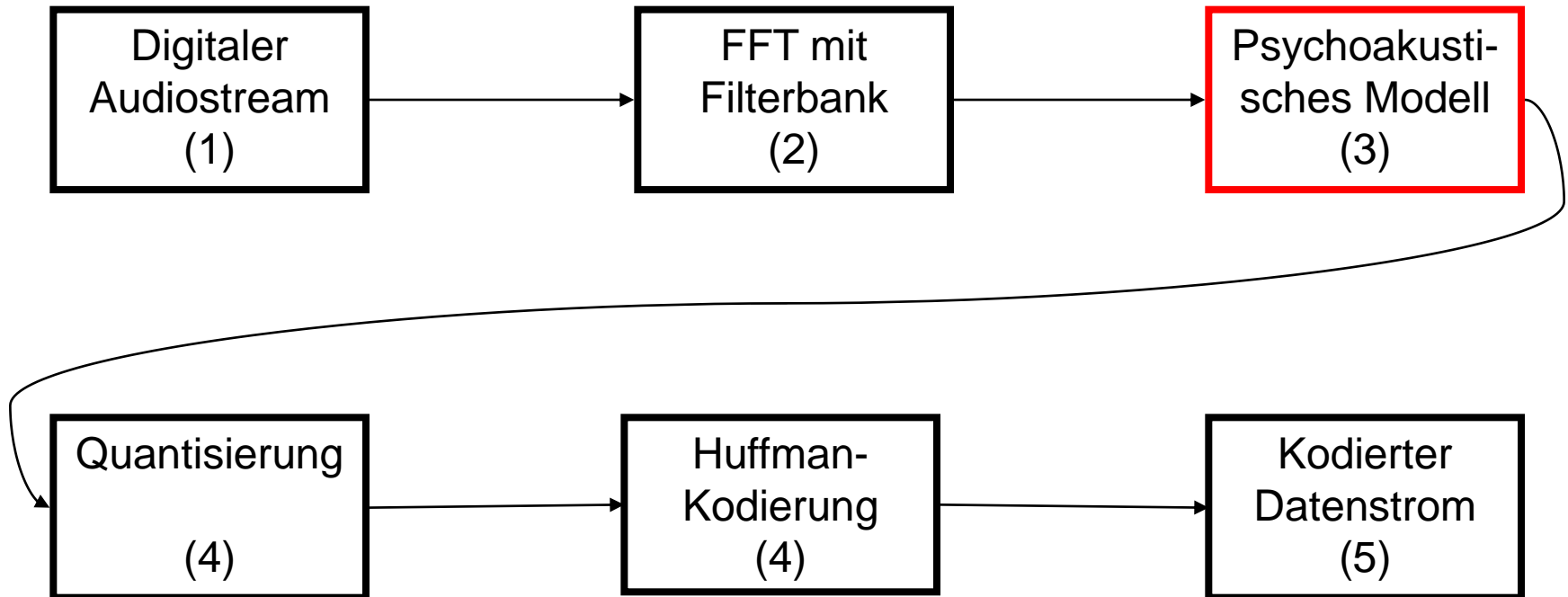
A. FFT mit Filterbank

- Fast Fourier Transformation (J. Cooley, J. W. Tukey)
- Vorbereitung fürs Psychoakustische Modell
- Filterbank von 20 Hz bis 20 kHz
- Zerteilung in 1/40 Sekunden
- Umwandlung von Zeit- zu Frequenzbereich
- 32 Frequenzbänder (Subbänder) variabler Breite
- Frequenzbänder zwischen 2 und 4 kHz besonders schmal



IV. Kodierungskette

B. Psychoakustisches Modell





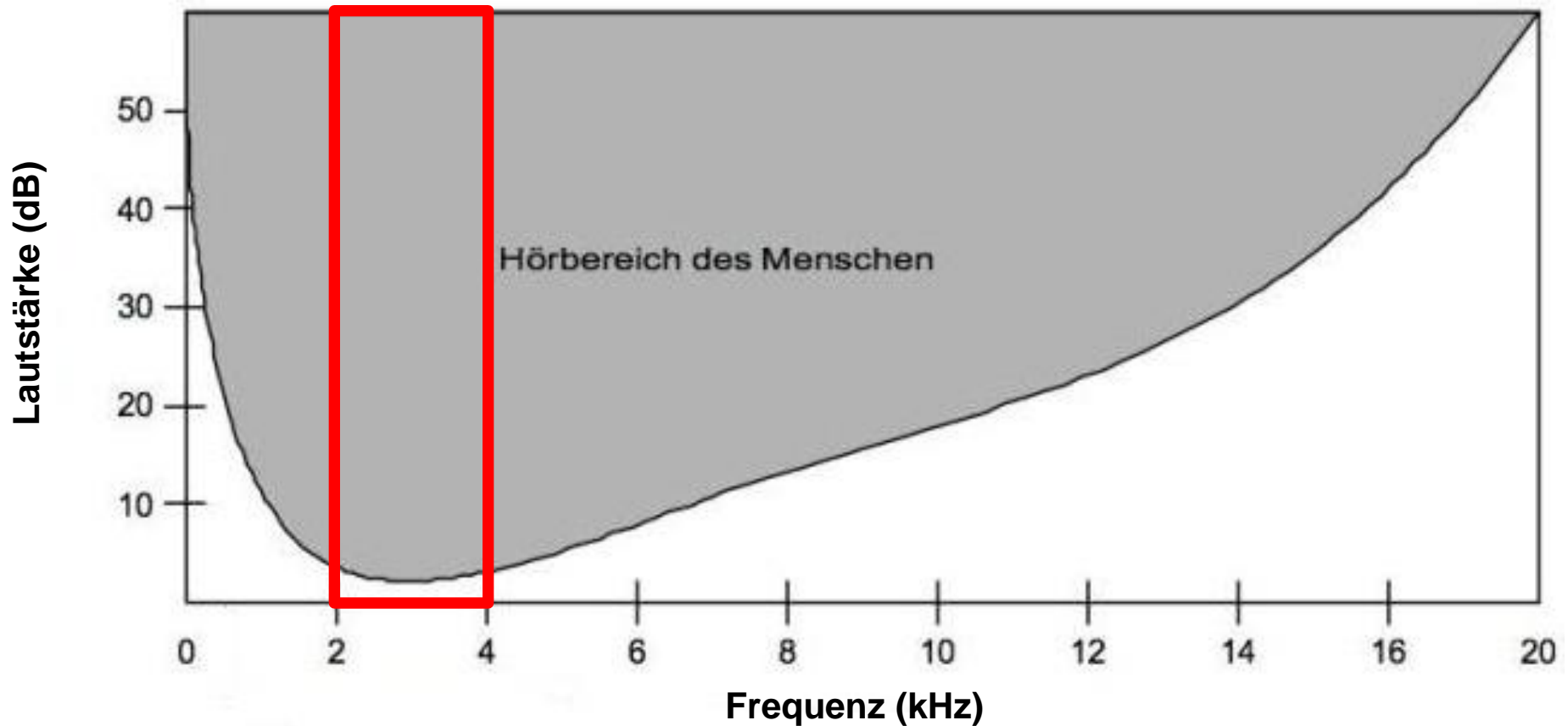
IV. Kodierungskette

B. Psychoakustisches Modell

- Perceptual-Audio-Coding-Modell (PAC)
- das was mp3 ausmacht
- alles was nicht hörbar ist wird entfernt
- durch aufwendige Hörversuche im Labor entwickelt
- in 3 Schritten wird diese Filterung vollzogen (PAC 1-3)
- 60% der späteren Gesamtkomprimierung

IV. Kodierungskette

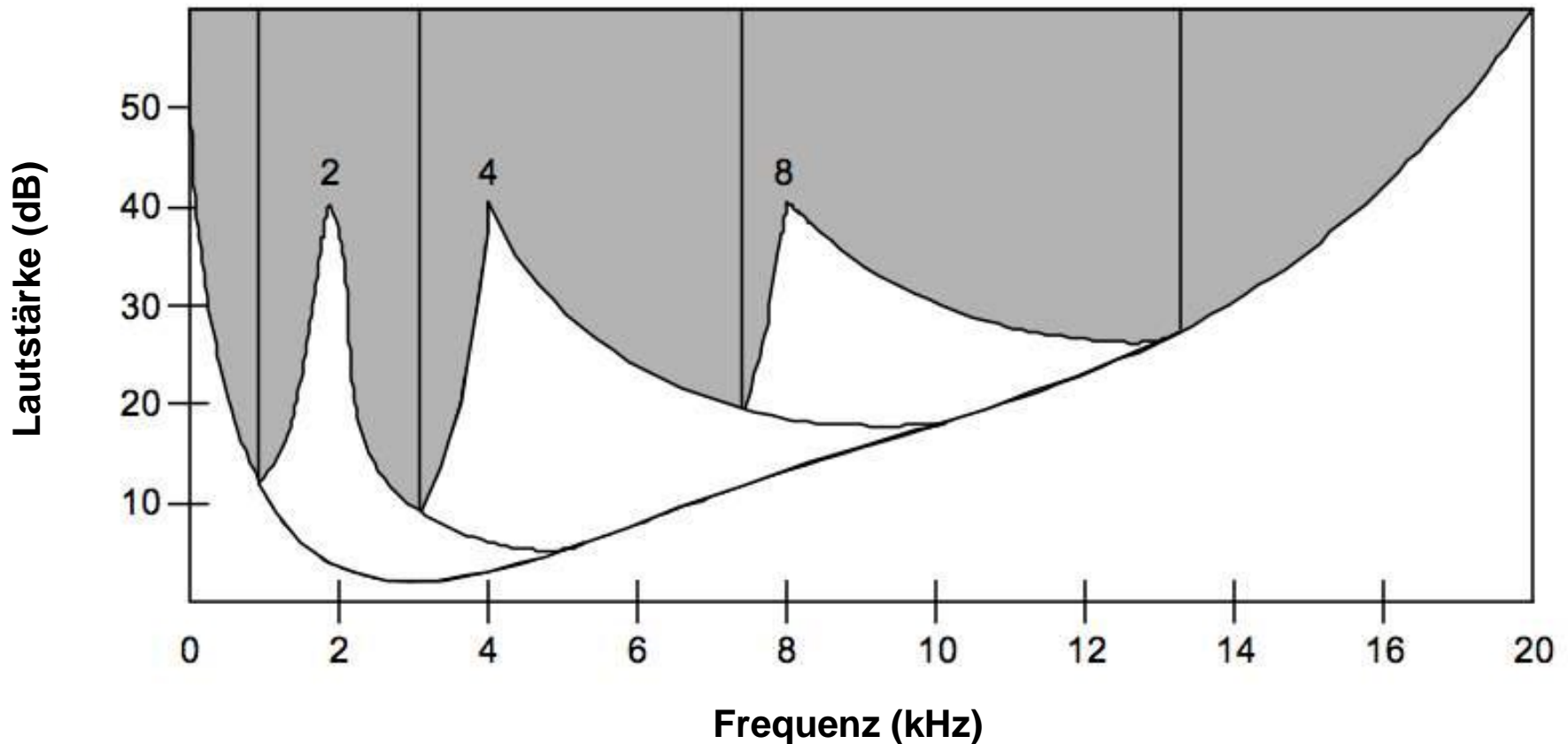
B. Psychoakustisches Modell: 1. Schritt



IV. Kodierungskette

B. Psychoakustisches Modell: 2. Schritt

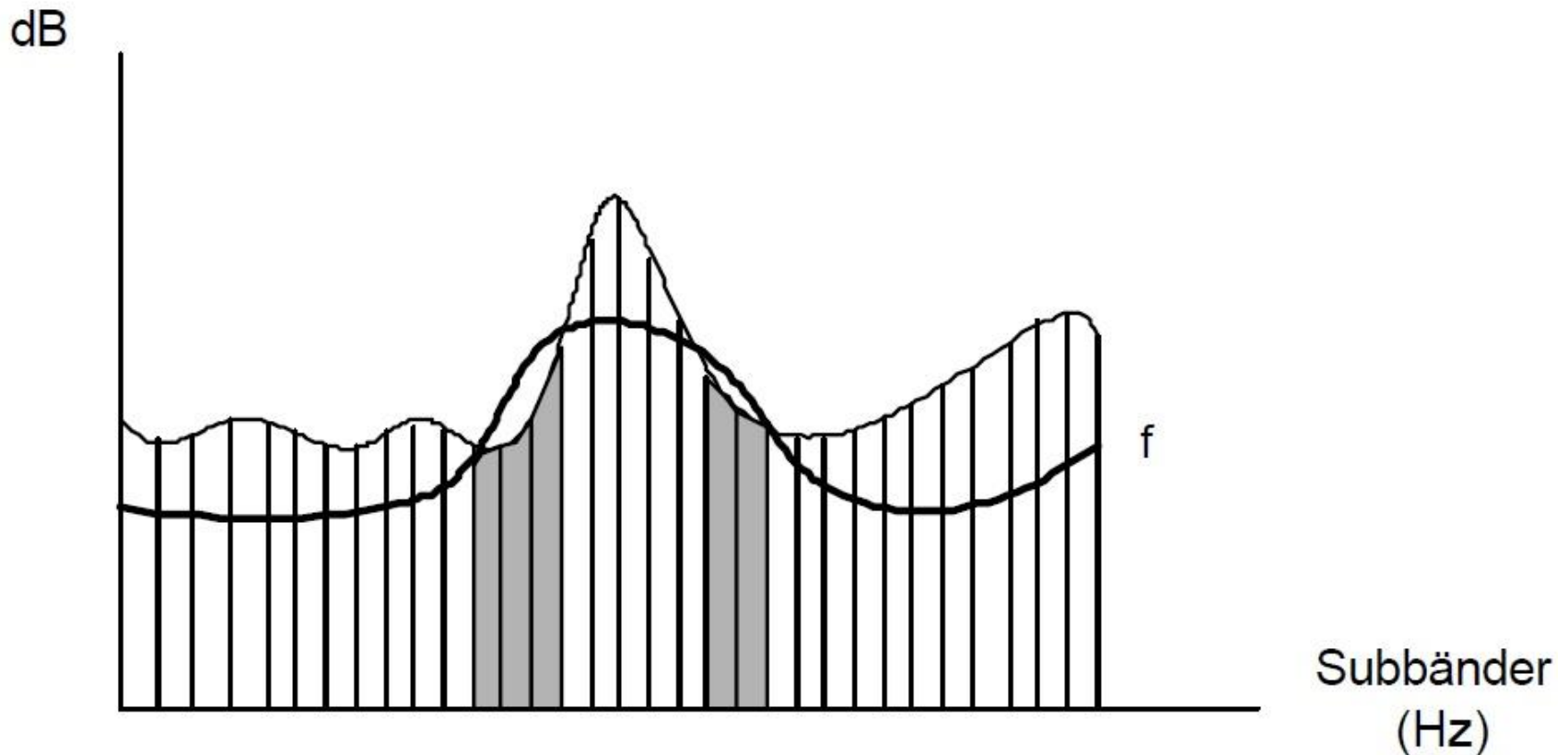
- Maskierungen im Frequenzbereich



IV. Kodierungskette

B. Psychoakustisches Modell: 2. Schritt

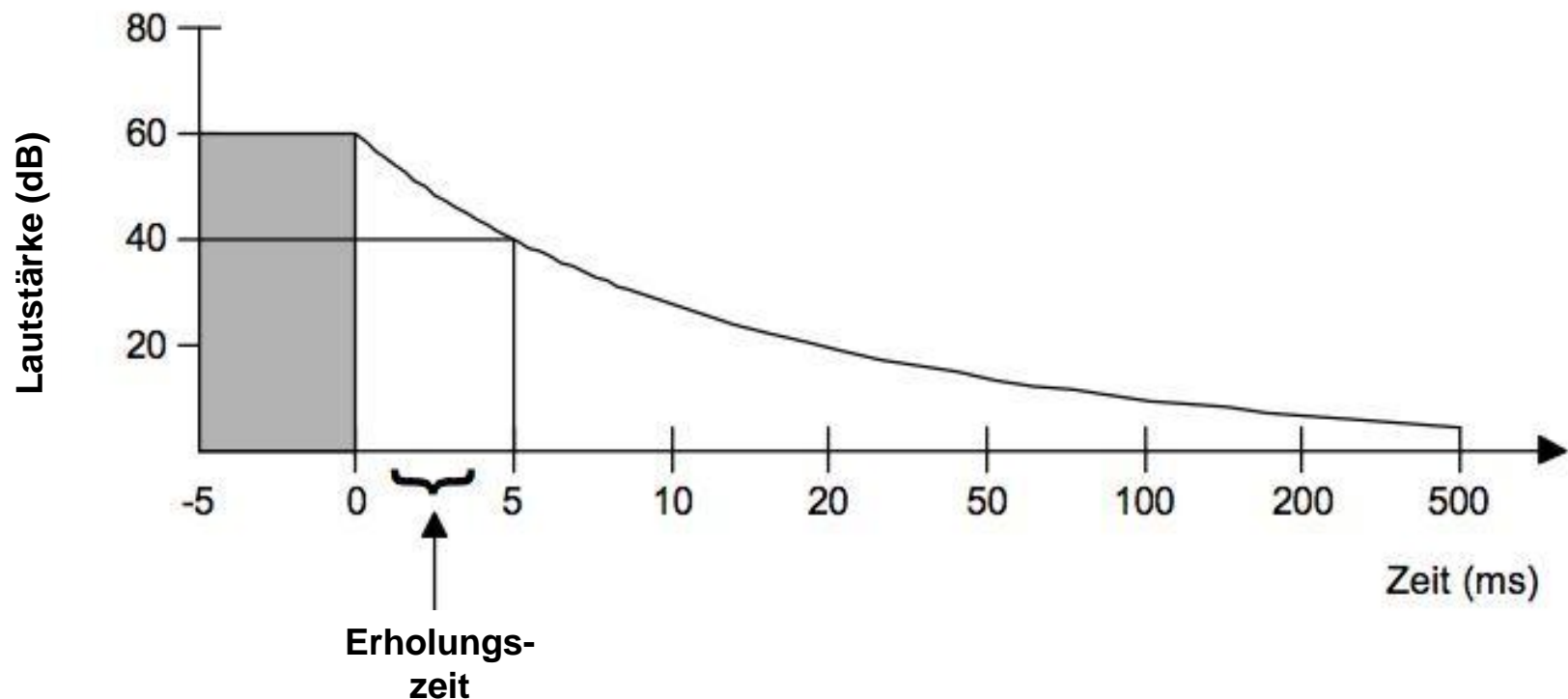
- überdeckte Subbänder müssen nicht gespeichert werden



IV. Kodierungskette

B. Psychoakustisches Modell: 3. Schritt

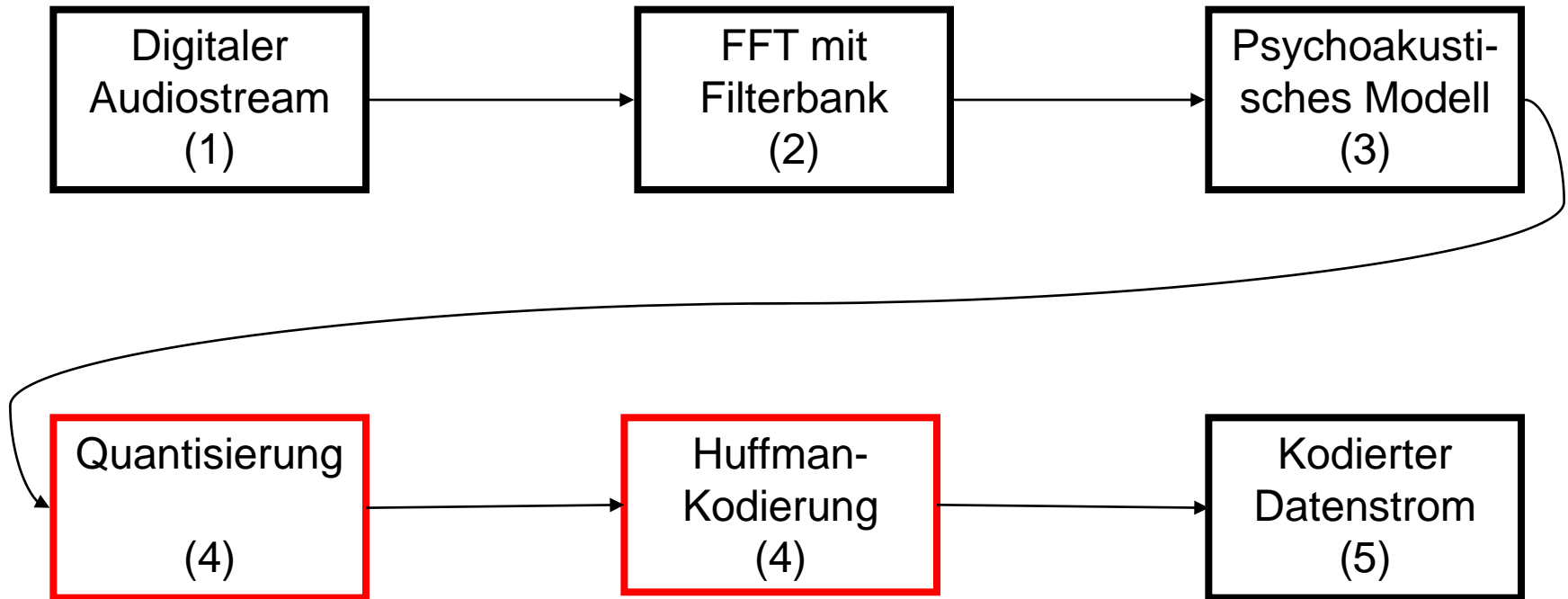
- Maskierungen im Zeitbereich
- sogar vor einem lauten Ton keine leisen Töne





IV. Kodierungskette

C. Quantisierung und Huffman-Kodierung





IV. Kodierungskette

C. Quantisierung und Huffman-Kodierung

Quantisierung:

- erhält als Input nur die hörbaren Anteile
- Rauschen wird verhindert/vermieden
- gerade so viele Bits beim Quantisieren wie nötig
- Qualitätsverluste treten auf
- 20% der späteren Gesamtkomprimierung



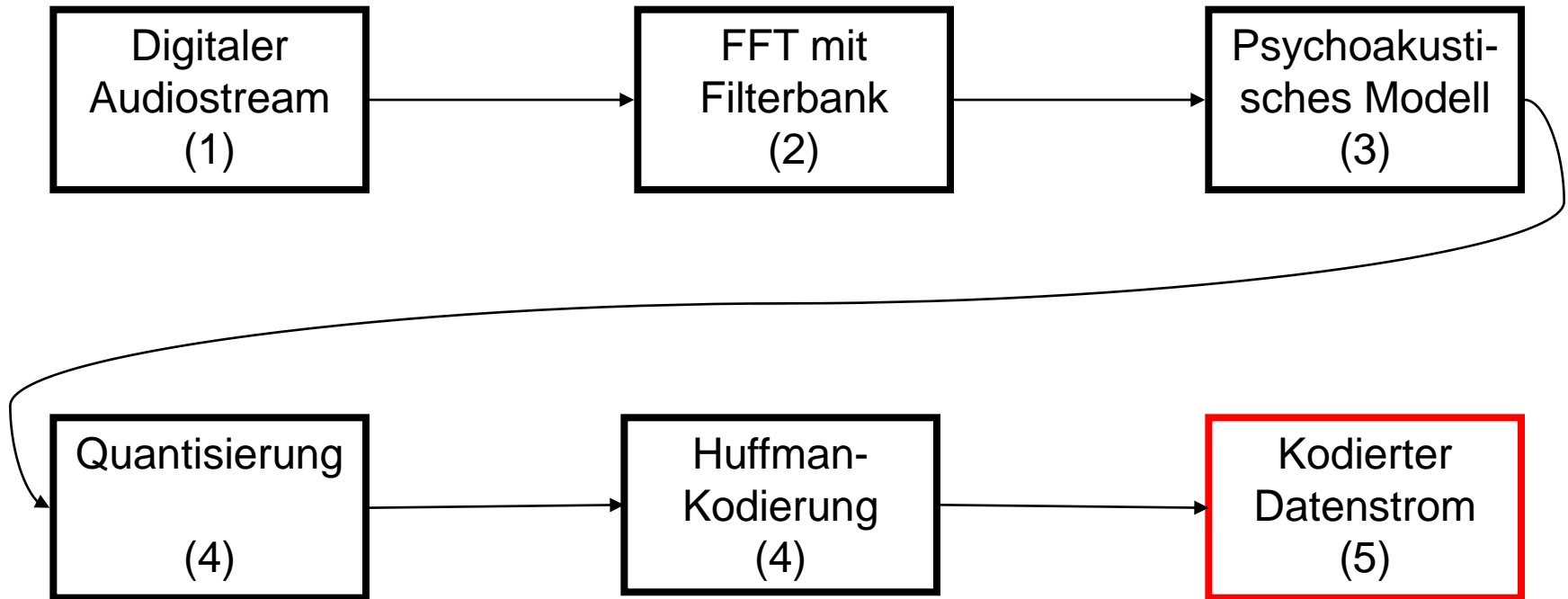
IV. Kodierungskette

C. Quantisierung und Huffman-Kodierung

Huffman-Kodierung:

- erst Lauflängenkodierung
- Komprimierung durch Baum mit Code variabler Länge
- verlustfreie Komprimierung
- wird auch bei WinZIP, JPG, etc. eingesetzt
- 20% der späteren Gesamtkomprimierung

IV. Kodierungskette





V. Datenformat

A. Framezerlegung

- der Datenstrom ist in Frames von 1/40 Sekunden aufgeteilt
- Abspielen auch mitten in der Datei möglich

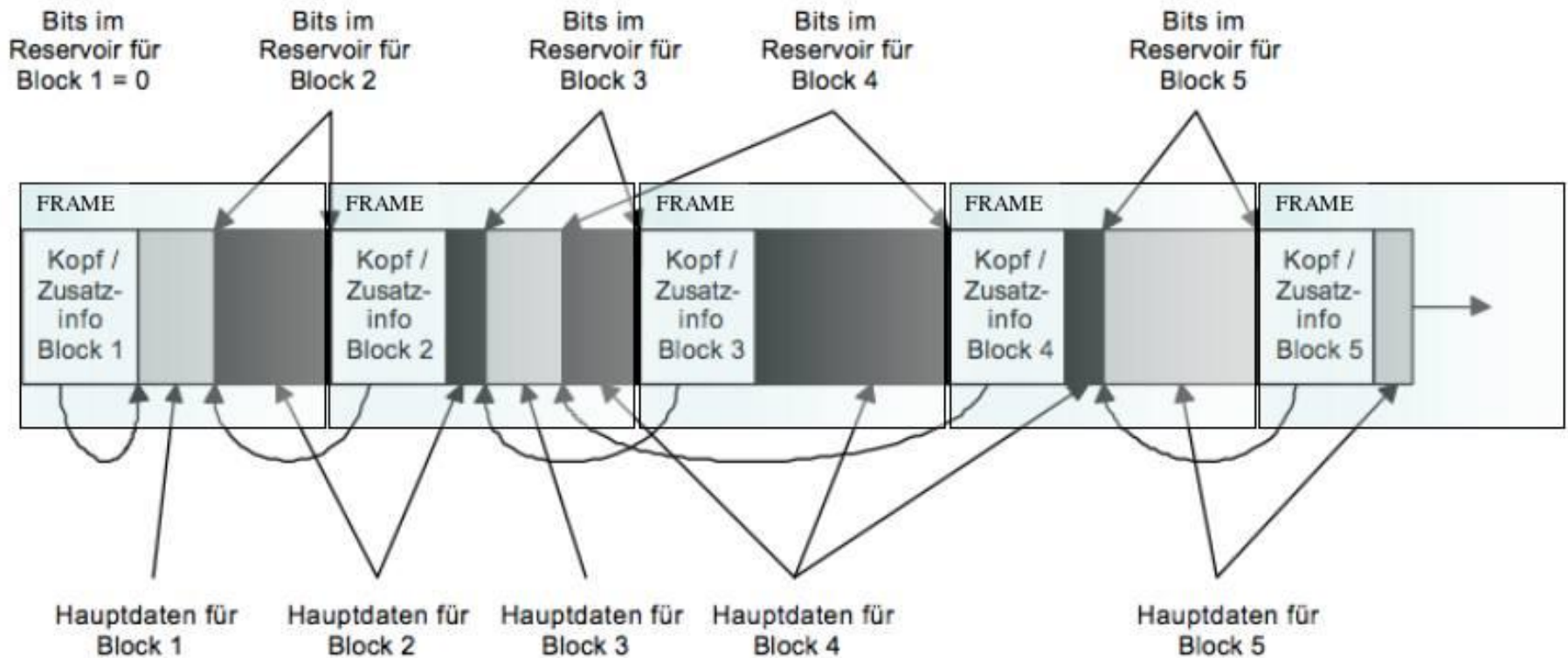
Kopf (32)	CRC (0,16)	Zusatzinfos (12)	Hauptdaten (3344)
--------------	---------------	---------------------	----------------------

- **Kopf:** Kodierung, Bitrate und Abtastfrequenz
- **CRC:** Prüfsumme um Fehler zu entdecken
- **Zusatzinfos:** Huffman-Bäume, Bitallokation-Skalierung
- **Hauptdaten:** Huffman-kodierte Frequenzsampledaten

V. Datenformat

B. Bit-Reservoir

- im Hauptdatenblock werden nicht immer alle Bits benötigt
- diese Bits können in nachfolgenden Blöcken genutzt werden





V. Datenformat

C. ID3-Tag

- kein offizieller Standard
- in ID3v1 noch am Ende der Datei (schlecht bei Streams)

Anzahl der Bytes	Inhalt
3	Tag = Kennung des ID3-Tags
30	Titel des Stücks
30	Interpret
30	Album
4	Publikationsjahr
30	Kommentar
1	Genre-Kennung



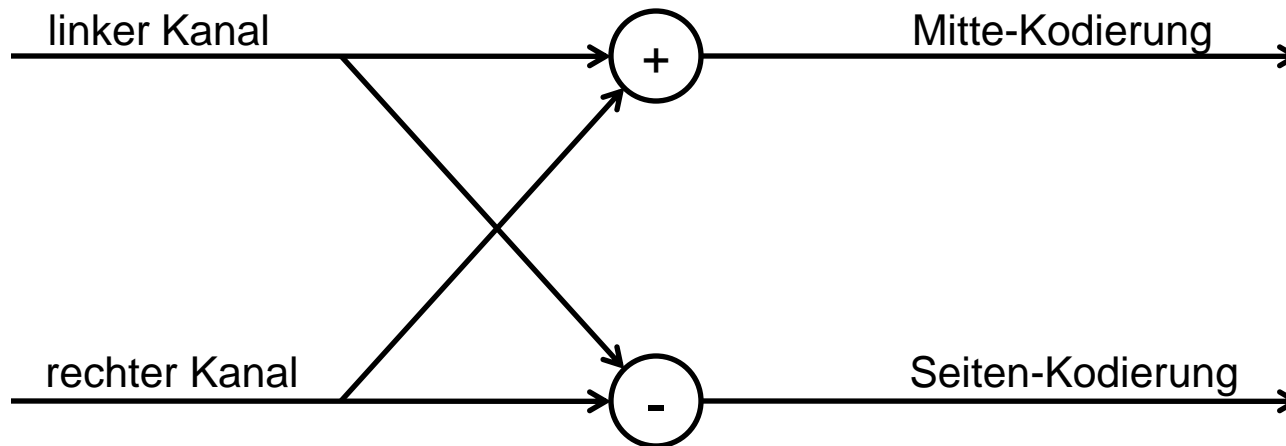
VI. Stereo-Kodierung

- wurde erst zuletzt hinzugefügt (1991)
- hohe Korrelation der 2 Kanäle wird genutzt
- bei Quellen ohne Stereo-Effekte Ersparnis von bis zu 50%
- „Joint Stereo Effect“ ermöglicht Speichern tiefer Töne in Mono
- muss grundsätzlich nicht verlustbehaftet sein
- 2 Verfahren: MSSC und ISC

VI. Stereo-Kodierung

A. Midi/Side Stereo Coding (MSSC)

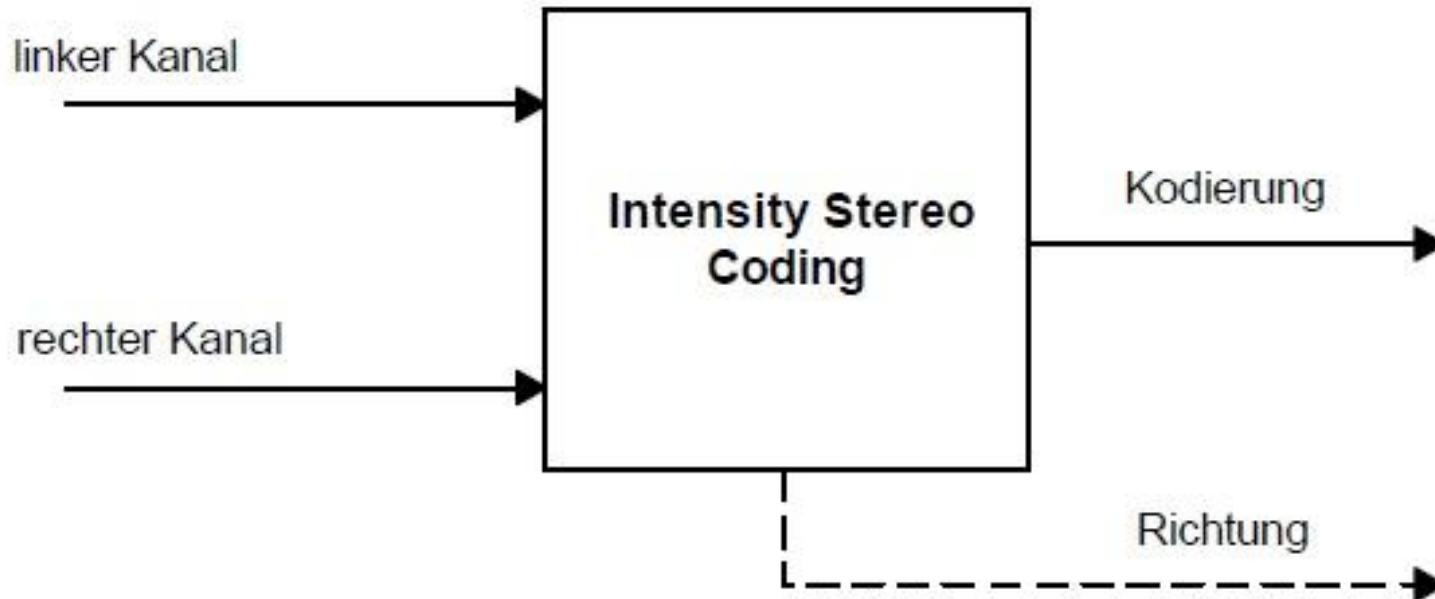
- wird vor der Quantisierung durchgeführt
- Seitensignal wird zum großen Teil eingespart
- nicht verlustbehafteter Algorithmus



VI. Stereo-Kodierung

B. Intensity Stereo Coding (ISC)

- speichert Mono + Richtungsangabe
- Soundqualität leidet bei diesem Verfahren
- nur verwenden, wenn Dateigröße minimal sein muss





VII. Weitere Formate

AAC:

- Weiterentwicklung von mp3 (diverse große Firmen)
- mehr Kanäle (für Kinosound)
- Teil des MPEG-2 Standards (wird für DVD eingesetzt)

Ogg Vorbis:

- Patentfrei
- nicht von der ISO standardisiert
- Qualität bei niedrigeren Bitraten im Vergleich besser



VII. Weitere Formate

Real Audio:

- größtenteils Fremdentwicklungen
- Fokus mehr auf kleinen Dateigrößen
- Einsatz auch bei Real Video

Windows Media Audio:

- bei 64 kbit/s ähnliche Qualität wie mp3
- bei 128 kbit/s schon schlechtere Qualität als mp3
- zum Online-Verkauf von Musik entwickelt (Abspielzähler, ...)



VII. Weitere Formate

mp3PRO:

- Coding Technologies, Thomson und Fraunhofer IIS
- Entwicklung 2003 eingestellt/abgeschlossen
- abwärtskompatibel zu mp3 (beim Abspielen)
- 80 kbit/s mp3PRO entspricht 128 kbit/s mp3
- jedoch Qualität je nach Art der Audiodatei unterschiedlich
- Lizenzpolitik hat den Durchbruch verhindert
- unter 96 kbit/s große Qualitätsvorteile gegenüber mp3



VIII. Einsatz

- Musik
- Internetradio, DAB
- Videoformate (z.B. .avi)
- Mobiltelefone (Klingeltöne)
- Navigationsgeräte
- öffentlicher Personennahverkehr
- Telefonanlagen



IX. Patentrechte

A. Allgemeine rechtliche Situation

- erst seit 1998 werden Gebühren erhoben (6 Jahre kostenlos)
- die Fraunhofer Ges. und Thomson besitzen 18 Patente
- Thomson verwaltet die Rechte an mp3 und mp3PRO
- sowohl Bell Laboratories als auch Philips erheben Ansprüche
- Lizenzgebühren relativ hoch ⇨ kostenlose Konkurrenzprodukte



IX. Patentrechte

B. Lizenzabgaben

PC Software Programme		
mp3	Decoder	0.75 US\$ pro Einheit
	Codec	2.50 – 5.00 US\$ pro Einheit
mp3PRO	Decoder	1.25 US\$ pro Einheit
	Codec	5.00 US\$ pro Einheit
Jedoch mindestens 15 000 US\$ pro Kalenderjahr		

Hardware Produkte		
mp3	Decoder	0.75 US\$ pro Einheit
	Codec	1.25 US\$ pro Einheit
mp3PRO	Decoder	1.25 US\$ pro Einheit
	Codec	5.00 US\$ pro Einheit
Jedoch mindestens 15 000 US\$ pro Kalenderjahr		



IX. Patentrechte

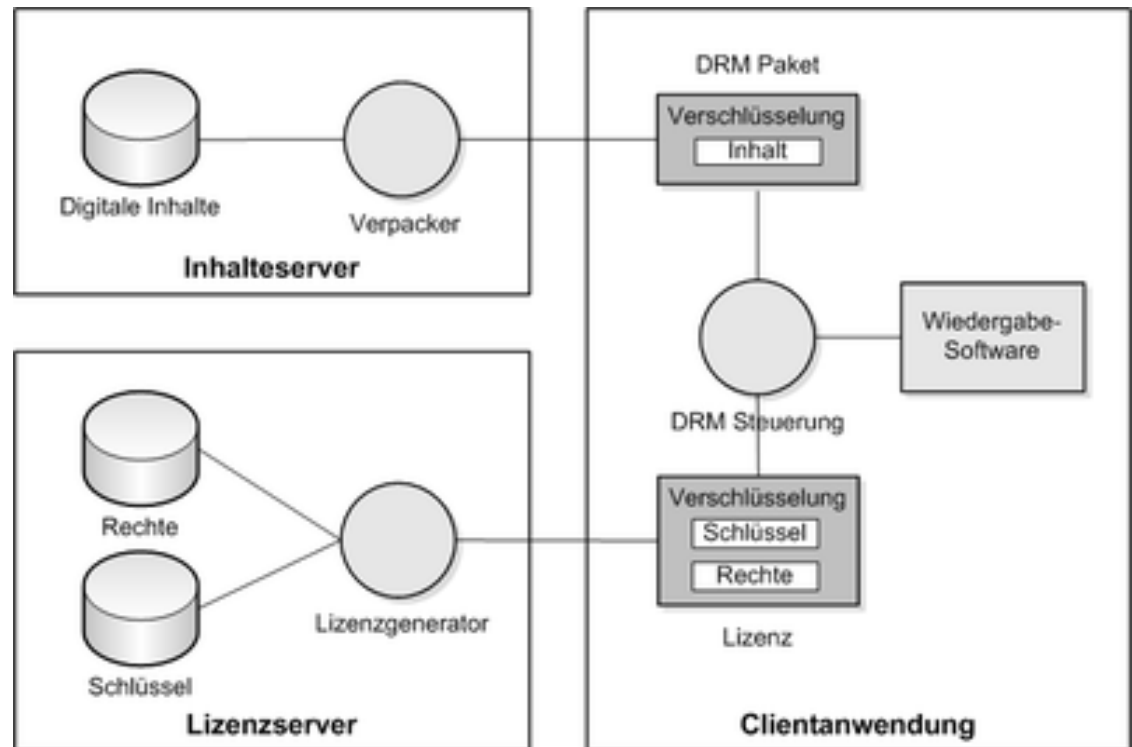
B. Lizenzabgaben

Spiele	
mp3	2 500 US\$ pro Titel
mp3PRO	3 750 US\$ pro Titel

Musik-Dienste	
mp3	2% der Einkünfte
mp3PRO	3% der Einkünfte
Jedoch mindestens 2 000 bzw. 3 000 US\$ pro Jahr	

X. Kopierschutz

- Digitale Rechteverwaltung (DRM)
- schon 1996 Liquid Audio
- werden überwunden
- FairPlay von Apple
- DRM-Systeme
- DRM-freie Musik



XI. Ausblick



- AAC als Grundstein für weitere Nachfolger
- Blu-ray und HD-TV bedingen ein Umdenken
- immer größere Datenspeicher machen mp3 entbehrlich
- 19. März 2009: Thomson führt mp3HD Dateiformat ein
- mobile Anwendungen setzen weiterhin auf mp3
- Qualitätsverlust z.B. beim Mobiltelefon nicht relevant



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

André Bente, WInf8501