

Diplomarbeit

Mischung und Mastering
Aktuelle Trends, stilistische Gestaltung und historische
Entwicklungen

Ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades eines
Dipl.-Ing. (FH) Telekommunikation und Medien
am Fachhochschul-Diplomstudiengang Telekommunikation und Medien
St. Pölten

Unter der Erstbetreuung von
DI Hannes Raffaseder

Zweitbegutachtung von
Dipl.-Ing. Franz Zotlöterer

ausgeführt von
Matthias Hofer
tm02100038048

St. Pölten, am 8. 9. 2006

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/einer Begutachterin zur Beurteilung oder in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Diese Arbeit stimmt mit der von den Begutachtern beurteilten Arbeit überein.

Ort, Datum

Unterschrift

Kurzfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema Audio-Mischung und -Mastering. Zunächst wird auf die Voraussetzungen, sowie die technischen und digitalen Grundlagen eingegangen. Danach werden die beiden Begriffe erklärt. Worauf es in den beiden Produktionsabschnitten speziell ankommt, welche Werkzeuge verwendet werden, und wie der Arbeitsablauf aussehen kann sind die Schwerpunkte, welche anschließend thematisiert werden.

Es folgen eine Übersicht über die historische und stilistische Entwicklung, sowie ein Ausblick in die Zukunft anhand des Surround Sounds.

Die Arbeit wird mit einem praktischen Beispiel einer Song-Produktion abgeschlossen.

Abstract

This diploma thesis was written to analyze the topic of Audio-Mixing and -Mastering.

At first, the requirements as well as the technical and digital fundamentals are explained. After that the two terms are defined. Questions of what is important during these two sections of production, what tools are used and what the working procedure can be are emphasises which are described afterwards.

An overview over the stylistic and historical development is given followed by a perspective on the basis of surround sounds.

The diploma thesis is finished with a practical example of a song production.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	4
Abstract	5
Inhaltsverzeichnis.....	6
1 Einleitung.....	12
2 Grundlagen und Voraussetzungen.....	13
2.1 Studioakustik	13
2.1.1 Lautsprecherarten.....	14
2.1.1.1 Passive Lautsprecher.....	15
2.1.1.2 Aktive Lautsprecher	15
2.1.1.3 Nearfieldabhören	16
2.1.1.4 Midfieldabhören.....	16
2.1.1.5 Raumabhören	16
2.1.1.6 Subwoofer	16
2.1.2 Lautsprecheraufstellung.....	17
2.1.2.1 Abstrahlverhalten von Lautsprechern.....	18
2.1.3 Kopfhörer	18
2.2 Zuspieler	19
2.2.1 DAT	19
2.2.2 CD-Player	20
2.2.3 Plattenspieler	20
2.2.4 Tonbandmaschinen	21
2.2.5 MOD- und 24-Bit-Rekorder.....	22
2.2.6 CD-ROM	22
2.3 Soundkarten	22
2.4 Unser Gehör	24
2.4.1 Fletcher-Munson-Kurve.....	24
2.4.2 Gehörtraining	25

2.5	Lautheit und Pegelspitzen	27
2.5.1	Übersteuerungen	27
2.5.2	Vermeiden von Übersteuerungen	28
2.5.3	Normalisieren.....	29
2.5.4	Bewertung der Lautheit	30
2.5.5	Argumente für ein leiseres Master	31
2.5.6	Orientierungswerte für die durchschnittliche Lautheit verschiedener Musikrichtungen	31
2.6	Ursachen für Phasenauslöschungen	32
3	Grundwissen der Digitaltechnik.....	34
3.1	PCM - Pulse Code Modulation.....	34
3.2	Truncation	35
3.3	Dithering	35
3.4	Jitter.....	36
3.4.1	Entstehung von Jitter	37
3.4.2	Ursachen für Jitter und Gegenmaßnahmen	37
3.5	AES/EBU - SP/DIF Gegenüberstellung.....	38
3.6	Word- und Houseclock.....	40
3.7	DC-Offset	40
3.7.1	Auswirkungen	41
4	Spezifikationen.....	42
4.1	Bücher	42
4.1.1	Redbook.....	42
4.1.2	Orangebook	42
4.1.3	Bluebook	43
4.1.4	Greenbook.....	43
4.1.5	Yellowbook	43
4.1.6	Whitebook	44
4.1.7	Beigebook	44
4.2	ISRC.....	44
4.3	Subcodes	45

4.4	Sony PCM-1630.....	46
4.5	PMCD.....	46
4.6	DDP.....	46
5	Mixing und Mastering	48
5.1	Phasen einer Musikproduktion	48
5.1.1	Phase 1: Recording	48
5.1.2	Phase 2: Mix	48
5.1.3	Phase 3: Mastering	48
6	Mixing	50
6.1	Wie wird es gemacht?	50
6.1.1	Balance	51
6.1.2	Panorama.....	53
6.1.3	Frequenzbereich	53
6.1.3.1	Übersicht über die verschiedenen Frequenzbereiche	54
6.1.3.2	Ansätze und Tipps	55
6.1.3.2.1	Ein Instrument schöner klingen lassen	56
6.1.3.2.2	Instrumente gut im Mix platzieren.....	57
6.1.3.2.3	Wie Bass und Schlagzeug behandelt werden.....	57
6.1.3.2.4	Fettere Gitarren.....	58
6.1.3.2.5	Stimmen	59
6.1.4	Atmosphäre	59
6.1.4.1	Hall, Delay und Predelay	59
6.1.4.2	Flanging	60
6.1.4.3	Hall und Stimmen.....	61
6.1.4.4	Hall und Gitarren	61
6.1.5	Dynamik.....	62
6.1.5.1	Kompressoren, Limiter und DeEsser	62
6.1.5.2	Gate	62
6.1.5.3	Einsatzbereiche von Kompression	62
6.1.6	Wie ein guter Mix erstellt wird	63
6.1.6.1	Die Richtung herausfinden	63

6.1.6.2	Es muss grooven	64
6.1.7	Lautstärke beim Mien	64
6.1.8	Gegenhören in Mono	65
6.2	Mixdown Formate	65
6.2.1	Verbreitete digitale Formate	66
6.2.1.1	LPCM (Linear Pulse Code Modulation)	66
6.2.1.2	AIFF (Audio Interchange File Format)	66
6.2.1.3	Wave (Waveform Audio)	66
6.2.1.4	SD2 (Sound Designer II)	66
6.3	Datenkomprimierung	67
6.3.1	Verlustbehaftete Codecs	67
6.3.1.1	MP3 (MPEG-1 Audio Layer 3).....	67
6.3.1.2	AAC (Advanced Audio Coding)	68
6.3.1.3	MPEG-4	68
6.3.1.4	WMA (Windows Media File)	68
6.3.1.5	Dolby Digital	68
6.3.1.6	DTS Coherent Acousitcs.....	69
6.3.2	Verlustfreie Codecs	69
6.3.2.1	MLP (Meridian Lossless Packing)	69
6.3.2.2	DTS-HD.....	69
6.3.2.3	Dolby TrueHD	69
6.3.2.4	Apple Lossless.....	70
6.4	Bevor der fertige Mixdown an ein Mastering-Studio geliefert wird.....	70
7	Mastering	72
7.1	Begriffserklärung	72
7.2	Was ist Mastering eigentlich?.....	72
7.3	Mastering-Engineer	73
7.4	PC oder teures Outboard-Equipment?	75
7.5	DAO/TAO.....	76
7.6	Werkzeuge	77
7.6.1	Kompressoren und Limiter	77

7.6.1.1	Kompressoren	77
7.6.1.1.1	Die wichtigsten Parameter eines Kompressors	77
7.6.1.1.2	Singleband-Kompressor.....	78
7.6.1.1.3	Multiband-Kompressor.....	78
7.6.1.1.4	Loudness Maximizer/Limiter	79
7.6.1.1.5	DeEsser.....	80
7.6.2	Equalizer	81
7.6.2.1	Systematische Arbeit mit dem EQ	82
7.6.2.2	Wichtige Filterarten.....	84
7.6.2.2.1	Parametrische Filter	84
7.6.2.2.2	Shelfing-Filter	84
7.6.2.2.3	Notch-Filter.....	84
7.6.2.2.4	Hochpass-Filter	84
7.6.2.2.5	Tiefpass-Filter	85
7.6.2.2.6	Bandpass-Filter	85
7.6.2.2.7	Einige EQ-Plugins	85
7.6.3	Hall	85
7.7	Die wichtigsten Voraussetzungen für das Mastering	86
7.8	Arbeitsablauf eines Album-Masterings.....	87
7.8.1	Vorbereitung.....	87
7.8.2	Kreative Bearbeitung.....	89
7.8.3	Nachbearbeitung	91
7.9	Klangliche Bearbeitung anhand einiger Beispiele	92
7.9.1	Disbalance im Bassbereich	92
7.9.2	Zu wenig Räumlichkeit im Mix	92
7.9.3	Der Mix klingt digital	92
7.9.4	Kalter Mix.....	93
8	Historische und stilistische Entwicklung.....	94
8.1	Geschichte.....	94
8.2	Der New York Stil	95
8.3	Der Los Angeles Stil	95
8.4	Der London Stil	96

8.5	Andere Stile	96
8.6	Entwicklung der heutigen Pop-Musik.....	97
9	Die Zukunft liegt im Surround Sound.....	98
9.1	Geschichte des Multikanal-Sounds.....	98
9.2	Unterschiede zu Stereo.....	99
9.2.1	Daraus ergeben sich einige Vorteile.....	99
9.3	Surround-Mix	100
9.4	Eine neue Arbeitsweise	100
10	Produktion eines Songs	101
	Anhang.....	122
	Anhang A: Literatur- und Quellenverzeichnis.....	122
	Anhang B: Abbildungsverzeichnis	123
	Anhang C: Danksagung	124
	Anhang D: Glossar	125

1 Einleitung

Viele Leute verwechseln Mischung und Mastering – wenn sie überhaupt wissen, was die beiden Begriffe bedeuten.

In der folgenden Arbeit werden diese erklärt und genauer darauf eingegangen.

Für interessierte Leser werden sowohl technisches Grundwissen aufgebaut, als auch Arbeitsweisen gezeigt und Tipps gegeben, worauf man als Mixing- oder Mastering-Engineer Acht geben sollte.

2 Grundlagen und Voraussetzungen

2.1 Studioakustik

„Die Studioakustik ist für das Mastering essenziell und im PC-basierten Mastering-Studio wohl wegen der baulichen Änderungen der größte Investitionsposten.“¹

Selbst hervorragende Monitorboxen werden in verschiedenen, akustisch nicht präparierten, Räumen nicht ideal und jeweils anders klingen. Da das natürlich an den Räumen und nicht an den Lautsprechern liegt, ist der Raum genauso wichtig wie die Lautsprecher.

Aus der Geometrie und Größe des Abhörtraumes ergibt sich ein sehr spezifischer Klang, da Frequenzen Lauflängen haben (zum Beispiel 55 Hz = 6,2364 Meter). Bestimmte Frequenzen werden durch die Raumgröße und die Positionierung der Boxen verstärkt, andere abgeschwächt. Das soll natürlich verhindert werden.²

Die Raumakustik soll einen möglichst unverfälschten Eindruck von der vorliegenden Aufnahme ermöglichen, was auch für den Signalpfad und die Lautsprecher gilt.

Deswegen wird ein Setup benötigt, in dessen Sweetspot alle Frequenzen gleich klingen. Der Sweetspot ist der dreidimensionale Bereich vor den Boxen, in dem Links und Rechts ausgewogen gehört wird, aber gleichzeitig Mono als mittig wahrgenommen wird. Das bedeutet, dass z.B. der Gesang aus der Mitte zwischen den Boxen kommt.³

¹ Friedemann Tischmeyer, Audio-Mastering mit PC-Workstations, Wizoo (2006), S.27

² Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 28

³ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 29

Die ersten zurückgeworfenen Reflektionen werden Erstreflektion oder Early Reflection genannt. Ihr Pegel in der Abhörposition sollte mindestens 10dB (besser 15 bis 20dB) unter dem des Direktschalls liegen. Sie können durch installierte Diffusoren vermindert werden.

Prinzipiell sollte versucht werden, alle Nebengeräusche, wie etwa vorbeifahrende LKWs oder vibrierende Metallschränke eingedämmt werden.

Ein Mastering-Studio sollte, wie gesagt, neutral klingen. Wenn ein Raum neu eingerichtet wird, ist eine Einmessung durch einen erfahrenen Akustiker zu empfehlen.

Man sollte besonders darauf achten, dass möglichst keine parallelen Wände vorhanden sind. Ebenso sollte die Decke nicht parallel zum Boden verlaufen. Alles in allem eben kein symmetrischer Aufbau. Für weitere Optimierung können Dämmstoffe für Höhen und Resonatoren für Bässe verwendet werden. Die Nachhallzeit sollte über alle Frequenzen minimal und gleich verteilt sein.⁴

Interessanterweise sind Studios in den USA etwas größer als in Europa. Sie sehen oft wie große Wohnzimmer aus – akustisch optimiert und sparsamst möbliert. Der Grund dafür ist, dass das durchschnittliche amerikanische Wohnzimmer größer ist als das Europäische.⁵

2.1.1 Lautsprecherarten

Jeder Lautsprecher hat einen anderen Sweetspot. Ein größerer Bewegungsradius ist auch deswegen zu empfehlen, weil ein Kunde⁶, der hinter dem Engineer sitzt, durch den identischen Klang dessen Arbeit so besser beurteilen kann.

⁴ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 31

⁵ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 33

⁶ Kunde = Ein Client, der sein Audiomaterial bearbeitet bekommt und in der Regel dafür bezahlt.

Um dies für die tiefen Bässe so gut wie möglich zu ermöglichen, ist ein Subwoofer (oder sogar 2 für Stereo) hilfreich.

Außerdem sollte auch überprüft werden, ob der Sound auf qualitativ schlechteren Lautsprechern, die oft in normalen „Küchenradios“ oder Fernsehgeräten vorhanden sind, immer noch ansprechend ist. Dafür reichen billige Produkte aus dem Consumer-Bereich vollkommen aus.⁷

2.1.1.1 Passive Lautsprecher

Für passive Lautsprecher werden externe Endstufen benötigt, obwohl es in niedrigeren Preisklassen auch ins Gehäuse eingebaute Endstufen gibt. Bei dieser Boxenart werden die tiefen, mittleren und hohen Frequenzen durch passive Frequenzweichen getrennt. Es wäre denkbar, dass ein Setup mit passiven Lautsprechern preiswerter ist. Es besteht aber ein großer qualitativer Unterschied zwischen den verschiedenen Endstufen. Deswegen werden passive Boxen mit hochwertigen Endstufen im Endeffekt teurer kommen als Aktivboxen. Um Passivboxen zu einem Surround-System zu erweitern muss man sich oft mit einem komplizierten Bassmanagement herumschlagen.⁸

2.1.1.2 Aktive Lautsprecher

Aktivboxen haben sowohl für Bass, Mittelton, also auch für Hochton eigene Endstufen vor der Verstärkereinheit. Der Name Aktivbox hat nichts damit zu tun, wo sich die Endstufe befindet (im Gehäuse oder nicht), sondern bezieht sich auf die separate Ansteuerung der Wege. Im Studiobereich sind aktive Lautsprecher weiter verbreitet als passive, da sie auch leichter zu einem Surround-System erweiterbar sind.⁹

⁷ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 35

⁸ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 36

⁹ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 36

2.1.1.3 Nearfieldabhören

Bei Nearfieldabhören (=Nahfeldabhören) ist der Direktschall um einiges größer als bei Midfield- oder Raumabhören. Sie sollten frei im Raum aufgestellt werden, da sich beim Aufstellen auf der Meterbridge des Mischpults oder auf einem großen Schreibtisch Kammfiltereffekte durch die Reflektion von der Oberfläche bilden können. In den meisten Fällen wird zusätzlich auch einen Subwoofer benötigt, um die Bässe gut beurteilen zu können. Außerdem ist ihr Sweetspot selten größer als 50cm.¹⁰

2.1.1.4 Midfieldabhören

Midfield oder Mittelfeldabhören werden meistens beim Mastering mit anwesendem Kunden verwendet, da ihr Sweetspot größer ist und die Abhördistanz 1,8 bis 3 Meter beträgt.

Auch hier können zusätzlich Subwoofer verwendet werden.¹¹

2.1.1.5 Raumabhören

Raumabhören sind in die Wand eingelassen, was bei den wenigsten Kunden der Fall ist. Es müssen größere Investitionen in den Akustikaufbau des Raumes einberechnet werden. Diese Abhören sind sehr teuer, und außerdem für das Mastering eher ungeeignet.¹²

2.1.1.6 Subwoofer

Subwoofer müssen genau eingemessen, und die optimale Übergangsfrequenz gefunden werden (oft zwischen 60 und 80 Hz).¹³

Die Positionierung kann ungefähr so erfolgen:

¹⁰ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 37

¹¹ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 37

¹² Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 37

Zuerst den Subwoofer auf Abhörposition belassen. Dann Material mit großem Bassanteil abspielen und dabei durch den Raum gehen. Dort, wo die Bässe am besten klingen kann der Subwoofer aufgestellt werden.¹⁴

2.1.2 Lautsprecheraufstellung

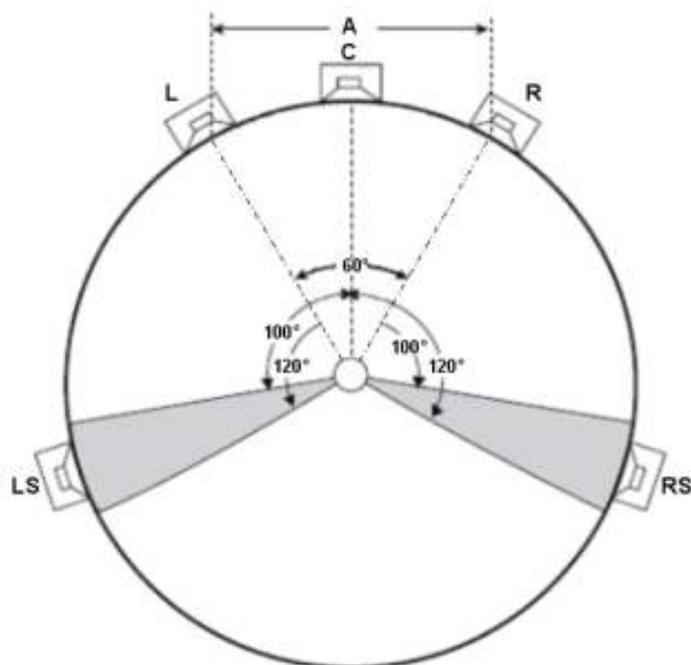


Abbildung 2.1: Standard für Lautsprecheraufstellung (ITU 775)

Diese Abbildung zeigt den Standard der Surround-Lautsprecheraufstellung für DVD-Audio und SACD.

¹³ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 38

¹⁴ Vgl. Owsinski, 2000, S. 32

Bei der Stereoaufstellung im Studio ändern sich die Frontlautsprecher nicht. Sie sollten auf jeden Fall möglichst frei aufgestellt werden, um *Kammfiltereffekte* zu vermeiden, die durch die Vermischung der Reflektionen von z.B. einer großen Tischfläche mit dem Direktschall entstehen.

Die Reflektionen sind dem direkten Schall gegenüber leicht verzögert und vermischen sich am Ohr. Je nach Lauflänge führen sie zu Verstärkung oder Abschwächung gewisser Frequenzen.

Lautsprecher sollten auch daran gehindert werden, durch ihre Eigenschwingungen ihre Umgebung in Schwingung zu versetzen. Das kann man durch sehr schwere Boxenständer, Spikes oder, am Besten, durch den Einsatz von beidem erreichen.

Schwere Boxenständer absorbieren den Schall durch ihre Masse. Notfalls können sie auch mit Sand befüllt werden. Bei Spikes spielt die kleine Auflagefläche der Spitzen eine große Rolle. Dadurch können tiefe Töne, die ja lange Wellen haben, nur schwer übertragen werden.¹⁵

2.1.2.1 Abstrahlverhalten von Lautsprechern

Lautsprecher sollten nicht zu nah an Rückwand und Ecken stehen, da sich Bässe in alle Richtungen ausbreiten, und das wiederum zu Anhebungen oder Absenkungen im Bassbereich und zum Kammfiltereffekt führen kann.¹⁶

2.1.3 Kopfhörer

Eine sinnvolle Ergänzung zu den Studioboxen sind hochwertige Kopfhörer. Sie können Studioabhören zwar nicht ersetzen, aber sind hinsichtlich des Referenzhörens sehr wichtig und ergänzend.

¹⁵ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 40

¹⁶ Vgl. Raffaseder, 2002, S. 186

Viele Geräusche im Studio, wie z.B. Lüfter, Klimaanlage, werden von unseren Ohren oft nicht bewusst wahrgenommen. Bei der Wiedergabe über Kopfhörer werden manche Störungen stärker bewusst. Außerdem sind Kopfhörer sind beim Arbeiten am Stereopanorama sehr hilfreich und auch nicht positionsgebunden.

Zurzeit wird versucht, professionelle Surround-Kopfhörersysteme zu entwickeln. Dadurch würde sich der Vorteil des zusätzlichen Abhörens über Kopfhörer weiter vergrößern.¹⁷

2.2 Zuspieler

Heutzutage wird der Großteil der Aufträge via CD-ROM, DVD-ROM oder über das Internet übermittelt. Bandmaschinen, Plattenspieler usw. erweitern aber auf jeden Fall die Kompatibilität zum Kunden.

2.2.1 DAT

Ein guter DAT-Rekorder sollte S/P-DIF- und AES/EBU-Anschlüsse, gute Wandler und eine Fehlerkorrektur bzw. Fehlermessung besitzen. Früher war es üblich, ein zusätzliches Gerät zur Fehleranalyse zu verwenden. Es macht aber mehr Sinn, diese aber im Gerät zu haben, da die Messung vor der Interpolation geschieht, und es dort effektiver ist.

Heute kann man sich eigentlich diesen teuren Aufwand sparen, da nahezu jedes Tonstudio 24-Bit-Master auf CD-ROM liefern kann. Ebenfalls nicht mehr unbedingt notwendig sind DAT-Rekorder mit Timecode und Wordclock.¹⁸

¹⁷ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 42 - 43

¹⁸ Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Digital_Audio_Tape

2.2.2 CD-Player

Grundvoraussetzung für jedes Mastering-Studio ist ein sehr guter externer CD-Player mit S/P-DIF- oder AES/EBU-Ausgängen (am besten beides) und hochwertigen Wandlern. Selbst wenn Tracks auf einer Redbook-CD geliefert werden, müssen diese vorsichtig auf den Rechner importiert werden. Ein Save-Modus sollte bei der Software während des Importierens aktiviert werden, um Fehlern vorzubeugen. Treten doch welche auf, sollte man die CD putzen oder andere CD-ROM-Laufwerke mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ausprobieren.

Wenn das Importieren via S/P-DIF oder AES/EBU fehlschlägt, könnte der Kunden nach einer besseren CD gefragt werden. Letztendlich würde noch die analogen Ausgänge des Players eine Möglichkeit darstellen.

Danach muss auf jeden Fall ein Vergleich der analogen und digitalen Einspielung vorgenommen und akustisch auf typische digitale Fehler geachtet werden.

Schließlich wird die bessere der beiden Versionen durch Interpolation in einen einwandfreien Zustand gebracht.¹⁹

2.2.3 Plattenspieler

Ein Plattenspieler ist hinsichtlich von Klangrestauration von Vorteil, aber generell nicht mehr unbedingt notwendig. Er ist mehr oder weniger eine Vergrößerung der Möglichkeiten.

Natürlich sollte in einem Mastering-Studio ein möglichst hochwertiger Plattenspieler stehen. Zusätzlich könnte in eine Vinyl-Waschmaschine investiert werden, mit der man das Klicken und Knistern von sehr alten Platten noch gut reduzieren kann.

¹⁹ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 49

Bei der Anschaffung sollte auf schwere Teller und daher auch geringe Gleichlaufschwankungen geachtet werden.²⁰

2.2.4 Tonbandmaschinen

Die 2 wichtigsten Standards von Tonbandmaschinen sind ½-Zoll-Senkelmaschinen und 1-Zoll-Maschinen., NAB und IEC sind die beiden großen Einmess- oder Bandflussnormen. Bandflussnorm bedeutet Standard für die Ver- bzw. Entzerrung bei der Aufnahme und Wiedergabe. Tonbandmaschinen mit einer dieser, oder besser - aber weniger verbreitet - beiden, Normen sind Voraussetzung für die Klangrestauration.

Der NAB-Standard ist amerikanisch, IEC hingegen deutsch. Sie sollen die gleichmäßigere Wiedergabe der Frequenzen sicherstellen. Tonbandmaschinen wurden von den DAT-Rekordern als Standard abgelöst.

½-Zoll-Bänder gibt es in 2 Formen: 2-Track sind qualitativ hochwertiger, da nur 2 breitere Spuren vorhanden sind. Bei 4-Track existiert nur eine halb so breite Spur.

In den USA sind ½- und 1-Zoll Maschinen immer noch verbreitet, im Gegensatz zu Europa. Beim Mixdown im Mischstudio wird neben einer hochauflösenden (24-Bit-) Version auch eine Version auf Bandmaschine aufgenommen, zwischen denen sich danach das Mastering-Studio eine aussuchen kann.

Oft werden Tonbandmaschinen auch dazu verwendet, um aus digitalen Mastern analoges Material zu machen. Beim Kopieren der Aufnahmen auf Band werden ihnen eine gewisse Wärme und etwas Bandsättigung verliehen. Die Bandsättigung wirkt wie ein Kompressor, oder, je nach Bandgeschwindigkeit, wie ein Limiter.²¹

²⁰ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 50

²¹ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 50 - 51

Plugins, wie z.B. Magneto von Steinberg/Spectral Design oder Vintage Warmer von PSP versuchen diesen Klang zu simulieren.

2.2.5 MOD- und 24-Bit-Rekorder

Die Anschaffung solcher Rekorder könnte als fragwürdig bezeichnet werden, da sie keinen neuen Standard wie z.B. der DAT-Rekorder darstellen. Eigentlich ist jedes Studio in der Lage hochauflösendes digitales Material aufzunehmen und zu liefern.

Normalerweise verarbeiten diese Rekorder Bit-Tiefen von 24-Bit und Samplefrequenzen bis 192 kHz und arbeiten z.B. mit magneto-optischen Discs (MOD), Hard-Discs, Bandlaufwerken, CD-R, DVD-R und DVD-RAMs.²²

2.2.6 CD-ROM

CD-ROMs sind eigentlich keine Zuspieler, sondern Transportmedien, da sie kein Abspielmedium für Wave- oder Aiff-Dateien darstellen. Ihre Datensicherheit ist aber größer als die der Redbook-CD-R.²³

2.3 Soundkarten

Externe Soundkarten, die mindestens 24 Bit und 96 kHz Samplingfrequenz unterstützen sind von Vorteil, denn Störeinflüsse des Rechners wirken sich aus und außerdem findet man darauf öfter professionelle XLR- oder Stereoklinkenanschlüsse als auf im Rechner eingebauten Soundkarten.

Besonders wichtig sind Einstellungen, wie Synchronisationsquelle, La-

²² Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 51 - 52

²³ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 52

tenz und Nonaudio für den S/P-DIF-Ausgang, der auch 24-Bit-Wortbreite unterstützen sollte.

Zuverlässige Treiber für eingebaute Soundkarten wären immer noch die ASIO-Treiber, die ein offener Standard von Steinberg sind. Audio Signal Input/Output (=ASIO) gewähren Latenzzeiten bis 1,5ms. Latenz wird die Zeit genannt, die die Soundkarte und der Rechner benötigen, um ein Signal aufzunehmen und wiederzugeben.²⁴

²⁴ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 55 - 56

2.4 Unser Gehör

2.4.1 Fletcher-Munson-Kurve

Die Fletcher-Munson-Kurve beschreibt, dass es für unser Gehör unmöglich ist, linear zu hören. Das bedeutet, dass es für uns nicht möglich ist, verschiedene Frequenzen, die gleich laut sind, in unserem Hörspektrum als gleich laut zu empfinden.²⁵

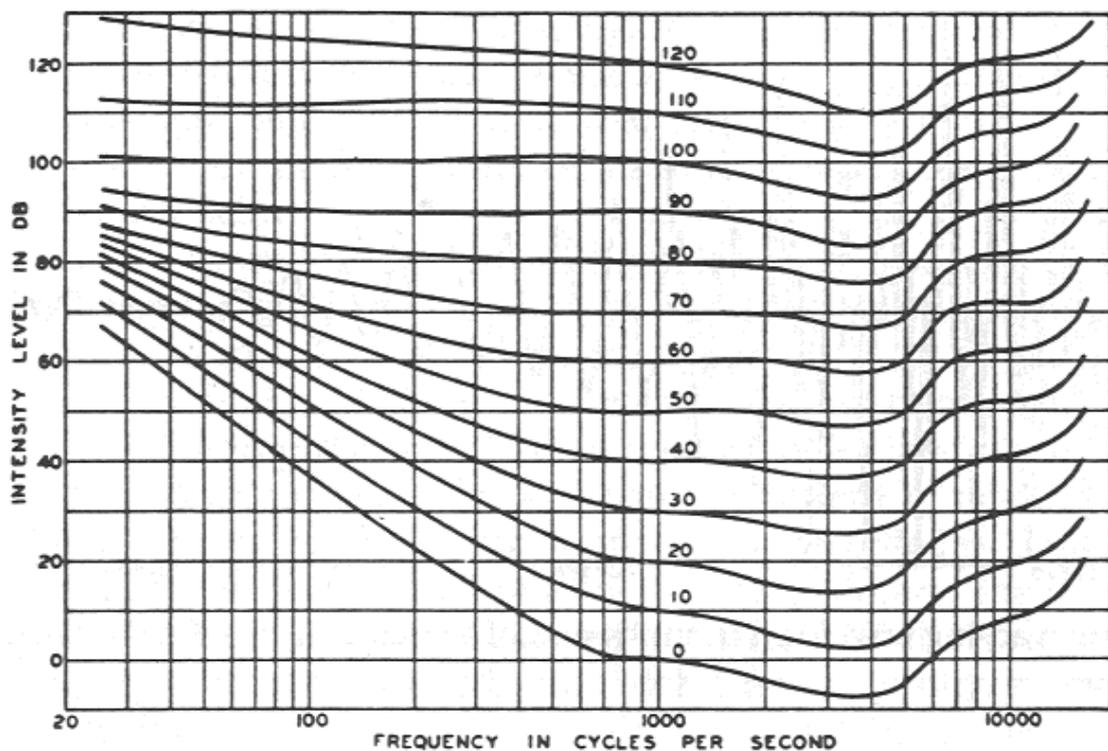


Abbildung 2.2: Fletcher-Munson-Kurve – Kurve gleicher Lautheit

Fletcher Munson startete einen Versuch, indem er seinen Testpersonen verschiedene Töne vorspielte. Er veränderte deren Lautstärke

²⁵ Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Geh%C3%B6rrichtige_Lautst%C3%A4rke

solange, bis sie als gleich laut wie der Referenzton wahrgenommen wurden.

Munson fand heraus, dass sowohl tiefe, als auch hohe Töne stärker angehoben werden müssen, je leiser diese sind, damit sie als genauso laut wie der Referenzton wahrgenommen werden.²⁶

2.4.2 Gehörtraining

Allgemein könnte man sagen, dass sich unsere Gehörbildung auf zwei Bereiche beschränkt:

Die musikalische Gehörbildung, und die Technische.

Die musikalische Gehörbildung bezieht sich auf die Harmonielehre, also werden Intervalle, Tonarten, Akkorde und Intonationen gehört. Dafür bildet die Beherrschung eines Harmonieinstruments eine Grundlage.

Oft haben Instrumente einen Deadspot. Das bedeutet, dass manche Töne bauartbedingt leiser sind.

Musikalische Grundkenntnis hilft dabei, den Deadspot eines Instruments im Mastering auszugleichen. Der Ton wird z.B. als G₁ erkannt und mit Hilfe einer Frequenztabelle und eines parametrischen Equalizers kann dies exakt bei 52,80 Hz getan werden.

Wenn man selbst ein Instrument spielt, verwischt dieser Unterschied vom musikalischen und technischen Gehör. Man kann sich in den Kunden, der oft selbst Musiker ist, hineinversetzen und versteht, wie gewisse Instrumente in einen stilistischen Kontext passen und welche Absicht vielleicht hinter manchen klangästhetischen Besonderheiten stehen könnte.

²⁶ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 57

Zusätzlich muss jeder Mastering- oder Mixing-Engineer über die Frequenzspektren verschiedener Instrumente bescheid wissen. Jedes Instrument besitzt nämlich spektrale Bereiche, die den spezifischen Klang ausmachen, und andere, die ohne weiteres herausgeregelt werden können, ohne dass dies den Klang großartig verändern würde.

Eine Bassdrum besteht z.B. aus Bottom (=Boden oder Kick) und Fell. Der Bottom liegt normalerweise zwischen 75 und 90 Hz, kann aber auch in verschiedenen Musikstilen bis zu 50 Hz hinunterreichen. Oft sagt man, dass er im Bauch gespürt wird. Er gibt einem Titel, zusammen mit dem Bass, die Wärme.

Das Fell klatscht und besitzt eher hohe Frequenzanteile. Auch hier variiert der Frequenzbereich je nach unterschiedlicher Musikrichtung zwischen 2 und 8 kHz.

Die Bassdrum könnte, wenn notwendig, im unteren Mittenband etwas herausgeregelt werden, da sie dort anderen Instrumenten Platz wegnimmt und ihr klanglicher Charakter nicht bedeutend verändert wird.

Um das klangliche Gehör zu erweitern sollte Musik bewusst gehört werden. In welchem Raum wird gespielt? Welche Instrumente sind im Vordergrund, welche weiter hinten platziert? Wie intensiv kann ist der Gesang zu hören?

Man kann selbst ausprobieren, welche Unterschiede sich in verschiedenen Aufnahmen ergeben, wenn die eigene Position vor dem Mikrofon verändert wird. Wo tritt ein Kammerfiltereffekt auf? Wo klingt alles klar und deutlich?

Viele alltägliche akustische Phänomene können bewusst wahrgenommen werden. Eine Unterhaltung klingt anders, wenn man vom Sprecher direkt angesprochen wird, oder wenn man als dritter ein Gespräch von der Seite mithört.

Mit einem Werkzeug wie dem Spectrum-Analyser kann die Frequenz jedes Instruments kennen gelernt werden.²⁷

2.5 Lautheit und Pegelspitzen

Die höchsten Ausschläge auf der Amplitude einer digitalen Aufnahme zeigen die maximale Lautstärke. Die Lautheit (RMS) beschreibt die empfundene Lautheit bzw. die Dichte einer Aufnahme und sieht „wurstiger“ aus. Das bedeutet, dass der optische Abstand zwischen den Peaks und dem „Hauptnutzsignal“ geringer ist.

Anhand dieser Peaks wird die Aufnahme angesteuert. Im digitalen Bereich kann theoretisch auf 0 dB angesteuert werden, wobei aber für das spätere CD- oder DVD-Mastering einen Headroom von -0,3 dB berücksichtigt werden sollte.

Analog wird ein größerer Headroom benötigt.

Ein Pegelunterschied von 0,3 dB ist ohne A/B-Vergleich nur schwer wahrzunehmen. Außerdem würden wahrscheinlich nur die wenigsten Hörer zu Hause CDs nach solchen Unterschieden vergleichen. Deswegen macht so eine „Pufferzone“ auf jeden Fall Sinn.²⁸

2.5.1 Übersteuerungen

Übersteuerungen könnten bei der Aufnahme in der A/D-Wandlereinheit auftreten, wenn viele Plugins hintereinander verwendet werden und dabei der Pegel aus den Augen verloren wird, wenn ein Gerät intern übersteuert wird, das nicht mit 32-Bit-Fließkomma-

²⁷ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 64 - 66

²⁸ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 85 - 87

Format arbeitet, und beim Wechseln von 32- bzw. 24-Bit auf 16-Bit und dabei wieder nicht auf den Pegel geachtet wird.²⁹

2.5.2 Vermeiden von Übersteuerungen

Beim Aufnehmen über einen A/D-Wandler können Übersteuerungen auftreten, die uns die Wandlereinheit auch anzeigt. Beim digitalen Abspielen geht das aber nicht mehr, da die digitale Auflösung nur bis 0 dB reicht. Deswegen ist ein angemessener Headroom sehr hilfreich. Außerdem gibt es Messgeräte, die neben den Peaks auch die Lautheit berechnen.

Die Lautheit ist zwar immer niedriger als der Pegel, jedoch ist noch kein Standard für die Messung vorhanden, da sie sehr subjektiv ist und von jedem Hörer als unterschiedlich laut empfunden wird. Außerdem gibt es auch Unterschiede und Abweichungen zwischen den verschiedenen Messverfahren.

Da ein D/A-Wandler aus Einsen und Nullen bei der Rückwandlung wieder eine analoge Wellenform erzeugt, kann es zu Übersteuerungen kommen, wenn digital auf 0 dBFS (= 0 dB Fullscale) gepegelt wurde. Der Wandler müsste dann unter Umständen nach oben runden und so können eben Overs bis zu +3 bzw. +6 dB entstehen. D/A-Wandler haben einen eher kleinen Übersteuerungsspielraum. Deswegen neigen diese bei der Endverarbeitung eher zu Clippings, die zu hörbaren Artefakten führen.

Neben einem nützlichen Headroom kann auch ein Brickwall-Limiter Abhilfe schaffen.³⁰

Manche Mastering-Engineers beklagen, dass dem Lautheitsgewinn in manchen Musikrichtungen fast zuviel Aufmerksamkeit gewidmet wird, da das Mastering nicht nur daraus besteht. Zum Glück hat sich diese Einstellung wieder geändert. Bei Pegelanhebungen muss immer dar-

²⁹ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 87

³⁰ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 87 - 88

auf geachtet werden, dass sowohl Radio-, als auch Fernsehstationen individuell teilweise starke Dynamikbearbeitungen vor der Ausstrahlung vornehmen. Dadurch kann es wieder zu klanglichen Artefakten durch die Sendeprozessoren kommen.

Wenn später eine Datenreduktion vorgenommen werden soll (mp3, mp2[Rundfunkstandard], ac3,...), spielt ein Peak-Headroom wieder eine große Rolle. Manche Engineers behaupten, dass dann ein Puffer von 3 dBFS zu einem besseren Ergebnis führt. *„Je höher der Datenreduktionsgrad, desto stärker der Pegelzuwachs im Encodierungsprozess und damit die hinzukommenden Artefakte.“*³¹ Dies kann bei vielen Radiosendern festgestellt werden – Klassiksender ausgenommen -, und leider ist dort dieses Problem vielen technischen Angestellten nicht bekannt.

Die wirkliche Lautheitsgewinnung sollte im Mastering geschehen. Mischingenieure müssen vorsichtig mit dem Einsatz von Kompressoren oder Dynamikwerkzeugen umgehen, um eine Weiterverarbeitung des Materials nicht unmöglich zu machen. In einem Mastering-Studio stehen außerdem ganz andere Werkzeuge dafür zur Verfügung, die in einem Mischstudio oder als Plugin nicht gefunden werden können. Ein Mixing-Engineer sollte Kompressoren und Dynamik-Tools eher für die Klangbildung verwenden, als zur Lautheitsgewinnung.

2.5.3 Normalisieren

Beim Normalisieren wird ein Track analysiert und der höchste Peakwert bestimmt. Wenn der höchste Wert z.B. -3 dB beträgt, kann der gesamte Track um 3 dB lauter gemacht werden und erhält so 0 dBFS Aussteuerung.

³¹ Friedemann Tischmeyer, Audio-Mastering mit PC-Workstations, Wizoo (2006), S. 90

Natürlich kann auch ein Headroom eingestellt werden, der dann nicht überstiegen wird.

Das Problem liegt darin, dass das Normalisieren in 32-Bit-Auflösung einwandfrei funktioniert und den Klang weder verbessert, noch verschlechtert, aber auf der 16-Bit-Ebene bei der Untersteuerung einer Aufnahme nicht die gleiche Qualität und Tiefe erreicht wird, die bei guter Aussteuerung erreicht werden würde.

Der Grund dafür ist, dass beim Untersteuern einer 16-Bit-Aufnahme nur die unteren Bits (z.B. die unteren 10 Bits und damit nur 60 dB) für die Dynamik genutzt werden. Die Aufnahme wird zwar nicht verschlechtert, aber die Qualität und die Tiefe werden darunter leiden, wie bereits gesagt.³²

2.5.4 Bewertung der Lautheit

Wie bereits erwähnt, fehlt ein Standard zur allgemeinen Lautheitsmessung. Ein Tipp wäre es, Titel nach ihrer Lautheit zu untersuchen, wenn sie zu einem Album zusammengestellt werden sollen. Die lautesten Passagen jedes Tracks sollten angeglichen werden. Es bringt jedoch nichts, eine Ballade mit einem langen, ruhigen Intro komplett durch eine globale Analyse laufen zu lassen und dann auf die Lautheit eines Hardrock-Songs zu komprimieren.

Es ist nun einmal so, dass lauter gemastertes Material im A/B-Vergleich besser klingt. Deswegen verlangen Kunden oft vom Mastering-Engineer lautere Master als eigentlich vertretbar ist, und das obwohl im Vergleich von mehreren unterschiedlich dicht gemasterten Aufnahmen oft das leisere, dynamischere Material bei gleicher Abhörlautstärke besser klingt. Der Engineer muss also sehr sorgfältig abwägen, ob er seinem, unter Umständen, besser, aber etwas leiseren

³² Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 91

Master, oder dem vom Kunden gewünschte lauterem und, oberflächlich gesehen, besseren Material den Vorzug gibt.

Entscheidet er sich für Ersteres, ist gute Überzeugungskraft gefragt.³³

2.5.5 Argumente für ein leiseres Master

Vor dem Abspielen im Radio oft noch ein starker Kompressor oder Limiter hinzugefügt wird, werden extra laut gemasterte Songs noch stärker entstellt.

Beim Anhören der CD zu Hause ist die Stimmigkeit in sich wichtiger als die maximale Lautheit der Tracks. Der Kunde soll ja nicht andauernd zur Fernbedienung greifen müssen, um die Lautstärke anzupassen.³⁴

2.5.6 Orientierungswerte für die durchschnittliche Lautheit verschiedener Musikrichtungen

- Rock/Hardrock/Metal/Punk: bis -10 dB/RMS durchschnittliche Lautheit
- Techno/Trance/harter Elektro: bis -10 dB/RMS durchschnittliche Lautheit
- Pop/R'n'B/Hiphop/Broadcast: bis -12 dB/RMS durchschnittliche Lautheit
- World/Chillout/Lounge: bis -14 dB/RMS durchschnittliche Lautheit
- Jazz: bis -16 dB/RMS durchschnittliche Lautheit
- Klassik: bis -18 dB/RMS durchschnittliche Lautheit

RMS (Root Mean Square) = quadratischer Mittelwert/Effektivwert

³³ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 91 - 92

³⁴ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 93 - 94

Diese Werte können durch unterschiedlich verwendetes Metering leicht variieren und beziehen sich auf laute Passagen wie den Reffrain.³⁵

Es sollte immer wieder mittels Monoschalter überprüft werden, ob das bearbeitete Material auch monokompatibel ist. Wenn man nämlich den Stereo-Mix zusammenlegt, kann es bei Unachtsamkeit zu Phasenauslöschungen kommen.

2.6 Ursachen für Phasenauslöschungen

Wenn Mikrofone bei stereophonen Aufnahmen schlecht positioniert sind, kann es zu Phasenauslöschungen kommen. Deswegen sollte bei der Mikrofonpositionierung darauf geachtet werden, dass sie mit den Kapseln in derselben Höhe und der gleichen Distanz zum Signal stehen. Eine andere Möglichkeit wäre eine Positionierung, dass das zweite Mikrofon mindestens dreimal soweit von der Quelle entfernt steht wie das Erste.

Flächensounds führen auch oft zu Auslöschungen, da sie mit Phaseneffekten versehen sind. Steinbergs Nuendo und Cubase SX bieten drei verschiedene Panning-Funktionen an (Stereo Dual Panner, Stereo Combined Panner, Stereo Balance Panner) mit denen die alten Panning-Slider gegen getrennte Panner ersetzt werden können und die die Stereobreite auf 9 und 15 Uhr limitieren. Damit ist das Signal noch immer breit genug, aber eben monokompatibel. Diesen Trick kann auch bei Overhead-Mikrofonen verwendet werden, die nicht auf einer Achse standen.

³⁵ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 95

Auch bei Hallreturns können mit einer 9-/15-Uhr Einstellung Phasen-
auslöschungen verhindert werden.

Schlussendlich sollte man auch Acht geben, wenn Spuren bei der Be-
arbeitung verschoben werden. Dies könnte neben einem übertriebe-
nen Einsatz des Stereopanoramas ebenfalls zu Problemen führen.³⁶

³⁶ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 82 – 83

3 Grundwissen der Digitaltechnik

3.1 PCM – Pulse Code Modulation

PCM bezeichnet die Technik, in der Audio digitalisiert wird und auf die Formate wie Wave oder Aiff basieren.

Anfangs liegt analoges Material vor, das zerstückelt wird. Diese Teile nennt man Samples. Beispielsweise werden auf einer CD 44 100 Samples pro Sekunde verwendet, bei DVD-Video-Spuren werden 48 kHz benutzt. Bei 44,1 kHz Samplefrequenz Audioinformation können bis ca. 22 kHz codiert und aufgezeichnet werden.³⁷ *„Jedes Sample besteht aus einem 32 Bit umfassenden Subframe, von dem in der Regel mindestens 16 Bits für die Darstellung des Amplitudenwertes genutzt werden.“*³⁸

Es ist immer gut, in der bestmöglichen Auflösung zu arbeiten und dann zu dithern, wenn auf eine niedrigere Auflösung gewechselt wird.³⁹ Generell sollte nur einmal gedithert werden und das wiederum ganz am Schluss. Ebenfalls sollte auf Truncation verzichtet werden.⁴⁰ Möglicherweise muss durch irgendeinen Grund in einer niedrigeren Auflösung als 32 Bit weitergearbeitet werden.

Das kann passieren, wenn man ein externes Gerät über AES/EBU anschließt. Deswegen sollte das 32-Bit-Signal zuerst auf 24 Bit gedithert werden, bevor es zu den Ausgängen geroutet wird. Falls eine Redbook-CD zum Gehören gebrannt wird, kann das Material auf 16

³⁷ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 95

³⁸ Friedemann Tischmeyer, Audio-Mastering mit PC-Workstations, Wizoo (2006), S. 95

³⁹ Siehe Kapitel 3.3

⁴⁰ Siehe Kapitel 3.2

Bit gedithert werden. Wenn das Ergebnis passt, kann man das Master wieder in 32 Bit exportieren und daran weiterarbeiten.

Außerdem gibt es Plugins, die nur in 16 oder 24 Bit arbeiten. Wiederrum kann mittels Dithering auf die entsprechende Auflösung gewechselt werden.⁴¹

3.2 Truncation

Truncation ist das Abtrennen minderwertiger Bits bei Minderung der Wortlänge. So werden die Bits 25 bis 32 bei einem 32-Bit-Rechenergebnis, welches nur in 24 Bit gespeichert werden kann, einfach gelöscht.

Diese Kürzung wird beim Arbeiten mit 8 Spuren vielleicht nicht so sehr auffallen, aber bei 40 Spuren und mehrmaliger Truncation sieht das schon anders aus.⁴²

3.3 Dithering

Anhand von Dithering kann die Dynamik erweitert, mehr Tiefe gewonnen und Quantisierungsrauschen vermindert werden.

Dithering ist das Hinzufügen von Rauschen mit gleichzeitiger Wortlängenreduktion. Das Bitmapping war ein Vorgang, der die Bit-Wortlänge ohne Verluste reduziert, und ist das Gegenteil von Truncation.

Mit 96 Bit kann man maximal 96 dB Dynamik darstellen, was pro Bit 6 dB ergibt. Das analoge Signal muss nun, so gleichmäßig wie möglich, 44 100 mal pro Sekunde in Werte zwischen 0 und 2^{16} (=65 536)

⁴¹ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 102 - 103

⁴² Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 101

eingeteilt werden. Dieses Zuordnen des analogen Signals in ein digitales, stufiges Signal wird quantisieren genannt. Quantisierungsrauschen entsteht durch den Unterschied der digitalen Werte und des tatsächlichen analogen Signals.

Manchmal können sich wenig genutzte Bits nicht „entscheiden“ ob sie 1 oder 0 sein wollen. Man nennt dies auch das „Bitklappern“. Deswegen wird dem Eingangssignal ein besonderes Dither-Rauschen hinzugefügt. Durch das meistens höherfrequente Rauschen wird sämtlichen „unentschlossenen“ Bits ein Wert gegeben und somit eine bessere Darstellung des analogen Signals gewährleistet

Heutzutage wird sowieso meistens mit mindestens 24 Bit Worttiefe gearbeitet, also ist die Verwendung von Dithering in diesem Zusammenhang nicht mehr unbedingt notwendig.

Rauschen wird aber durchaus als Stilmittel eingesetzt. Damit können z.B. die Sprachverständlichkeit gesteigert, oder einer Aufnahme zusätzliche Brillanz gegeben werden. Das liegt daran, dass unser Gehör Rauschen bis zu einem gewissen Grad als Programmteil analysiert und dadurch die Aufnahme als höhenreicher wahrnimmt. Man nennt dies auch Dither-Shaping oder Noise-Shaping.⁴³

3.4 Jitter

„Jitter ist als jegliche Art Abweichung vom Original auf der Zeitachse zu verstehen und kommt in Abhängigkeit der Messlatte in geringem Umfang quasi immer vor.“⁴⁴

⁴³ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 105 - 108

⁴⁴ Friedemann Tischmeyer, Audio-Mastering mit PC-Workstations, Wizoo (2006), S.108

3.4.1 Entstehung von Jitter

Jitter betrifft in erster Linie die A/D- und D/A-Wandlung. Also die digitale Arbeit anfangs noch nicht, da die Fehler relativ gering sind. Übersteigen diese Fehler jedoch eine gewisse Grenze, so wird das digitale Signal von den digitalen Empfangsschaltungen (PLL) nicht mehr problemlos gelesen. Dann betrifft Jitter auch die Digitalwelt.

In der Digitaltechnik werden analoge Signale in äußerst kleine Pakete unterteilt und auch verschickt (44 100 Pakete pro Sekunde = 44,1 kHz). Natürlich müssen sie auch präzise empfangen werden. Es kann aber sein, dass einzelne Datenpakete verloren gehen, bzw. falsch interpretiert werden. Dadurch können Klicks und Glitches entstehen, falsche Pakete empfangen werden bzw. richtige Daten zu einem falschen Zeitpunkt.⁴⁵

3.4.2 Ursachen für Jitter und Gegenmaßnahmen⁴⁶

- Lange Kabelwege bei der Übertragung. Deswegen ist AES/EBU S/P-DIF vorzuziehen.
- Verwendung von schlechten oder falschen Kabeln. Hier muss auf die Impedanz besonders Acht gegeben werden.
- Der Zuspielder und die DAW (= Digital Audio Workstation) arbeiten nicht synchron. Bei selbstlockenden Zuspieldern oder Verbindungen sollte Ersterer Master sein und die DAW Slave. Wird Word-/Houseclock verwendet, so muss auf die Sync-Einstellungen geachtet werden.
- Der Haupt-A/D-wandler ist nicht Clockmaster. Wenn möglich sollte der Hauptwandler intern gelockt sein. Dann wird mittels Wordclock das Sync-Signal an einen Houseclock-Verteiler geschickt, von dem alle anderen Geräte synchronisiert werden. Voraussetzung dafür ist, dass alle

⁴⁵ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 111

⁴⁶ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 109 - 110

Geräte Wordclock-Eingänge haben. Sollte dies der Fall sein, so müssen sie nicht über AES/EBU oder S/P-DIF synchronisiert werden. Außerdem ist es sehr wichtig, dass der Studioclock-Master qualitativ gut ist, denn die Klangqualität des Studios kann davon abhängen.

- Schlechte Technik wird verwendet, z.B. schlechte CD-Laufwerke und keine gute Stromversorgung des Clock-Masters.
- SRC (Samplerate-Conversion) in Echtzeit.

3.5 AES/EBU – SP/DIF Gegenüberstellung⁴⁷

	AES/EBU	S/P-DIF (IEC-958)
Kabel	110 Ohm abgeschirmt	75 Ohm Coaxial oder Fiber
Signalführung	symmetrisch	Asymmetrisch
Stecker	3-Pin XLR	Cinch (oder BNC)
Signalpegel	3 – 10V (durchschnittl. 5V)	0,5 – 1V (durchschnittl. 0,5V)
Max. Wortbreite	24 Bit	20 Bit (24 Bit möglich)
Samplefrequenzen	32, 44,1 und 48 kHz	32, 44,1 und 48 kHz
Kabellänge	Bis mind. 50m	10 bis 15m

AES(Audio Engineering Society)/EBU (European Broadcasting Union) und S/P-DIF(Sony/Philips-Digital Interface) sind die weitest verbreiteten Standards um digitale Audioinformation über Kabel zu befördern.

⁴⁷ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 113

Sie haben annähernd gleiche Bitraten und Nutzung der Bits:

- 32 kHz: 2,048 MBit/s
- 44,1 kHz: 2,8224 MBit/s
- 48 kHz: 3,072 MBit/s

Es sollten immer sehr gute Kabel verwendet und auf die richtige Impedanz (110Ω bzw. 75Ω) geachtet werden.

Von der Verwendung von Mikrofonkabeln für AES/EBU-Verbindungen, sowie Hi-Fi-Cinch-Kabeln für S/P-DIF-Verbindungen ist abzuraten.⁴⁸

Beide Formate sind „selbstclockend“. Sie schicken die notwendigen Synchronisationsdaten als Metadaten mit. Wenn keine Wordclock verwendet wird, so sollte der Signalgeber Master sein und der Signalnehmer Slave.

Wenn ein digitaler Kreislauf mit AES/EBU oder S/P-DIF geschlossen werden soll, sollte man eine Wordclock verwenden. Es kann passieren, dass ein digitales Effektgerät via AES/EBU an ein digitales Mischpult angeschlossen werden soll. In diesem Fall gibt es keinen klaren Master bzw. keinen klaren Slave. Hier sollte man Wordclock als Synchronisationsquelle auf beiden Geräten einstellen.⁴⁹

⁴⁸ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 114

⁴⁹ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 114 - 115

3.6 Word- und Houseclock

Über Word- oder Houseclock wurde bisher schon viel gesagt, aber wenig erklärt:

„Word- oder Houseclock ist das externe Synchronisationssignal, welches abgesondert über BNC-Verbindungen (10BaseT-Kabel/Antennenkabel) übertragen wird.“⁵⁰

Die Verbindung digitaler Geräte mit Wordclock kommt zustande, wenn sie physikalisch verbunden sind. Diese Anschlüsse sind bei eher professionelleren Geräten vorhanden. Es gibt Geräte, die nur Slave sein können und solche, die sowohl Slave, als auch Master sein können. Dann ist entweder ein BNC-Anschluß zum Empfang der Signale, oder eine Ein- und Ausgangsbuchse vorhanden. Dass nur ein Gerät Master, und die Anderen nur Slave sein können, sollte klar sein. Manchmal wird außerdem ein Endwiderstand für die BNC-Kabel benötigt.

Ein größeres Netzwerk mit Wordclock-Verteilung wird Houseclock genannt.⁵¹

3.7 DC-Offset

DC-Offset ist der Gleichstrom-Versatz - wenn die Wellenform um die Nullkennlinie verschoben wird - einer Aufnahme. Dies kann wegen niedrigfrequenten Gleichstromanteilen erfolgen, die aber mit Hochpass-Filtern oder einem Lowcut verhindert werden. Dieses Problem kann prinzipiell bei jedem Audiosignal, das nicht sauber bereinigt

⁵⁰ Friedemann Tischmeyer, Audio-Mastering mit PC-Workstations, Wizoo (2006), S.116

⁵¹ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 116

wurde, auftreten. Speziell ist bei Mikrofonsignalen, Streicher- und Synthesizersounds darauf zu achten.⁵²

„Je tiefer die Frequenz eines Störsignals ist, desto näher ist sie an 0 Hertz – und 0 Hertz ist Gleichstrom.“⁵³

3.7.1 Auswirkungen

Größtenteils betroffen ist der Bassbereich, der unsauber wirkt. Es wird viel Energie für die Wiedergabe unnötiger Information verwendet. Es kann zu einem unkorrekten Signal kommen. Außerdem wird es der Software erschwert, Nulldurchgänge mit starkem Gleichstromversatz zu finden. Sie könnte sich deswegen weigern, das Audiomaterial zu schneiden, wenn man knackfreie Übergänge bearbeiten will.

Nach der Entfernung des DC-Offsets stellt dies jedoch kein Problem mehr dar.

Normalerweise sollte es in jeder Software die Möglichkeit geben, eine Globale Analyse durchzuführen. Dort sollte dann auch der DC-Versatz angezeigt werden. Ebenso sollte eine Option vorhanden sein mit der DC-Offset entfernt werden kann.⁵⁴

⁵² Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 117 - 118

⁵³ Friedemann Tischmeyer, Audio-Mastering mit PC-Workstations, Wizoo (2006), S.119

⁵⁴ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 119 - 120

4 Spezifikationen

4.1 Bücher⁵⁵

4.1.1 Redbook

Diese Norm wurde von Philips und Sony 1982 für Audio-CD (CDDA, *Compact Disc Digital Audio*) spezifiziert. Man findet CDs dieser Art in jedem Musikgeschäft. Dank dieser Norm kann jede CD in jedem CD Player abgespielt werden, was sicher zum Aufstieg der CD-Industrie beigetragen hat.

Vorgegeben ist mit 44,1 kHz die Abtastrate, eine Auflösung von 16 Bit, die Art von Fehlererkennung und -korrektur, und die Art der Datenspeicherung auf der Disk.

Es wurde ebenfalls definiert, dass bis zu 16MB an Grafikdaten auf einer CD gespeichert werden können.

Jede CD kann 99 Tracks beinhalten, die mindestens 4 Sekunden lang sein müssen, und hat eine Laufzeit von 74:33 Minuten, obwohl unter besonderen Umständen auch 89 Minuten erreicht werden können.

4.1.2 Orangebook

Orangebook beschreibt den Standard für beschreibbare Medien wie CD-R und magnetooptische Disks (MO). Es wird definiert, wie die Daten geschrieben, neu geschrieben und gelöscht werden.

⁵⁵ Vgl. Owsinski, 2000, S. 56 - 58

4.1.3 Bluebook

Das Format einer Mischform von Redbook und Yellowbook wird beschrieben. Diese Medien heißen auch Erweiterte Musik-CDs (Enhanced Music CD, Plus CD, Enhanced CD oder CD-Extra). In der ersten Session sind Audiodaten enthalten (bis zu 98 Tracks) und in der zweiten computerlesbare Daten (Bilder, Videos und andere multimediale Daten). Normale CD Player greifen nur auf die erste Session zu, Computer hingegen können auf beide Sessions zugreifen.

4.1.4 Greenbook

Hier handelt es sich um den Vorläufer der DVD, wenn es um Flexibilität geht – die CD-I (Compact Disc Interactive). Ebenfalls von Philips spezifiziert, erlaubt sie Video auf einer Standard-CD. Allerdings wird ein spezieller CD-I-Player benötigt, da sie nicht mit herkömmlichen Audio-CD Playern kompatibel ist.

4.1.5 Yellowbook

Das ist der CD-ROM Standard für Computerdaten und eine Erweiterung des Redbooks. Die einzelnen Sektoren müssen ansprechbar sein, wofür eine durchgehende Adressierung am Anfang jedes Sektors notwendig ist. Man kann zusätzlich zum Redbook-Format Computerdaten und komprimierte Audio- oder Videodaten darauf speichern. Es existieren 2 Modi im Yellowbook-Format:

MODE 1:

Eine Speicherkapazität von 2048 Byte wird ermöglicht und die durchschnittliche Fehlerquote durch zusätzliche Korrekturdaten gesenkt.

MODE 2:

Die Speicherkapazität wird auf 2336 Byte erhöht, aber im Gegensatz zu Mode 1 ist keine Fehlerkorrektur vorhanden. Deswegen wird dieser

Modus nur für Video- und Audiodaten verwendet und ist weniger verbreitet als Mode 1.

4.1.6 Whitebook

Man kennt Whitebook CDs auch als Video-CDs und Karaoke CDs. Dieser Standard wurde von Philips und JVS festgelegt. Es besteht die Möglichkeit zur Webseitenverknüpfung, außerdem wurde die Videoqualität durch höher auflösende Formate (per MPEG2) verbessert.

4.1.7 Beigebook

Das Beigebook ist der Standard für die Photo CD und wurde von Kodak und Philips entwickelt. Es gibt mehrere Möglichkeiten die Photos zu lesen: Mit eigenen Photo-CD Playern, CD-I Playern, 3DO Playern und Computern.

4.2 ISRC

Der ISRC-Code (International Standard Recording Code) ist eine zwölfstellige digitale Kennung (z.B. DEA239810012) für einen CD-Titel und wurde von ISO (International Organization for Standardization) entwickelt. ISRC identifiziert jeden Titel eindeutig. Wenn dieser Titel im Rundfunk oder Fernsehen verwendet wird, wird er automatisch ausgelesen, was die Lizenzabwicklung erleichtert. ISRC-Erstvergabeschlüssel können in Österreich bei der LSG beantragt werden.

Wird ein Titel neu aufgenommen, z.B. eine Live-Version, so bekommt er einen neuen ISRC.⁵⁶

Bei einer Änderung der Spielzeit, Bearbeitung von historischen Aufnahmen und bei Remixes wird ebenfalls ein neuer ISRC benötigt. Wird derselbe Titel auf einem CD-Sampler verwendet jedoch nicht. Die zwölf Stellen bedeuten:

- 2 Stellen für den Ländercode des Ursprungslandes des Labels (z.B. DE für Deutschland)
- 3 Stellen für den Erstvergabeschlüssel, welcher die Betriebsnummer des Labels beschreibt.
- 2 Stellen für die letzten beiden Stellen des Jahres, in dem der Titel zum ersten Mal aufgenommen wurde.
- 5-stellige Laufnummer, die vom Label einmalig vergeben wird.⁵⁷

Ein Beispiel für einen ISRC: DE-A3Z-03-00013 oder DE A3Z 03 00013

4.3 Subcodes

Als die CD entwickelt wurde fügte man den sogenannten Subcode hinzu, der Kontrolldaten enthält. Es gibt acht Subcode-Kanäle - von P bis W bezeichnet.

Der P-Kanal gibt den Start und das Ende jedes Tracks an. Im Q-Kanal stehen die Time-Codes (Minuten, Sekunden, und Frames), TOC (Table of Contents), der eine Art Inhaltsverzeichnis darstellt, und die Verzeichnisnummer.

⁵⁶ Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/ISRC>

⁵⁷ Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/ISRC>

Die Kanäle R bis W enthalten Subcode-Grafiken, die auch als CD+G bekannt sind, und CD-Text, der die Audiodaten begleitet.

Normalerweise werden alle Subcodes bis auf P und Q ignoriert, es sei denn eine CD+G wird erstellt.⁵⁸

4.4 Sony PCM-1630

Das PCM-1630 ist ein Modulationsformat, das auf $\frac{3}{4}$ -inch Videotapes aufgenommen wird. Lange Zeit war dies der einzige Weg, wie digitale Programm- und ergänzende PQ-Information dem Presswerk übermittelt werden konnte und ist auch heute noch sehr verbreitet in der CD-Produktion.⁵⁹

4.5 PMCD

PMCD steht für Pre-Mastered CD und wurde von Sonic Solutions und Sony entwickelt. Eigentlich sollte das PCM-1630 davon abgelöst werden und unterscheidet sich davon, dass ein PQ-Log im Lead-Out der CD erstellt wird. PMCD kann nur verwendet werden, wenn auf einer DAW von Sonic Solutions gearbeitet wird. Dieser Standard konnte die Erwartungen nie wirklich erfüllen, da die meisten Master digital ins DDP Format umgewandelt werden, damit das Glas-Master in höheren Geschwindigkeiten geschnitten werden kann. Der Nachteil dabei ist, dass dieser Vorgang fehleranfälliger ist.⁶⁰

4.6 DDP

DDP (Disc Description Protocol) basiert auf einer 8mm Exabyte Band. Es enthält eine bessere Fehlerkorrektur als PMCDs und ist verlässli-

⁵⁸ Vgl. Owsinski, 2000, S. 48 - 49

⁵⁹ Vgl. Owsinski, 2000, S. 49

⁶⁰ Vgl. Owsinski, 2000, S. 52 - 53

cher. Oft werden PMCDs im Presswerk in DDP umgewandelt, um beim Erstellen des Glas-Masters eine höhere Geschwindigkeit zu erzielen. Leider klingt das Ergebnis oft schlechter als bei einfacher Geschwindigkeit.⁶¹

⁶¹ Vgl. Owsinski, 2000, S. 53

5 Mixing und Mastering

5.1 Phasen einer Musikproduktion⁶²

Prinzipiell kann man eine Musikproduktion in drei Phasen unterteilen:

5.1.1 Phase 1: Recording

Der Produzent hat hier das Sagen. Er überwacht die Einspielungen der Instrumente und sollte schon ein rohes Endprodukt im Kopf haben. Der Klang der einzelnen Instrumente ist besonders wichtig. Je sorgfältiger in der Aufnahmesession gearbeitet wird, desto einfacher sind die nachfolgenden Arbeiten im Mixing- und Mastering-Studio.

5.1.2 Phase 2: Mix

Hier werden dem eingespielten Material Panorama, Frequenzverteilung, Tiefe, Balance und Dynamik hinzugefügt. Die grundlegende Klangästhetik und die Gewichtung der Instrumente werden hier festgelegt. Den Abschluss des Mixdowns bildet die Erstellung eines Stereomasters.

5.1.3 Phase 3: Mastering

Hier wird versucht, ein einheitliches, rundes Ganzes zu schaffen. Hochwertigstes und teuerstes Equipment, genügend Zeit, exzellente Akustik im Studio und sehr erfahrene Engineers machen professionelles Mastering aus. Unbeeinflusste Ohren sind hier von Vorteil. Wenn

⁶² Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 11 - 14

man den eigenen Mix mastert, ist man sicherlich etwas befangen. Vor allem der Gesamtklang ist wichtig.

Heute vermischen sich die drei Phasen oft. Beinahe jedermann kann zu Hause ein Album produzieren. Viele Profis beklagen einen Rückgang des Niveaus der Mixe. Obwohl ein toller Rechner mit hochwertigen Plugins alle Stücke spielen kann, so können professionelle Engineers jahrelange Erfahrung, eine Unzahl an teuren Einzelgeräten und ein umfangreiches Studio vorweisen. Diese Punkte machen oft den Unterschied zu „Hausgemachtem“ aus.

6 Mixing

6.1 Wie wird es gemacht?

Egal, in welcher Musikrichtung, ein guter Mix wird durch einwandfreie Balance, Panorama, Frequenzbereich, Atmosphäre und Dynamik erreicht.

Für gewöhnlich haben Mixer schon ein ungefähres Bild des Endprodukts im Kopf, bevor sie mit der eigentlichen Arbeit beginnen. Meistens fangen sie damit an, sich einen groben Mix oder ein paar Stellen anzuhören. Sie bevorzugen es, dann mit dem Mix zu beginnen und später den Produzenten oder Künstler hinzuzuziehen, um zusätzliches Input und Feedback zu bekommen. Natürlich kann das ihre erste Vision des Endprodukts etwas verändern.

Man könnte sagen, ihre Arbeit durchwandert drei Phasen: Zuerst wird die Richtung des Materials herausgefunden. Danach entwickeln sie den Groove, und anschließend werden die wichtigsten Elemente herausgefunden und versucht, sie richtig zur Geltung zu bringen.

Beim Durchhören des Materials sollte besonders darauf geachtet werden, ob es „richtig“ klingt. Als Referenz dafür können z.B. Alben genommen werden, die zu Hause „herumliegen“, und die als gut befunden werden. Wichtig dabei ist, dass alle Frequenzen gleichmäßig vorhanden sind.

Gleichzeitig kann man feststellen, ob genug Tiefe und Atmosphäre vorhanden ist, was im Nachhinein durch Hall (Reverb), falls notwendig, ausgeglichen werden kann.

Ebenfalls zu beachten ist das Panorama, das einen Song noch interessanter macht. Natürlich werden auch Clicks und andere Fehler im Material notiert.⁶³

6.1.1 Balance

*“Good Balance starts with good arrangement.”*⁶⁴ Je besser das Arrangement, desto leichter ist die Arbeit für einen Mixing-Engineer. Zwei Instrumente können eine sehr ähnliche Frequenz besitzen und zur gleichen Zeit spielen. Wenn das der Fall sein sollte, ist die Entscheidung, welchem Instrument das menschliche Ohr zuhören soll, oft schwer. Deswegen hört man äußerst selten ein Gitarrensolo gleichzeitig mit dem Gesang.

Es kann aber durchaus sein, dass gerade so ein Arrangement vorliegt. Hier muss der Mixer versuchen, den Konflikt der betroffenen Instrumente zu lösen. Er kann den Song umarrangieren, oder eines der betroffenen Instrumente muten (stumm schalten), damit beide nicht zur gleichen Zeit spielen. Zumindest eines der Instrumente könnte leiser gemacht werden, oder ihre Frequenz verändert werden.

Ein Beispiel für ein gut arrangiertes Lied ist „Thank U“ von Alanis Morissette.

Bass und Schlagzeug bilden eine solide Basis, ein Synthesizer in Intro und Refrain hinter einem Piano ein Pad, das Piano auch einen guten Gegenpol zu den Rhythmusinstrumenten Bass und Schlagzeug, Hauptstimme und Gitarre sind ebenfalls passend hinzugefügt.

Es sollte also beachtet werden, dass jedes Instrument seinen eigenen Frequenzbereich bekommt. Wenn beispielsweise eine rhythmische Gitarre von einem Synthesizer zugedeckt wird, kann der Sound eines

⁶³ Vgl. Owsinski, 2006, S. 7 - 10

⁶⁴ Bobby Owsinski, *The Mixing Engineer's Handbook*, Artistpro.com (Second Edition April 2006), S.11

der beiden Instrumente so abgeändert werden, dass er einen anderen Frequenzbereich abdeckt. Wird zusätzlich noch darauf geachtet, dass nicht mehr als ca. vier Instrumente gleichzeitig spielen, so kann können Fehler solcher Art schon in vielen Fällen vermieden werden.

Schwierigkeiten bereitet wenig geübten Mixern oft der Beginn des Mixes. Wo soll begonnen werden? Für die Beantwortung dieser Frage gibt es mehrere Ansätze.

Manche Spezialisten beginnen beim Bass, manche konzentrieren sich zuerst auf die Schlagzeug Overheads und gehen dann zu den anderen Trommeln über, wieder andere mischen alles durcheinander und gehen nur auf jene Instrumente speziell ein, die wahrscheinlich ein Problem darstellen werden, und es gibt auch solche, die bei jedem Lied mit einem anderen Instrument beginnen, je nachdem auf welchem gerade der Fokus des Songs liegt.

Einer Meinung sind prinzipiell jedoch alle: Die Stimme oder das melodisch signifikanteste Instrument sollte so bald als möglich abgemischt werden. Da es das wahrscheinlich wichtigste Element des Songs sein wird, sollte es auch ein größeres Frequenzspektrum als andere Instrumente zur Verfügung haben. Das gleiche gilt für Effekte, die möglicherweise noch hinzugefügt werden.

Natürlich spielt auch die Musikrichtung eine große Rolle hinsichtlich des Starts. Bei Dance Musik wird wahrscheinlich eher mit der Kickdrum begonnen werden, wo hingegen in einem klassischen Werk der Fokus etwas anders liegt.⁶⁵

⁶⁵ Vgl. Owsinski, 2006, S. 11 - 18

6.1.2 Panorama

Panorama oder Panning bedeutet, wo im Raum wir den Sound platzieren. Aber es kann auch mehr bewirken. So kann ein Instrument an Klarheit gewinnen, wenn es räumlich anders platziert wird, wo es nicht von andern Sounds zugedeckt werden kann.

Ein oft ungewünschter Effekt, der beim Panning auftreten kann, ist das Phantom Center. Zustande kommt es, wenn der Output von zwei Stereoboxen eine imaginäre dritte Center-Box in der Mitte erschafft. Diese imaginäre Quelle kann sich aber räumlich bewegen, wenn die Musik sich etwas von der einen zur anderen Seite verlagert.

Sollte man Dance Music pannen wollen, so ist es ratsam, den Sound tragender Instrumente, wie Kick- und Snaredrum, Hi-Hats und Becken, nicht zu weit auf die Lautsprecher zu verteilen. Es kann nämlich passieren, dass die rechte Seite des Veranstaltungsorts nur wenig von ihnen mitbekommen, wenn sie ganz auf die andere Seite gesetzt wurden.⁶⁶

6.1.3 Frequenzbereich

Oft werden Tracks geliefert, deren Frequenzbereich unsauber ist. Das kann daran liegen, dass andere – vielleicht qualitativ schlechtere – Boxen verwendet wurde, ja sogar dass sie in einem anderen Studio aufgenommen wurden kann ein Grund dafür sein.

Es muss versucht werden, den Frequenzbereich dieser Tracks auszuweiten und zu säubern.

Ein EQ ist dafür das richtige Werkzeug. Mit ihm kann auch der Sound fetter, heller und klarer gemacht werden. Aber genau dafür wird

⁶⁶ Vgl. Owsinski, 2006, S. 19 - 23

wahrscheinlich ein noch mehr geschultes Ohr von Nöten sein, als bei manch anderen Werkzeugen.⁶⁷

Die Aufgabe besteht darin, dass jedes Instrument klarer und definierter wird, und dass jedes Element so gut als möglich seinen eigenen Frequenzbereich bekommt, in dem es dominant sein kann.⁶⁸

6.1.3.1 Übersicht über die verschiedenen Frequenzbereiche⁶⁹

- Subbassbereich (16 – ca. 60 Hz): Frequenzen, die in diesem Bereich liegen, werden oft mehr gefühlt als gehört. Zuviel Betonung führt hier zu einem eher schmutzigen und trüben Mix.
- Bassbereich (60 – 250 Hz): Die für den Rhythmus wichtigsten Instrumente sind in diesem Bereich angesiedelt. Das Bearbeiten des Basses und der Bassdrum kann einen Song fetter oder dünner erscheinen lassen. Überbetonung kann Dröhnen mit sich bringen.
- Unterer Mittenbereich (250 – ca. 2000 Hz): Die meisten Instrumente liegen in diesem Frequenzbereich. Zuviel Power hier ergibt einen Sound, der wie aus einem Telefon kommend klingt und wirkt eher ermüdend.
- Oberer Mittenbereich (2 – 4 kHz): Zwischen 2 und 4 kHz liegt die Sprachverständlichkeit. Man kann diesen Bereich durchaus etwas verstärken, um Klänge wie m, b und v besser unterscheiden zu können. Ein Ansatz für mehr Platz für den Gesang wäre, Instrumente, die im Hintergrund spielen

⁶⁷ Vgl. Owsinski, 2006, S. 24

⁶⁸ Vgl. Sandmann, November 1998, S. 38 - 40

⁶⁹ Vgl. Owsinski, 2006, S. 225 - 26

sollen, bei ca. 3 kHz etwas abzusenken, und dafür den Gesang auf dieser Frequenz zu verstärken.

- Mit einer Anhebung zwischen 4 und 6 kHz wird mehr Präsenz, Klarheit und Definition von Stimme und Instrumenten erreicht. Eine Verminderung bei 5 kHz führt zu mehr Distanz und Transparenz.
- Von 6 bis 16 kHz liegt die Brillanz des Sounds. Zuviel Betonung hier kann zu Zischen in den Stimmen führen.

Da jedes Instrument, jeder Spieler und jedes Lied anders ist, kann nicht wirklich eine Regel für das EQing aufgestellt werden. Manche Mischer erreichen mit einer anderen Methode das gleiche Ergebnis wie andere mit einer anderen Methode.⁷⁰

6.1.3.2 Ansätze und Tipps

In welchem Frequenzbereich eines Instruments die meiste Definition liegt kann herausgefunden werden, indem man sich einfach mit einem EQ durch die Frequenzbänder tastet.

Vorsicht beim Beschneiden der Frequenzen! Wird zuviel weggenommen, kann das Ergebnis dünn wirken.

Erweitern der hohen Frequenzen (5 – 10 kHz) kann ein gewisses „Prickeln“ hinzufügen.

Verstärkungen zwischen 10 und 15 kHz bringt dem Sound etwas Luft und Brillanz.

⁷⁰ Vgl. Owsinski, 2006, S. 26 - 27

Bei Betonung von Frequenzen muss jedoch vorsichtig vorgegangen werden. Bei jeder Verstärkung wird in den meisten Equalizern eine gewisse Phasenveränderung vorgenommen.⁷¹

Wenn etwas schmutzig klingt, kann bei 250 Hz ein wenig beschnitten werden.

Beschneiden, um etwas besser klingen zu lassen.

Verstärken, um etwas anders klingen zu lassen.

Es kann nichts verstärkt werden, dass anfangs nicht vorhanden ist.

Eher schmaler beschneiden, aber eher ausgedehnter anheben.

Wenn etwas herausstechen soll, so muss der Boden aufgeräumt werden. Soll sich etwas integrieren, so muss die Spitze aufgeräumt werden.⁷²

6.1.3.2.1 Ein Instrument schöner klingen lassen

1. Zuerst den gesamten Boden mit einem Lowcut beseitigen.
2. Danach obere Mitten aufdrehen, bis der Sound dick, aber noch ausgeprägt, ist.
3. Anhand der unteren Mitten wird ihm mehr Masse gegeben.
4. Schrittweise den Bass hervorbringen, ohne ihn schmutzig und trübe wirken zu lassen.
5. Höhen für mehr Definition verstärken.

⁷¹ Vgl. Owsinski, 2006, S. 27 - 28

⁷² Vgl. Owsinski, 2006, S. 30 u. 33

Generell ist es besser, zwei Frequenzen mit kleineren Mengen zu verstärken, als eine Frequenz mit einer Größeren. Ebenfalls soll man sich bewusst sein, dass ein Instrument für sich alleine toll klingen kann, im Gesamtbild aber nicht hineinpassen kann und umgekehrt.⁷³

6.1.3.2.2 Instrumente gut im Mix platzieren⁷⁴

Jedes Instrument sollte klar zu hören sein. Ansonsten muss darauf geachtet werden, ob nicht mehrere Instrumente in derselben Frequenz verstärkt wurden. Sollte das der Fall sein, so kann eines leicht abgesenkt und das andere etwas verstärkt werden. Beispiel: Bassdrum bei 500 Hz beschneiden und dafür den Bass bei 500 Hz anheben.

Zuerst sollte die Rhythmusabteilung angepasst werden. Der Bass soll klar und ausgeprägt sein und sich gegen das Schlagzeug (speziell gegen Bass- und Snaredrum) durchsetzen können. Mehr zum Bearbeiten einiger Instrumente etwas später.

Dann kommt das dominierende Element des Songs, z.B. der Gesang. Von hier an wird ein verbleibendes Instrument nach dem anderen dem Mix hinzugefügt.

6.1.3.2.3 Wie Bass und Schlagzeug behandelt werden

Die Balance zwischen Bass und Schlagzeug zu finden ist oft die schwierigste Aufgabe für einen Mischer.

Wie schon erwähnt, benötigt jedes Instrument genug Platz im Frequenzspektrum.

Um der Kickdrum einen besseren Kick zu geben, kann sie zwischen 1 und 4 kHz etwas angehoben werden. Eine Verstärkung zwischen 30

⁷³ Vgl. Owsinski, 2006, S. 28 - 29

⁷⁴ Vgl. Owsinski, 2006, S. 29 - 30

und 60 Hz bringt, dass der Bass auch „im Magen“ gespürt wird, kann aber auch dazu führen, dass ihr Sound auf kleineren Lautsprechern eher dünn klingt.

Gewöhnlich wirkt die Bassdrum eher in einem Bereich zwischen 60 – 80 Hz, der Bass zwischen 80 und 250 Hz.

Alle unnötigen Bassfrequenzen könnten jetzt beseitigt werden. Bei der Bassdrum unter 30 Hz und beim Bass unter 50 Hz.

Die Snaredrum sorgt generell für den notwendigen Druck. Dieser sollte stark genug gemacht werden, um später, wenn alle anderen Instrumente dazugekommen sind, nicht unterzugehen.

Anhebungen bei ungefähr 1 kHz geben ihr mehr Attack, zwischen 120 und 240 Hz mehr Fülle und bei ca. 10 kHz einen stärkeren Knall. Bei den anderen Trommeln und den Becken kann bei 1 kHz eine Absenkung vorgenommen werden, um der Snare mehr Geltung zu verschaffen.

Sollten die Toms zu dröhnend sein, kann man sie unter 60 Hz etwas zurückversetzen.⁷⁵

6.1.3.2.4 Fettene Gitarren

Bei Gitarren kann an die Mitten kräftig anheben (ca. 9 dB) und darin nach dem besten Sound suchen. Ist er gefunden, sollte diese Frequenz wieder etwas abgesenkt werden, aber nur soviel, dass die Gitarre immer noch im Mix durchscheint ohne zu hell zu klingen. Oberhalb von 10 kHz werden Fingergeräusche und Saitenbewegungen betont und zwischen 1 und 5 kHz bekommt sie mehr Präsenz. Wenn man zu viele Tiefen und Höhen unbeschnitten lässt, können sie den Bässen und Becken Platz wegnehmen.⁷⁶

⁷⁵ Vgl. Owsinski, 2006, S. 31 - 34

⁷⁶ Vgl. Owsinski, 2006, S. 37

6.1.3.2.5 Stimmen

Bei einer Betonung zwischen 125 und 250 Hz wird die Stimme grundsätzlich voller gemacht. Zwischen 2 und 4 kHz werden die Konsonanten verstärkt, so dass die Vocals dem Zuhörer näher wirken.⁷⁷

6.1.4 Atmosphäre

6.1.4.1 Hall, Delay und Predelay

Die Atmosphäre beschreibt, wo sich die Instrumente im Raum befinden. Sie kann schon beim Recording erzielt werden, oder im Nachhinein durch das hinzufügen von Hall oder Delay.

Es soll ein auditiver Raum geschaffen werden, der größer, weiter oder tiefer klingt.

Man sollte sich einfach vorstellen, wo das Instrument stehen soll und dies dann zu erschaffen versuchen.⁷⁸

Geringerer Hall und kürzere Delays erzeugen einen akustischen Raum um den Sound. Längere Hallzeiten verschieben ein Musikinstrument weiter nach hinten.⁷⁹

So kann eine akustische Landschaft kreiert werden, in der jedes Instrument seinen Platz hat. Es wird so auch dafür gesorgt, dass Instrumente sich nicht gegenseitig im Weg stehen.

Nähere Instrumente sollten dunkler klingen, weiter entfernte hingegen heller.

Oft wird die Delay-Zeit auch dem Songtempo angepasst.

Wenn das Tempo eines Lieds z.B. 120 bpm (beats per minute) ist, so wäre das Delay für eine Viertelnote 500 ms.

⁷⁷ Vgl. Owsinski, 2006, S. 37

⁷⁸ Vgl. Owsinski, 2006, S. 39 - 41

⁷⁹ Vgl. Sandmann, November 1998, S. 42

$60 \text{ sec} / 120 \text{ bpm} = 0,5 \text{ sec} (=500 \text{ ms})$

Diese Zeit würde ein Instrument aber viel zu weit nach hinten in den Raum verlegen, deswegen nimmt man einen um Vieles kleineren Wert, z.B. 8 ms ($500 \text{ ms} / 2 = 250 \text{ ms}$; $250 \text{ ms} / 2 = 125 \text{ ms}$; $125 \text{ ms} = \text{ca. } 63 \text{ ms}$; $63 \text{ ms} / 2 = \text{ca. } 31 \text{ ms}$; $31 \text{ ms} / 2 = \text{ca. } 16 \text{ ms}$; $16 \text{ ms} / 2 = 8 \text{ ms}$)

Für gepunktete Notenwerte kann man folgende Formel verwenden:
Delay-Zeit * 1,5 = gepunkteter Notenwert

Delay, das wirklich – und zwar absolut – nicht im Tempo ist, würde stark auffallen. Dies kann natürlich auch Absicht sein. Gleiches gilt auch für Hall.

Predelay bezeichnet die Zeit, die vergeht, bis der Hall einsetzt. Es kann den Klang des Halls erheblich beeinflussen.⁸⁰

6.1.4.2 Flanging

Neben Hall und Delay kann auch durch Flanging eine starke Atmosphäre erzeugt werden. Der Name Flanging kommt eigentlich davon, dass früher der Metallteil einer Bandspule (reel flange) mit dem Finger verlangsamt wurde. Dadurch wurde die Umlaufgeschwindigkeit eines zweiten Tonbandgeräts, das gleichzeitig abgespielt wurde, verzögert und so das Ausgangssignal mit einem speziellen Effekt versehen.⁸¹

⁸⁰ Vgl. Owsinski, 2006, S. 43 - 45

⁸¹ Vgl. Owsinski, 2006, S. 46 - 47

6.1.4.3 Hall und Stimmen

Man kann Lead- oder Background-Stimmen ebenfalls kräftiger machen, indem ein kurzes Delay darauf gesetzt wird. Es sollte hart nach links oder rechts geschoben werden, wobei darauf geachtet werden muss, dass das Ergebnis auch monokompatibel ist.

Sollte die Stimme verstimmt sein, kann dies mit etwas Stereo-Pitch-Shifting oder etwas Hall bzw. Delay verschleiert werden.

Wenn die Vocals zu trocken wirken, könnte man ein oder zwei kurze Delays mit 12 bzw. 14 ms Verzögerung nach links bzw. rechts verteilen. Das sollte so geschehen, dass sie gerade nicht präzise wahrgenommen werden können.⁸²

6.1.4.4 Hall und Gitarren

Durch ein Hinzufügen eines Delays (ungefähr 12 ms) und einem Verteilen beider Signale auf beide Seiten kann ein schöner Effekt erzielt werden: Man erhält einen Sound als ob zwei Gitarristen synchron spielen würden. Zusätzlich ergibt es einen kräftigeren Sound und trotzdem genügend Platz für die Stimmen in der Mitte.

Natürlich erzielt ein zusätzliches Delay auch hier einen satteren Sound.⁸³

⁸² Vgl. Owsinski, 2006, S. 48 - 49

⁸³ Vgl. Owsinski, 2006, S. 49 - 50

6.1.5 Dynamik

Die Dynamik wird von Werkzeugen wie Kompressoren, Limitern, DeEssern und Gates kontrolliert.

6.1.5.1 Kompressoren, Limiter und DeEsser

Nähere Beschreibungen von Kompressoren, Limitern und DeEssern erfolgen im Mastering-Teil.⁸⁴

6.1.5.2 Gate

Ein Gate, auch Noise Gate oder Expander genannt, ist sozusagen das Gegenstück zu einem Kompressor. Es lässt ein Signal erst dann durch, wenn es einen gewissen Threshold-Wert überschreitet. Damit kann können Probleme, wie z.B. leise Geräusche oder Husten, im Track zugedeckt werden. Sehr nützlich sind Gates beim Beseitigen von Geräuschen, die durch Verstärker entstehen, wenn Gitarristen nicht spielen. Ebenso, wie bei Limitern, können Gates mit einer Look-Ahead-Funktion ausgestattet sein, die ein paar Millisekunden nach vorne blickt, und so schnelleres Öffnen ermöglicht. Das kommt vor allem bei Sounds mit schnellen Attack-Zeiten zur Anwendung.⁸⁵

6.1.5.3 Einsatzbereiche von Kompression

Mit Kompression können ungleiche Töne eines Sängers, oder verschieden kräftig gespielte Noten eines Musikers wunderbar ausgeglichen werden.

⁸⁴ Siehe Kapitel 7.6.1

⁸⁵ Vgl. Owsinski, 2006, S. 56 - 57

Bei vielen Instrumenten – vor allem beim Schlagzeug – kann der Sound schlagkräftiger gemacht werden, indem die Attack-Zeit länger oder kürzer eingestellt, oder kräftiger, wenn das Decay länger gesetzt wird.

Kompressoren können auch dazu eingesetzt werden, um den gesamten Mix lauter werden zu lassen. Diese Möglichkeit wird oft im Mastering und im Radio eingesetzt.⁸⁶

6.1.6 Wie ein guter Mix erstellt wird

Guter technischer Einsatz von Balance, Panorama, Frequenzbereich, Atmosphäre und Dynamik kann durchaus zu einem anständigen Mix führen. Um in der populären Musik bestehen zu können, bedarf es jedoch eines noch besseren Mixes. Er muss zusätzlich noch emotional, aufregend und mitreißend sein.

Wie bei einem Film muss man einen Höhepunkt aufbauen und wieder Entlastung schaffen, damit der Zuhörer gefesselt wird.⁸⁷

6.1.6.1 Die Richtung herausfinden

Anfangs bereits erwähnt, muss herausgefunden werden, in welche Richtung der Song gehen könnte. Wird für eine Rockband gemischt, wird wahrscheinlich kein intimer Sound gewünscht sein.⁸⁸

Natürlich kann die Richtung eines (vielleicht schon existierenden) Songs geändert und daraus einen Hit gemischt werden. So wurde „Can't Help Falling In Love“ von Elvis Presley äußerst oft neu gemischt und in andere Richtungen verändert. UB40 machte einen Reggae-Song daraus, der zum Hit wurde, Michael Bublé, der bereits als Sinatra des 21. Jahrhunderts gefeiert wird,

⁸⁶ Vgl. Owsinski, 2006, S. 57 - 58

⁸⁷ Vgl. Owsinski, 2006, S. 69

⁸⁸ Vgl. Owsinski, 2006, S. 70

gab ihm einen dunklen Touch, die A*Teens machten daraus ein Pop-Lied und sogar vom klassischen Sänger Andrea Bocelli wurde der Song live gesungen.⁸⁹

6.1.6.2 Es muss grooven

Gute Musik, egal aus welchem Genre, wird durch einen gewissen Groove ausgemacht. Irrtümlicherweise wird oft angenommen, dass Groove durch die Rhythmusinstrumente geschaffen wird. Das ist nicht immer der Fall.

Liquidos „Narcotic“ lebt von der unverkennbaren Keyboardmelodie und in „Every Breath You Take“ von The Police wird der Groove durch die Gitarre geschaffen.

Es kommt ganz darauf an, herauszufinden, welches Instrument den Groove definieren könnte, um dann den Mix darum aufzubauen.

Das wichtigste Element eines Songs sollte immer gefunden und hervorgehoben werden. Das kann in Dance und Rap Musik der Groove, oder in Country, der Gesang sein. Sogar ein Riff kann bestimmend sein. Ein gutes Beispiel dafür ist „Satisfaction“ von The Rolling Stones.

Selbst wenn es nur eine Textzeile, wie in MC Hammers „Can't Touch This“, ist, dieses Element muss dafür sorgen, dass man quasi dazu gezwungen wird, dem Lied zuzuhören.⁹⁰

6.1.7 Lautstärke beim Mischen

Es ist nicht ratsam, generell mit einem hohen Lautstärkepegel zu arbeiten.

⁸⁹ Vgl. <http://www.coverinfo.de/main.php>

⁹⁰ Vgl. Owsinski, 2006, S. 70 - 71

Wenn dies über längere Zeit praktiziert wird, können physische Schäden entstehen. Außerdem ermüdet man schneller dabei.

Ein weiterer Grund, nicht zu laut zu mixen ist, dass hohe und tiefe Frequenzen mit lauterem Pegel laut Fletcher-Munson-Kurve verstärkt werden.

Die meisten Mixer arbeiten auf Konversationspegel (ca. 79 dB). Sie überprüfen aber natürlich, wie ihr Mix bei höherer und niedrigerer Lautstärke klingt.⁹¹

6.1.8 Gehören in Mono

Da ein gutes Lied früher oder später im Radio gespielt wird, sollte immer ermittelt werden, ob der Mix auch noch in Mono gut klingt. Man kann dabei erkennen, ob der Phasenzusammenhang, die Balance und das Panorama stimmen.⁹²

Wenn dies gewissenhaft durchgeführt wird, kann es nicht passieren, dass auf einmal ein Solo verschwindet weil es außerhalb der Mono-kompatibilität liegt, oder dass die Balance zwischen den einzelnen Instrumenten nicht mehr stimmt.⁹³

6.2 Mixdown Formate

In den USA sind analoge Bänder immer noch sehr populär. Es gibt ¼- und ½- inch Bänder mit 15 oder 30 ips (inches per second). Oft wird sowohl eine analoge Version des Mixes auf Band erstellt, als auch eine digitale. Das Mastering-Studio kann dann entscheiden, welches

⁹¹ Vgl. Owsinski, 2006, S. 74 - 76

⁹² Vgl. Owsinski, 2006, S. 76 - 77

⁹³ Vgl. Sandmann, März 1999, S. 40

Format es verwenden will. Ihr Vorteil liegt in der Wärme, die dafür typisch ist.⁹⁴

6.2.1 Verbreitete digitale Formate⁹⁵

6.2.1.1 LPCM (Linear Pulse Code Modulation)

Analoge Wellenformen werden in Samples zerlegt und als Nullen und Einsen digital konvertiert. LPCM ist das populärste Format zur Speicherung und Übertragung von unkomprimiertem Audiomaterial. Es wird bei Audio-CDs und digitalen Audiobandformaten (DATs) verwendet, und ist auch in Dateiformaten wie Aiff, Wave oder SD2 vertreten.

6.2.1.2 AIFF (Audio Interchange File Format)

Eine weite Auswahl an Bit-Auflösungen, Sampleraten und Kanälen ist vorhanden. Aiff bildet das Standardformat für Macintosh Computer, da es von Apple entwickelt wurde.

6.2.1.3 Wave (Waveform Audio)

Wave wurde von Microsoft und IBM kreiert und bietet ebenfalls eine Auswahl an Bit-Auflösungen, Sampleraten und Kanälen.

6.2.1.4 SD2 (Sound Designer II)

Von Digidesign für ihre DAWs entwickelt, ist SD2 ein Mono- oder Stereodateiformat. Die Dateien speichern Informationen über die Samplerate und Bittiefe.

⁹⁴ Vgl. Owsinski, 2006, S. 88

⁹⁵ Vgl. Owsinski, 2006, S. 90 - 91

6.3 Datenkomprimierung

In diesem Vorgang werden psychoakustische Prinzipien dazu verwendet, um die Anzahl der Bits zu reduzieren, die ein Signal ausmachen. Da LPCM-Dateien wegen ihrer Größe nicht problemlos gespeichert oder übermittelt werden können, ist eine Datenkomprimierung oft notwendig. Sie kann verlustbehaftet oder verlustfrei – sprich: ohne Änderung der Soundqualität beim Decodieren – sein.

Eine Minute Audiomaterial mit 96 kHz Samplefrequenz und 24-Bit-Auflösung benötigt ungefähr 34,56 MB an Speicherplatz. Das Ganze auf ein 5.1-Surround-System übertragen, bedeutet 104 MB! Wenn also 60-minütiges Material vorliegt, kommt es auf satte 6,24 GB, die auf herkömmlichen 4,32 GB DVD-5 nicht genug Platz finden. Irgend- eine Form von Datenkomprimierung ist deswegen notwendig. Nun kann es aber sein, dass ein Codec den Sound erheblich beeinflusst. Deswegen sollte immer ausprobiert werden, welche Veränderungen mit sich gebracht werden.⁹⁶

6.3.1 Verlustbehaftete Codecs⁹⁷

Signalanteile, die von lauterem Signalanteilen gedeckt werden, werden entfernt. Abhängig vom Material und dem verwendeten Codec, kann die Kompression hier stärker oder sogar fast nicht zu bemerken sein.

6.3.1.1 MP3 (MPEG-1 Audio Layer 3)

MP3 ist eine komprimierte Wave-Datei mit einer Größe, die nur ungefähr 1/12 einer Wave-Datei beträgt.

⁹⁶ Vgl. Owsinski, 2006, S. 91

⁹⁷ Vgl. Owsinski, 2006, S. 91 - 95

6.3.1.2 AAC (Advanced Audio Coding)

Diese Dateien werden oft von Mobiltelefonen unterstützt. Sie können eine bessere Qualität als MP3, bei gleicher oder geringerer Bitrate, haben.

Einige Features:

- Samplefrequenzen von 8 Hz bis 96 kHz
- Bis zu 48 Kanäle
- Hohe Effizienz der Codierung
- Gute Verarbeitung von Frequenzen über 16 kHz und von Transienten

6.3.1.3 MPEG-4

Diese Technologie spaltet den Inhalt in seine individuellen Komponenten, z.B. Audio, Video, Titel und Untertitel, auf. Man kann selbst einstellen, welches Element mehr und welches weniger komprimiert werden soll.

6.3.1.4 WMA (Windows Media File)

Dieses Dateiformat wurde von Microsoft als Gegenstück zu MP3 entwickelt. Es wird von vielen Konsumgeräten unterstützt.

6.3.1.5 Dolby Digital

Der Standard-Audiocodec für DVD-Video-Discs ist Dolby Digital. AC-3, das Dateiformat dieses Vorganges, bietet bis zu sechs Kanäle (5.1 – 48 kHz / 24 Bit), die mit einer

Rate von 11:1 auf eine maximale Bitrate von 640 kbps komprimiert werden. Das hat den Vorteil, dass bei einer Übertragung genug Bandbreite für das Videosignal vorhanden ist

6.3.1.6 DTS Coherent Acoustics

DTS bietet eine variable Komprimierungsrate, verschiedene Bitraten und bis zu sechs Kanäle mit 48 kHz Samplefrequenz an. In einer erweiterten Version sind sogar acht Kanäle mit 192 kHz möglich. Es wird eine 3:1 Komprimierung verwendet, und damit 1,4 Mbps erreicht. Wegen dieser geringeren Datenkomprimierung wird oft DTS gegenüber Dolby Digital bevorzugt.

6.3.2 Verlustfreie Codecs⁹⁸

Es kommt zu keinen Daten oder Qualitätsverlusten, obwohl mit einer Rate von 2:1 komprimiert wird.

6.3.2.1 MLP (Meridian Lossless Packing)

MLP ist der Standard für DVD-Audio-Discs, speichert bis zu sechs Kanäle in einer 96 / 24 Auflösung, oder zwei Kanäle in einer 192 / 24 Auflösung und komprimiert mit einer Rate von 1,85:1.

6.3.2.2 DTS-HD

Dies ist die Weiterentwicklung von DTS Coherent Acoustics. Ein DTS-Decoder ist in jedem HD-DVD- oder Blu-ray Disc- Player vorhanden.

6.3.2.3 Dolby TrueHD

Diese nächste, verlustfreie, Generation von Dolby Digital unterstützt mehr als acht Audiokanäle mit 96 / 24 bei einer Bitrate bis zu 18 Mbps, obwohl der Standard bei HD-DVD- und Blu-ray-Discs auf nur acht Kanäle limitiert wurde.

⁹⁸ Vgl. Owsinski, 2006, S. 95 - 96

6.3.2.4 Apple Lossless

Dieses Apple Produkt komprimiert Dateien auf 60% ihrer Originalgröße.

6.4 Bevor der fertige Mixdown an ein Mastering-Studio geliefert wird⁹⁹

Worauf geachtet werden sollte, bevor der fertige Mixdown an ein Mastering-Studio geht:

- Besser zuwenig EQ einsetzen, als zuviel. Es ist einfacher, einen dumpfen Mix aufzuhellen, als umgekehrt.
- Nicht überkomprimieren. Wenn nicht genug Dynamik die Arbeit im Mastering übrig ist, kann ein Mastering-Engineer dem Mix nicht mehr helfen.
- Alles gut dokumentieren. Ausreichende Dokumentation ist für die spätere Bearbeitung sehr hilfreich und erspart sowohl Zeit, als auch Geld. Sie sollte Hinweise auf alle Mängel, digitale Fehler, Verzerrungen, schlechte Bearbeitungen, Fades usw. beinhalten.
- Ehrliche Mitteilungen über Störungen, Unausgewogenheiten oder Verzerrungen erspart dem Mastering-Engineer unnötiges Suchen nach Fehlerursachen. Er wird deswegen sicherlich nicht schlechter über den Mixer denken.
- Monokompatibilität überprüfen! In Auto- und Küchenradios wird oft immer noch in Mono übertragen.
- Bei möglichst vielen Mastering-Sessions persönlich dabei sein. Grund dafür ist, die Möglichkeit bei kreativen Entscheidungen mitzuwirken.

⁹⁹ Vgl. Owsinski, 2006, S. 86 - 88

- Vorbereitet erscheinen. Die Reihenfolge, in der die Songs auf der CD sein sollen, sollte bereits vorher klar sein. Dafür kann mit dem Mastering-Engineer eine eigene Session vereinbart werden. Die Reihenfolge wird auf einer CD vielleicht anders sein als auf einer Kassette mit A- und B-Seiten.
- Tracks nicht beschneiden! Genug Platz am Anfang und am Ende lassen, um die Möglichkeiten für Fades nicht einzuschränken.

7 Mastering

7.1 Begriffserklärung

“Mastering is the process of turning a collection of songs into a record by making them sound like they belong together in tone, volume, and timing (spacing between songs).”¹⁰⁰

7.2 Was ist Mastering eigentlich?

Um einem Mix noch das Tüpfelchen auf dem i aufzusetzen, geht man zu spezialisierten Masteringstudios.

Dort wird versucht, das Beste an optimalem Sound, Lautstärke und Druck für einen Song zu gewinnen. Dafür werden einiges an Erfahrung, Equipment und gut geschulte Ohren benötigt.

Ein Ziel des Masterings ist, eine gute Durchhörbarkeit des Tonträgers zu schaffen. Es sollen alle Tracks ähnlich klingen, oder falls Unterschiede vorhanden sind, sollen diese Sinn machen. Das betrifft sowohl Lautheit, als auch Klang. Der Hörer sollte selbst beim Abspielen der CD im Zufallsmodus nicht versucht sein, zur Fernbedienung greifen zu wollen.

Außerdem sollte der Sound auf der größtmöglichen Menge unterschiedlicher Abhörsituationen möglichst gleich und natürlich klingen. Ebenso werden im Mastering diverse Artefakte, wie Verzerrungen, Glitches, Overs usw., so gut wie möglich entfernt.

Lautheit ist ein unter den Mastering-Engineers viel diskutiertes Thema. Ein lauter Song klingt oft im ersten Moment besser als ein Leiserer.

¹⁰⁰ Bobby Owsinski, The Mastering Engineer’s Handbook, Artistpro.com (2000), S.1

Deswegen werden viele heutige Hits überkomprimiert und bis auf das letzte Dezibel ausgequetscht. Leider müssen die Engineers dieses Spiel oft mitspielen und nach der größtmöglichen Lautheit streben, um in diesem unglücklichen Wettbewerb des lautesten Masters mithalten zu können. Das gilt vor allem in der Popmusik und in der Werbung. Bei klassischer Musik wird diese Strategie wahrscheinlich nicht zum gewünschten Ziel führen.

Im A/B Vergleich darf die lautere Version dem Original hinsichtlich des Klanges um nichts nachstehen. Idealerweise sollte diese Version trotz höherer Dichte besser klingen.

Natürlich muss das PQ-Editing und die Pegelbemessung (-0,3dbFS Peak-Headroom im Analogen!) handwerklich einwandfrei umgesetzt werden.¹⁰¹

Mastering ist auch die hohe Kunst der Kompromisse. Oft wird verlangt, aus einer schlechten Mischung den ultimativen Sound zu zaubern. Auf der anderen Seite kann der beste Mix umsonst sein, wenn im Mastering nicht sorgfältig gearbeitet wird.¹⁰²

7.3 Mastering-Engineer

Die Arbeit eines Mastering-Engineers kann mit der eines Lektors verglichen werden. Wenn ein Autor sein Buch abgeschlossen hat, bringt er es zu seinem Lektor, der es noch einmal liest. Er ist unvoreingenommen und achtet auf Dinge, die dem Autor vielleicht gar nicht mehr aufgefallen sind. Ähnliches trifft beim Mastering zu. Der Mastering-Engineer hatte mit dem Mix für gewöhnlich nichts zu tun und hört im Gegensatz zum Misch-Engineer generell mehr auf den Gesamtklang. Ob das Album toll ist, oder nicht, oder ob der Schlagzeuger groovt, oder nicht, spielt für ihn nur eine untergeordnete Rolle, da er keinen Einfluss auf den musikalischen Inhalt nehmen kann.

¹⁰¹ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 13

¹⁰² Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 13 - 14

Er muss tief in die Akustik eintauchen und sich voll auf den Gesamtklang konzentrieren. Beim Einstellen von einzelnen Geräten, wie zum Beispiel einen Equalizer, ist es hilfreich, wenn ein kurzer Loop einer repräsentativen Stelle – wie zum Beispiel den Refrain – verwendet wird, damit die Ohren nicht durch neue musikalische Informationen abgelenkt werden, oder schnell ermüden.¹⁰³

Große Sorgfalt und Geduld sind die obersten Gebote eines Mastering-Engineers. Wenn zum Abschluss eines Auftrages nur ein einziger Knacker zu hören ist oder ein Übergang zu hektisch wirkt, müssen viele Arbeitsschritte zurückgegangen werden, um in der ungeditherten 24-Bit-Version Änderungen vorzunehmen. Dies kostet wiederum Zeit, weil im Mastering Änderungen nicht „husch, husch“ gehen.¹⁰⁴

Ein guter Mastering-Engineer muss abschätzen können, ob und wie viel seiner Arbeit benötigt wird. Dave Collins, der unter anderem Alben für Sting, Madonna, Bruce Springsteen und Soundgarden gemastert hat, sagte in einem Interview mit Bobby Owsinski über seine Mastering-Philosophie: *„...one of the hardest things, and it took me forever to get this, is knowing when to not do anything and leave the tape alone. I am more likely to not EQ the tape, or just do tiny, tiny amounts of equalization. I think some people feel like they really have to get in there and do something. They really have to put their stamp on the tape somehow.“*¹⁰⁵

¹⁰³ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 14

¹⁰⁴ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 15

¹⁰⁵ Bobby Owsinski, *The Mastering Engineer's Handbook*, Artistpro.com (2000), S.159

7.4 PC oder teures Outboard-Equipment?

Mastere ich am PC mit diversen Plugins oder mit vielen teuren Einzelgeräten? Oder ist professionelles Arbeiten am PC ohne externe Geräte überhaupt möglich? Wenn man vom Preis absieht, ist hochwertiges, externes, analog oder digitales Equipment den erhältlichen Plugins was den Klang betrifft immer noch überlegen. Dieser Vorsprung wird mit der Weiterentwicklung von hochwertigen Plugins und der immer leistungsfähigeren PCs zusehends kleiner.

Der Vorteil von analogen Geräten besteht darin, dass sie durch den Einsatz von Röhren, Band oder 120-V-Technik eine authentische Wärme erzeugen. Digitale Geräte hingegen besitzen für die Audiobearbeitung spezialisierte DSP-Chips (Digital Signal Prozessor), die sogar die Rechenkapazität eines 3-GHz-Rechners übertreffen können. Natürlich leistet hochwertiges Hardware Equipment mehr als ein billiges Plugin, außerdem klingt ein gutes Waves Plugin besser als, z.B. ein Behringer Gerät. Zusätzlich sind manche sehr spezielle Geräte gar nicht als Plugins erhältlich. Sehr verbreitet sind die uad-1-Karte von Universal Audio, die Powercore-Karte von TC, oder die sehr guten digitalen externen Geräte von Focus Rite. Außerdem bietet der Hersteller Waves optional externe DSP-Power für die Berechnung der eigenen Plugins an.

Diese Karten mit ihren sehr guten Zusatz-Plugins sind auch ein Grund, warum der Vorteil teurer externer Geräte immer mehr schrumpft.

Weiters tragen die einfache Einbindung der Plugins, schnelles Rendering und Funktionen wie Total Recall, sowie Undo dazu bei, dass die „digitale Welt“ im Vormarsch ist.

Standardwerkzeuge wie EQs und Kompressoren sind als Plugins annähernd gleichwertig vorhanden.¹⁰⁶

¹⁰⁶ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 17 - 18

Beispiele:

MD3-Multiband-Kompressor, Brickwall-Limiter und Virus Synth von Powercore

Wenn ein klassisches analoges Mastering-Studio eine gute Auswahl an Top-Geräten enthält, sollte es einem PC-basierten Studio klanglich überlegen sein. Daher ist für professionelles Mastering mit dem PC oft zusätzliche DSP-Leistung unentbehrlich. Das ist aber oft auch reine Firmenpolitik. Es werden hochwertige Plugins entwickelt, die nur mit der Unterstützung von Karten derselben Firma funktionieren. Wenn man z.B. eines dieser Plugins Mono verwenden will, benötigt man zusätzlich diese Karte. Sobald in Stereo gearbeitet wird, muss noch eine Karte gekauft werden.

Man sollte es wohl so sehen:

Die beiden Welten – Analog- und Digitaltechnik – sollten sich unterstützen und die Nachteile der jeweils anderen Seite ausgleichen. Es könnte z.B. digital gearbeitet und analoges Gerät gezielt eingesetzt werden, wenn es erwünscht ist.

Über diesen Ansatz sind sich die Experten jedoch noch uneinig.

7.5 DAO/TAO

Beim Brennen eines Masters nach Redbook-Spezifikation muss dies im DAO-Modus geschehen. DAO steht für Disk At Once. In diesem Schreibverfahren wird eine CD komplett in einem Stück beschrieben und danach abgeschlossen, sodaß danach keine Daten mehr hinzugefügt werden können. Es wird dann die Titelvorbereitungspausen als negativen Countdown angezeigt.¹⁰⁷

TAO ist ein anderer Modus und steht für Track At Once. Er eignet sich aber eher zur Archivierung von Titeln im 16-Bit-Format. Eine CD hat

¹⁰⁷ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 124

wie eine Schallplatte nur eine einzige Spur. Bei TAO wird diese Spur unterbrochen, da der Laser beim Schreiben nach jedem Track abgeschaltet wird und beim nächsten Track wieder aufgesetzt wird. So entstehen unlesbare Frames, die dazu führen können, dass das Laufwerk die CD wieder ausspuckt.¹⁰⁸

7.6 Werkzeuge

7.6.1 Kompressoren und Limiter

Es gibt 2 Werkzeuge, mit denen im Mastering die Lautstärke bearbeitet wird: Den Kompressor und den Limiter. Der Kompressor wird dazu benutzt, um kleine und mittellaute Signale zu erhöhen, der Limiter hingegen kontrolliert die unmittelbaren Peaks.¹⁰⁹

7.6.1.1 Kompressoren

7.6.1.1.1 Die wichtigsten Parameter eines Kompressors

Threshold: Er legt fest, ab welchem Pegel das Signal im Eingang bearbeitet werden soll. Im digitalen Audiodbereich wird mit negativen Pegeln gemessen. Deshalb fängt der Kompressor früher an zu arbeiten, je größer der negative Wert des Thresholds ist.

Ratio: Hiermit wird bestimmt, wie stark der Pegel nach Überschreiten des Thresholds reduziert oder eben komprimiert werden soll. Ein höherer Wert bedeutet eine höhere Kompression, wobei ein Verhältnis von 1:1 ein Limiting ergeben würde.

Attack: Attack wird die Zeitspanne vom Überschreiten des Thresholds bis zum Einsetzen der Pegelreduktion genannt.

Release: Mit der Release-Zeit wird bestimmt, wie schnell die Komprimierung wieder zu ihrem Ausgangswert zurückkehrt, nachdem der

¹⁰⁸ Vgl. Owsinski, 2000, S. 54

¹⁰⁹ Vgl. Owsinski, 2000, S. 35

Wert des Thresholds unterschritten wurde. Dieser Parameter ist sehr wichtig, da damit so genanntes Pumpen so klein wie möglich gehalten werden kann.

Neben diesen wichtigsten Parametern gibt es oft noch Einstellungsmöglichkeiten wie: RMS/Peak, Electro/Opto, Knee, Side-Chain und Gainreduction.¹¹⁰

7.6.1.1.2 Singleband-Kompressoren

Ein Kompressor verringert die Dynamik eines Signals und macht es somit vorerst leiser. Da danach das insgesamt leisere Signal in seiner gesamten Lautstärke wieder angehoben werden kann, entsteht so ein Lautheitsgewinn.

Beispiele für Singleband-Kompressoren sind:

1176LN, LA2A, Fairchild 670, Oxford Dynamics, Waves Renaissance Compressor, und TC Native Bundle Compressor/DeEsser.

Bei Singleband-Kompressoren wird das gesamte Spektrumssignal als ein ganzes Band bearbeitet. Mit Multiband-Kompressoren kann eine höhere Dichte erreicht werden, da das Spektrum in mehrere Bänder unterteilt wird. Für den Mastering-Einsatz sind Multiband-Kompressoren eher geeignet, da mit ihnen eine größere Lautstärke erreicht werden kann und sie nicht so schnell zu pumpen beginnen.¹¹¹

7.6.1.1.3 Multiband-Kompressoren

Multiband-Kompressoren enthalten oft die gleichen Parameter wie Singleband-Kompressoren.

Manchmal besteht eine zusätzliche Einstellungsmöglichkeit, das Look-Ahead Delay. Damit kann ein Plugin ein bisschen vorausschauen, um nicht von plötzlichen Peaks überrascht zu werden.

¹¹⁰ Vgl. Bieger, Mai 2005, S. 28 - 29

¹¹¹ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 199 - 204

Sie ermöglichen neben einem großen Lautheitsgewinn auch einen gewissen Einfluss in die Klangbearbeitung.¹¹²

Beispiele für Multiband-Kompressoren sind:

Master X3, der normalerweise mit der Powercore-Karte geliefert wird, Master X5, MD3, PSP Vintage Warmer, Waves Linear Phase Multiband, Vincent Burel C10, Steinberg ME Multiband Compressor, und Sonalksis CQ1.

7.6.1.1.4 Loudness Maximizer/Limiter

Die meisten digitalen Limiter, die im Mastering verwendet werden, sind als Brickwall-Limiter eingestellt. Das bedeutet, dass das Signal ein gewisses, voreingestelltes Level nicht überschreiten wird. Mit den neuesten Limitern kann man so leicht wie nie zuvor eine hohe Lautstärke erzielen, da sich mit ihnen Peaks sehr leicht kontrollieren lassen.

Dazu beigetragen hat mit Sicherheit die Vorschaufunktion, die in allen modernen Limitern vorhanden ist.

Das Signal wird minimal verzögert (ca. 2ms), damit der Limiter die Peaks vorhersehen kann und sie erwischen kann bevor sie durchkommen. Mit dieser Vorschau-technik können analoge Limiter nicht mithalten.

Allein durch die einfache Kontrolle der Peaks kann der Mastering-Engineer schon ein paar dB an Lautstärke gewinnen.¹¹³

Ein Limiter soll den Ausgangspegel auf einen bestimmten Wert herunterregeln, keinen Einfluss auf den Klang haben, und aus dem Eingangssignal eine möglichst „dicke Wurst“ machen. Er ist eine Extremform eines Kompressors und arbeitet mit einer Ration von mindestens 10:1.

¹¹² Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 204 - 214

¹¹³ Vgl. Owsinski, 2000, S. 12

Ein Limiter arbeitet auch mit ähnlichen Parametern wie ein Kompressor.

Er kann anstelle oder zusätzlich zu einem Multiband-Kompressor eingesetzt werden. Generell wird er zwischen einem Multiband-Kompressor und einem Brickwall-Limiter platziert.

Ein Brickwall-Limiter achtet auch auf Peaks zwischen den Samples und limitiert diese präzise.

Es kann nämlich zwischen Samples zu Pegeln jenseits von 0dbFS kommen. Man nennt diese Interleaved Sample Overs.¹¹⁴

Beispiele für Loudness Maximizer sind:

Waves UltraMaximizer L2, Waves L3 MultiMaximizer, ME Loudness Maximizer, und Oxford Inflator (alles Plugins).

7.6.1.1.5 DeEsser

DeEsser oder De-Esser sollen in einer Aufnahme von Gesang oder Sprache unangenehme S- oder Zischlaute so gut wie möglich entfernen.¹¹⁵

Ein DeEsser trennt zunächst die unteren von den problematischen mittleren und oberen Frequenzen, und komprimiert danach letztere, wodurch zu laute Abschnitte automatisch im Pegel abgesenkt werden. Anschließend werden beide Signale wieder zusammengemischt. Das Ergebnis ist eine präzise und gut klingende Aufnahme der menschlichen Stimme ohne aufdringliche Zischlaute.

Manche DeEsser können mittels Knopfdruck auf männliche oder weibliche Stimmen eingestellt werden. Anscheinend gibt es einen Unterschied zwischen dem Frequenzspektrum eines männlichen und weib-

¹¹⁴ Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Limiter>

¹¹⁵ Vgl. Sandmann, November 1998, S. 42

lichen S-Lautes. Ob diese Funktion wirklich einwandfrei arbeitet ist jedoch fraglich.

Wenn man die Einstellungen eines DeEssers übertreibt werden sämtliche Zischlaute herausgefiltert. Dieses Ergebnis kann bei Einzelstimmen eines Gesangschores verwendet werden, denn wirklich wichtig sind hier nur die verschiedenen Stimmlaute und nicht die S-Laute. Da sich diese Laute fast in derselben Tonhöhe befinden, kann man sie fast ganz verschwinden lassen. Bei einzelnen Gesangsstimmen sollten die S-Laute jedoch unverändert bleiben.

S-Laute sind annähernd in derselben Tonhöhe und würden sich durch Überlagern vervielfachen, deswegen kann hier eine vollkommene Ausfilterung der S-Laute bei allen Chorstimmen erfolgen, wobei die S-Laute einer beliebigen Stimme erhalten bleiben müssen.¹¹⁶

Beispiele für DeEsser und als DeEsser einsetzbare Geräte sind:

Sonalksis CQ1 und DQ1, Waves DeEsser, und TC Dynamic EQ.

7.6.2 Equalizer

Abgesehen von Kompressoren sind Equalizer die wahrscheinlich am öftesten verwendeten Geräte im Mastering und dienen ebenfalls der Klanggestaltung. Ihre effiziente und richtige Verwendung erfordert Erfahrung und gutes Gehör.

Der Einsatz im Mastering ist auf jeden Fall ein ganz anderer als beim Mischprozess. Der Gesamtklang kann oft noch verbessert werden, und die Stimmen stärker zur Geltung gebracht werden.

Normalerweise werden Equalizer verwendet, um lineare Signalverzerrungen zu korrigieren, Frequenzen abzuschwächen oder anzuheben.

¹¹⁶ Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/DeEsser>

Man sollte immer zuerst Absenkungen, die steilflankiger sein sollten, vornehmen bevor man breitbandig anhebt. Außerdem sollten die exakten Eingriffe und Korrekturen vor Änderungen, die die Gesamtheit betreffen, vorgenommen werden. Als Letztes wird das dynamische EQing vorgenommen. Prinzipiell sollte immer von den tieferen Frequenzen zu den höheren Frequenzen gearbeitet werden.

Dabei muss vorsichtig gearbeitet werden, denn eine Änderung in einem Band hat meistens auch Auswirkungen auf ein anderes Band. Im Mastering muss man sich sehr mit dem vorliegenden Material vertraut machen. Was wurde damit bezweckt? Welche Gewichtung liegt auf den verschiedenen Instrumenten?

Wenn sich also beim Einsatz des EQs etwas in der Gewichtung der Instrumente ändert, sollte dies unbedingt mit dem Auftraggeber oder dem Künstler abgeklärt werden!¹¹⁷

7.6.2.1.1 Systematische Arbeit mit dem EQ¹¹⁸

Wie schon erwähnt sollte mit den tiefen Frequenzen begonnen und nach oben gearbeitet werden. Jedes Band wird somit systematisch durchsucht.

Es wird mit einem Lowcut angefangen. Weiters werden Arbeiten angeführt, die typisch für diverse Frequenzbereiche sind:

- Subbassbereich (0 – ca. 25 Hz): Wenn man eine Frequenztafel zur Hand hat und die Tonart des vorliegenden Materials kennt, kann die beste Trennfrequenz für den Lowcut bestimmt werden. Diese befindet sich – abhängig von der Flankensteilheit – meistens zwischen 20 und 35 kHz. Die Störanteile in den tiefen Frequenzen werden beseitigt, damit ein klareres Klangbild

¹¹⁷ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 177 - 178

¹¹⁸ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 178 - 181

entsteht, da sie viel Energie der Endstufe und der Lautsprecher in Anspruch nehmen.

- Bassbereich (25 – 120 Hz): In diesem Bereich wirken der Bass und die Bassdrum am meisten. Für den Mastering-Engineer bedeutet dies, dass auch im komplett fertig gestellten Mix noch Bearbeitungen an ihm möglich sind. Außerdem können Deadspots präzise ausgeglichen werden. Deadspots sind bautechnisch bedingte Schwachstellen eines Instruments.
- Oft stehen sich Bass und Bassdrum im Weg und nehmen sich gegenseitig Präsenz weg. Raum und positive Wärme können geschaffen werden, indem die Centerfrequenz des einen Instruments an- bzw. des anderen abgesenkt wird. Wichtig dabei ist, dass der Mix vom Misch-Engineer sauber bearbeitet geliefert wird.
Man kann sagen, dass die Bassdrum ungefähr zwischen 75 und 95 Hz liegen sollte, wobei Tiefe nicht unbedingt auch viel Druck bedeutet. Eine Bassdrum, die bis 60 Hz runtergeht, ist oft schwer zu bearbeiten, da sie zu eigener Tonalität neigt. Deswegen sollte sie sehr gut auf die Tonart des Mixes abgestimmt sein.
- Unterer Mittenbereich (120 – ca. 350 Hz): Hier wird neben dem Bassbereich die Wärme eines Songs erzeugt. Dieser Bereich ist aber auch am schwierigsten zu bearbeiten, da hier beinahe alle Instrumente vorhanden sind. Das Mastering ist sehr auf die Vorarbeit beim Recording und bei der Mischung angewiesen, da sich hier viele Fehler einschleichen können.
- Mittenbereich (350 Hz – ca. 2 kHz): Hier treten weniger oft Fehler auf, da der Großteil der Lautsprecher in diesem Bereich keine Probleme hat und sich z.B. Kammfiltereffekte hier weniger stark auswirken.

- Oberer Mittenbereich (2 – 8 kHz): Es muss darauf geachtet werden, dass Sprecher und Sänger zu verstehen sind. Hier liegt die Sprachverständlichkeit.
- Höhen (8 – 12 kHz)
- Obere Höhen (1 – 22 kHz): Ein natürlicher Klang wird hier erzeugt, wenn die Höhen langsam von 12 kHz zu 22 kHz abfallen.

7.6.2.1.2 Wichtige Filterarten¹¹⁹

7.6.2.1.2.1 Parametrische Filter

Hier können für ein oder mehrere Frequenzbänder die Centerfrequenz und die Pegel, sowie manchmal auch die Filtergüte Q , eingestellt werden. Höhere Q -Werte ergeben steilere Flanken, niedrigere (bis 0,1) eine größere Filterbreite.

7.6.2.1.2.2 Shelving-Filter

Er bearbeitet das gesamte Frequenzband. Es kann zu Overshoots (=Auslenkungen in den Übergangsbereichen) kommen, die aber zu seinem Charakter gehören.

7.6.2.1.2.3 Notch-Filter

Der Notch-Filter ist sehr steiflankig. Mit ihm können Störfrequenzen exakt ausgelöscht werden.

7.6.2.1.2.4 Hochpass-Filter

Entspricht einem Lowcut-Filter. Frequenzen unterhalb eines Wertes werden abgeschnitten, alle darüberliegenden durchgelassen.

¹¹⁹ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 183 - 184

7.6.2.1.2.5 Tiefpass-Filter

Oder Highcut-Filter. Ist das Gegenstück zu einem Hochpass-Filter und arbeitet in die umgekehrte Richtung.

7.6.2.1.2.6 Bandpass-Filter

Diese Filterart lässt nur bestimmte Frequenzbänder durch und wird in grafischen Equalizern eingesetzt. Bei grafischen EQs besitzt jede beeinflussbare Frequenz einen eigenen Regler, der 26 bis 33 - typischerweise 31 - Frequenzbänder hat, jedes von der Breite einer Drittel-Oktave. So wird der Verlauf der Frequenzkorrektur grafisch durch die Regler dargestellt.

Bandpass-Filter werden aus in Reihe geschalteten Hoch- und Tiefpass-Filtern gebildet.

7.6.2.1.2.7 Einige EQ-Plugins

Oxford EQ, Cambridge EQ, Precision Equalizer, Pultec Pro, MD3-EQ, Vincent Burel EQproG4, Sonalksis DQ4.

7.6.3 Hall

Hall gibt unserem Gehör eine gewisse Rauminformation. Oft hört wird er nicht bewusst gehört, wenn er aber abgeschaltet ist, fehlt etwas. Mit dem Einsatz von Hall wirkt ein Track nicht mehr so, als würde er flach auf den Boxen kleben. Sollte er im Mix zuwenig oder gar nicht vorhanden sein, so muss er im Mastering so gut es geht hinzugefügt werden.¹²⁰

¹²⁰ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 227

7.7 Die wichtigsten Voraussetzungen für das Mastering¹²¹

- Die Bitauflösung sollte so hoch wie möglich sein. Das heißt 32 Bit, oder wenn auf Pro Tools oder Logic gearbeitet wird, 24 Bit.
- Für Redbook-CDs 44,1 kHz, für DVD-Audio oder –Video 48 oder 96 kHz Samplingrate.
- Das Format der gelieferten Dateien sollte am besten Wave, Aiff, SD II, oder Wave64 sein.
- Die Daten auf CD-ROM oder DVD-ROM liefern lassen, da eine Redbook-CD nur 16 Bit unterstützt und fehleranfälliger ist. DAT besitzt auch mehr Nachteile als die oben genannten Datenträger.
- Das Material vor dem Mastern nicht dithern.
- Auf Fades, insofern sie nicht arrangiert sind, d.h. dass verschiedene Spuren einzeln gefadet werden müssen, verzichten.
- Zumindest 500ms Vorlauf als Beschnittzugabe frei halten.
- Keinen Finalizer einsetzen. Wenn, dann kann man die Peaks leicht limitieren. Die Lautheit sollte durchschnittlich -15 dB/RMS nicht übersteigen.

¹²¹ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 121

7.8 Arbeitsablauf eines Album-Masterings

Allgemein gliedert sich der Mastering-Ablauf in drei Phasen: Die Vorbereitung, die eigentliche Bearbeitung und die Nachbereitung. Wie schon erwähnt, soll das Material auf möglichst vielen verschiedenen Lautsprechern möglichst gut und gleich klingen, wobei der Hörer nie das Gefühl bekommen darf, mit der Fernbedienung die Lautstärke zu regeln. Wenn die Zufallsfunktion im Player eingestellt ist, darf es ebenso nie dazu kommen.

Natürlich müssen alle Artefakte so gut wie möglich entfernt werden.¹²²

7.8.1 Vorbereitung

Es ist immer sehr hilfreich, wenn eine gute Ordnerstruktur vorhanden ist, in der man sich schnell und sicher zurecht findet. Zum Beispiel könnten Ordner für das Originalmaterial, für die Bearbeitungen, und für das Endmaster erstellt werden.

Danach sollte das Material eingespielt werden. Schon hier ist höchste Konzentration gefordert! Selbst wenn man auf der digitalen Ebene bleiben kann, weil das Material als CD oder CD-R geliefert wurde, kann es bei schlechteren Laufwerken zu Fehlern kommen. Deswegen macht es Sinn, sehr gute Aufnahmegeräte zu verwenden, und auch die Geschwindigkeit so anzupassen, dass es zu keinen Glitches, Jitter oder Dropouts kommt. Dann kann man eine Testeinspielung vornehmen und kontrollieren, ob sich beide Aufnahmen gleich anhören. Ist dies nicht der Fall, so sollte ein anderes Laufwerk getestet und die CD auf Kratzer und Verunreinigungen untersucht werden. Können alle Fehlerquellen ausgeschlossen werden, muss der Kunde informiert werden.

¹²² Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 129 - 130

Wenn das Material auf DAT geliefert bekommt, ist zu überlegen, ob auch in ein Messgerät zum Erkennen von Fehlern investiert werden soll.

Sollte das Material auf Band kommen, muss die Bandmaschine sorgfältig gewartet werden und gute Kabel, sowie Wandler, die intern geclockt sind, vorhanden sein. In den USA sind Bandmaschinen immer noch recht verbreitet. Dort wird das Material oft sowohl auf Band, als auch auf ein digitales Medium gespielt, und es ist dem Mastering-Studio überlassen, ob es dieses analog oder digital geliefert bekommen will.

Nach dem Übertragen des Materials auf die Workstation ist es auch wichtig, die importierten Files nach System zu benennen, da jeder Bearbeitungsschritt gespeichert werden sollte. Hier ist es dem Engineer überlassen wie er dies tut. Natürlich kann auch ganz darauf verzichtet werden, aber wenn in der Bearbeitung nochmals 4 Schritte zurückgegangen werden muss, ist ein gutes System oft hilfreich.

Ebenfalls zu Empfehlen sind Sicherheitskopien des Originalmaterials.

Nun können die Titel in die Audiomontage geholt und ein Überblick des Projekts verschafft werden. Sollten vom Kunden Referenztitel mitgeliefert worden sein, so könnten diese mit etwas Abstand unten angefügt werden, um Vergleiche anstellen zu können. Beim Durchgehen der einzelnen Tracks kann man gleichzeitig beginnen, ein Arbeitsprotokoll auszufüllen. Ebenso können Kundenwünsche angeheftet werden.

Jetzt könnte beginnen, einen Song zu analysieren. Wie laut sind die Peaks? Wie sieht es mit der durchschnittlichen Lautstärke aus? Dazu ist in den meisten Programmen ein Tool zur globalen Analyse vorhanden, in dem diese Informationen abgelesen werden können.

Ebenso sollte untersucht werden, ob Pegeldifferenzen zwischen dem linken und dem rechten Kanal vorhanden sind (und diese möglicherweise nicht vom Misch-Engineer beabsichtigt sind). Sollte dies der Fall sein, so kann versucht werden, diesen Unterschied auszugleichen.

Überaus wichtig ist es, Anfänge und Enden nicht abzuschneiden, oder Fades nicht vorschnell einrechnen zu lassen! Ungefähr 500ms Vorlauf sollten genügen, damit gewisse Plugins ausreichend Zeit für ihre Vorschau-Funktion haben. Denoiser benötigen ebenfalls eine Vorlaufzeit für ihre Fingerprints.

Anfänge, Enden und Fades sollten nach allen klanglichen Bearbeitungen und vor dem Dithering fixiert werden.

Bevor jetzt mit der kreativen Bearbeitung der Tracks begonnen werden kann, sollten die Titel noch auf Rauschen untersucht werden und nötigenfalls mit einem Denoiser sorgfältig und vorsichtig gegen gewirkt werden.¹²³

7.8.2 Kreative Bearbeitung

Man beginnt damit, dass man sich einen Titel, der einem besonders gefällt, oder der bereits gut klingt, auswählt, und mit ihm einen Referenztitel für den Rest des Albums schafft.

Wie die klangliche Bearbeitungstechnik aussehen könnte wird später genauer besprochen. Vorerst wird ein besonderes Augenmerk auf die Dynamikbearbeitung gelegt.

Ein Limiter kann herausfinden, bis zu welchem Pegel das Material gleich wie das Original klingt, also um wie viel die Lautheit gefahrlos angehoben werden kann.

¹²³ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 130 - 144

Dazu lässt man ihn z.B. mit +6 dB arbeiten, lässt aber nur -6dB des Signals durch den Ausgang. Danach wird im A/B-Vergleich der Unterschied betrachtet. Solange sich nichts an der Räumlichkeit der Instrumente ändert kann der Pegel weiter angehoben werden. Dann kann mit der Bearbeitung des Titels anhand von EQ, Kompressor und weiteren Geräten erfolgen.

Sobald das Ergebnis zufrieden stellend ist, können alle Bearbeitungen gerendert werden.

Gegebenenfalls können alle Einstellungen als Preset gespeichert werden, oder nicht. Auf jeden Fall kann jetzt zum nächsten Titel übergegangen werden.

Der erste Titel ist somit als Referenz vorhanden und kann bis zum Ende der CD mit den jeweiligen, gerade bearbeiteten, Titeln verglichen werden. Dabei ist auf eine gute Durchhörbarkeit zu achten.

Hier kann wieder mit einem Limiter gearbeitet werden:

Ein Beispiel: Der Referenztitel hat eine durchschnittliche Lautstärke von -18 dB. Der nächste zu bearbeitende Titel ist durchschnittlich -10 dB laut. Jetzt kann auf diesen Titel ein Limiter gelegt werden, der auf -8 dB eingestellt ist. Ziel ist es, sozusagen durch „Fein-Tuning“ – und immer den A/B-Vergleich beachtend – die durchschnittliche Lautstärke des Tracks an die des Referenztitels anzugleichen, ohne dass er in der Tiefe und Musikalität darunter leidet.

Wenn alle Titel fertig bearbeitet sind, wird damit begonnen, Anfänge, Enden, Übergänge und PQ-Information hinzuzufügen. Oft ist ein Tool zum Editieren der PQ-Information in einer geeigneten Software implementiert.

Die Fades für die Anfänge und Enden, bzw. die Crossfades für Übergänge sollten gewissenhaft gesetzt werden. Es wirkt oft etwas unbeholfen, den Song einfach irgendwo enden zu lassen. Manchmal wer-

den gegen Ende des Fades Bässe und Höhen etwas lauter. Jetzt sollte noch überprüft werden, ob die Audiomontage Redbook-konform ist. Auch hier gibt es in mancher Software eine Option, die dies durchführt.

Sollten alle Titel einen Headroom von 0 dB aufweisen, so können sie mit einem Limiter auf ungefähr -0,3 dB eingestellt werden.

Abschließend können die Titel noch mittels Dithering auf die 16-Bit-Ebene gebracht werden.

Die finale Montage kann jetzt vorgenommen werden. Das gesamte Material wird gerendert und eine durchgehende Wave-Datei als Image erstellt. Anhand der finalen Montage wird das Master für das Presswerk und eine CD zum Gegenhören erstellt.¹²⁴

7.8.3 Nachbearbeitung

In der Nachbearbeitungsphase sollte die CD aus der finalen Montage gegengehört werden und zum Kunden geliefert werden. Beim Durchhören ist es ratsam, den Monitor auszuschalten, denn auch die Augen „hören“ mit. Dabei sollte man aber auf jeden Fall Notizen machen, falls doch auf den einen oder anderen Fehler gestoßen wird. Ist das der Fall, so muss in der Audiomontage nach diesem Fehler gesucht werden. Wenn der Kunde Änderungsvorschläge hat, muss ebenfalls ein paar Schritte zurückgegangen werden.

Sollte eine CD-R als Master für das Presswerk verwendet werden, muss sie im DAO-Verfahren gebrannt werden. Die Gründe dafür wurden im Grundlagenteil erklärt. Auf jeden Fall ist es von Vorteil, wenn man das Master in doppelter Ausführung mit Vierfach-Speed brennt. Falls die erste CD-R einen Fehler hat, so ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass die Zweite funktioniert.

¹²⁴ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 144 - 152

Andere Möglichkeiten das Master ans Presswerk zu liefern sind: CD-ROM, DDP auf einem Exabyte-Band (sehr sicher), DDP- oder CD-Image via Internet schicken.

Zum Schluss sollte noch eine akustische Endkontrolle vorgenommen werden, der Audio-CD-Report ans Presswerk und ein Haftungsausschluss an den Kunden geschickt werden.¹²⁵

7.9 Klangliche Bearbeitung anhand einiger Beispiele

7.9.1 Disbalance im Bassbereich

Wenn der Bassbereich zu laut oder zu leise ist, kann ein Multiband-Kompressor eingesetzt werden. Mit dem Multiband-Pegel kann der Bassbereich angehoben oder abgesenkt werden, ohne Kompression einzusetzen.

Ein Shelving-Filter bearbeitet ebenfalls ganze Bänder. Er bietet eine gute Alternative zu einem Multiband-Kompressor.¹²⁶

7.9.2 Zu wenig Räumlichkeit im Mix

Hall und Transienten-Modulation sind gute Werkzeuge, um einen flachen Mix „von den Lautsprechern zu holen“.¹²⁷

Transienten sind sehr schnelle impulshafte elektrische oder akustische Einschwingvorgänge. Sie besitzen meistens eine hohe Frequenz. Naturklänge werden durch sie für unser Ohr eindeutig identifiziert, z.B. der Bogenanstrich einer Saite.¹²⁸

7.9.3 Der Mix klingt digital

Ursache dafür wird wahrscheinlich ein schwacher Rolloff in den hohen Frequenzen sein. Rolloff bedeutet, dass ein Pegel bei steigender Fre-

¹²⁵ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 153 - 157

¹²⁶ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 171

¹²⁷ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 174

quenz leiser wird. Hier kann man Highcut-Filter einsetzen, um diesem Problem entgegen zu wirken. Sehr wichtig ist hier vor allem der Wert der Güte.¹²⁹

7.9.4 Kalter Mix

Bass- und unterer Mittenbereich sollten angehoben werden. Ein EQ eignet sich sehr gut dafür.¹³⁰

¹²⁸ Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Transienten>

¹²⁹ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 174

¹³⁰ Vgl. Tischmeyer, 2006, S. 175

8 Historische und stilistische Entwicklung

8.1 Geschichte

In den frühen Tagen des Recordings um 1950 konnte man noch nicht wirklich von anschließendem Mixing sprechen, weil das Aufnahmemedium Mono war und die Verwendung von vier Mikrofonen schon eine eher größere Produktion war.

Die Entwicklung ging weiter zu drei und vier Spuren.

1955 wurde der Sel-Sync von Ampex entwickelt, der es einem 8-Spur-Bandrekorder ermöglichte, dass der Aufnahmekopf eine neue Spur aufnimmt und zur gleichen Zeit bereits aufgenommene Spuren abspielt. So konnten immer mehr Spuren von Bandmaschinen genutzt werden, wodurch immer größere Konsolen erzeugt wurden.

Es wurde damit nicht nur eine unvermeidbare Änderung der Mixing-Philosophie geschaffen, sondern auch die Art und Weise, wie Mixing-Engineers zuhörten, dachten und arbeiteten geändert.

Stereo war ab nun das magische Wort. Außerdem war früher der Bass das Fundament und Anker eines jeden Tracks. Mit der Zeit änderte sich diese Gewichtung in Richtung Drums. Grund dafür ist, dass sich auch die Schlagzeug-Mikrofonierung von nur Overheads und Kickdrum-Mikrofonen hin zum Abnehmen jedes einzelnen Bestandteils des Schlagzeugs entwickelte. Auch die Konsolen bekamen immer mehr Mikrofon-Eingänge.

Wegen der Möglichkeit, das Schlagzeug auf mehrere Spuren aufzuteilen, konnte während des Mixes mehr Wert darauf gelegt werden, anstatt es gemeinsam mit dem Bass auf nur einen oder zwei Spuren vorzumischen. Es benötigte von jetzt an mehr Aufmerksam-

keit und war nicht einfach nur ein weiteres Instrument, das gleichwertig wie alle anderen ist.

Es entwickelten sich richtige Mix-Stile, und bis in die späten 80er war es einfach zu bestimmen, wo eine Platte aufgenommen wurde. In den letzten Jahren erfolgte eine Vereinheitlichung der Stile, da die Mixing-Engineers an vielen verschiedenen Orten arbeiten.

Es gibt drei Hauptstile, in die der Großteil der Platten fällt: New York, Los Angeles und London.¹³¹

8.2 Der New York Stil

Dieser Stil ist der, der wahrscheinlich am Einfachsten zu erkennen ist. Es wird viel Kompression verwendet, wodurch der Mix aggressiver wird und mehr Punch erhält. Oft werden die Instrumente nach der erstmaligen Kompression wieder und wieder komprimiert.

Unter anderem wird das Schlagzeug auf mehrere Busse gelegt, dort durch mehrere Kompressoren geschickt, und dann wieder zurückgeleitet.

Ein Beispiel dieses Stils ist Mick Jagers Solo-Album „*She's The Boss*“, das Ed Stasium gemischt hat.¹³²

8.3 Der Los Angeles Stil

Hier ist der Sound natürlicher. Er wird weniger komprimiert, als in New York, und enthält weniger Effekte, als in London.

Man versucht, das musikalische Event einzufangen, es danach ein wenig zu erweitern und nicht wieder zu erschaffen.

Van Halen Hits in den 70ern und 80ern sind ein gutes Beispiel dafür.¹³³

¹³¹ Vgl. Owsinski, 2006, S. 2 - 3

¹³² Vgl. Owsinski, 2006, S. 4

¹³³ Vgl. Owsinski, 2006, S. 4

8.4 Der London Stil

Neben starker Komprimierung werden in London auch stark Effekte auf mehreren Ebenen hinzugefügt. Es wird sehr darauf geachtet, dass jedes Instrument seinen akustischen Platz im Gesamten bekommt. Natürlich sollte in jedem guten Mix darauf Acht gegeben werden, jedoch wird in London noch mehr Wert darauf gelegt.

Besonders erwähnenswert sind die Arbeiten von Hugh Padgham oder Trevor Horn mit The Police bzw. mit Seal oder Grace Jones.¹³⁴

Wie bereits gesagt verschwimmen diese Stile heutzutage immer mehr, wobei Techno und Dance immer noch recht gut stilistisch unterschieden werden können.

8.5 Andere Stile

Natürlich formten sich mehrere regionale Stile, von denen Nashville besonders hervorzuheben ist.

Zwischen 1960 und 1970 entwickelte sich dieser Ableger des New York Stils mehr in Richtung des Los Angeles Stils.

In dieser geographischen Umgebung war Country-Musik sehr populär, die immer weicher wurde, indem Hörner und Streicher der Musik hinzugefügt wurden.

Plötzlich – in Folge dieser stilistischen Entwicklung – verschwanden Hörner komplett und Streicher kamen nur noch in Balladen vor.

Beispiel: The Rondstadt – „*It's So Easy To Fall In Love*“¹³⁵

¹³⁴ Vgl. Owsinski, 2006, S. 4

¹³⁵ Vgl. Owsinski, 2006, S. 5

8.6 Entwicklung der heutigen Pop-Musik

Durch die technische Entwicklung und dem Einsatz von Limitern und Multibandkompressoren in der digitalen Ebene wurde es leichter, größere Lautheit zu erlangen.

Da ein lauterer Song mehr Aufmerksamkeit erlangt als ein leiserer folgten viele Ingenieure diesem Trend. Man sagt, dass die Pegelspitzen einer durchschnittlichen CD heute um 3 - 6dB lauter sind als früher.

Bob Ludwig sagt dazu in einem Interview mit Bobby Owsinski: *„Never in the history of mankind has man listened to such compressed music as we listen to now.“*¹³⁶

In den USA wird beispielsweise regelmäßig eine Zusammenstellung aller in nächster Zukunft erscheinenden Country-Songs erstellt und an mehrere Radiostationen gesendet. Diese Sammlung wird CDX genannt.

Die Reihenfolge der Lieder darauf ist alphabetisch und hängt vom Song-Titel ab.

Natürlich will jeder Produzent, dass sein Lied am Lautesten ist, um besonders hervorzustechen.¹³⁷

Diese Entwicklung hin zum lautesten Mix gab es schon in den Zeiten von Schallplatten und Vinyl. Jedoch war es ab einem gewissen Level nicht mehr möglich, noch mehr Lautheit zu gewinnen.

Heute können die immer lauter werdenden Produktionen als einzige wirkliche Entwicklungen und ständige Trends beobachtet werden.

¹³⁶ Bobby Owsinski, *The Mastering Engineer's Handbook*, Artistpro.com (2000), S.199

¹³⁷ Vgl. Owsinski, 2000, S. 213 - 216

9 Die Zukunft liegt im Surround Sound

Surround Sound Produktionen stellen eine neue Herausforderung für Recording-, Misch- und vor allem Mastering-Studios dar. Natürlich müssen viele davon erst einmal eine technische Umstellung auf die Surround-Technik vornehmen. Aber auf jeden Fall bietet diese neue Multikanal-Welt noch nicht abschätzbare neue Möglichkeiten für jeden Misch- und Mastering-Engineer.¹³⁸

9.1 Geschichte des Multikanal-Sounds

Eigentlich ist Surround Sound nichts Neues. Bereits in den 30er Jahren wurde von Bell Labs eine Dreikanal-Technik entwickelt, in der erkannt wurde, dass eine Center-Box viele Vorteile bringt. 1941 wurden für den Disney Film „Fantasia“ Lautsprecher für den Bereich im Rücken der Kinobesucher (Rear-Speakers) entwickelt. Aber erst in den 60ern begann sich Dolby Stereo mit seinen damals vier Kanälen (Links, Center, Rechts, ein mono Surround-Kanal) langsam durchzusetzen.

Mit der Entwicklung von digitalen Übertragungsformaten wurde es einfacher, die Surround-Kanäle zu erhöhen. So geschehen in den 80ern, als ein zweiter Surround-Kanal und ein tieffrequentiger Effektkanal hinzugefügt wurden. Daraus entstand das heute bekannte sechskanälige 5.1-System, das bald zum Standard wurde. 1999 wurde im Film „Star Wars Episode 1: The Phantom Menace“ erstmalig Dolby Digital Surround-EX 6.1-Format verwendet, in dem auch ein Center Rear Lautsprecher verwendet wurde. Es wurde auch ein 7.1-Format entwickelt, in dem zwei zusätzliche Front Lautsprecher – genannt Left Center und Right Center – eingesetzt werden.¹³⁹

¹³⁸ Vgl. Owsinski, 2000, S. 92

¹³⁹ Vgl. Owsinski, 2000, S. 92 - 94

9.2 Unterschiede zu Stereo

- Akustische Signale werden klarer wahrgenommen, da die Center Box den mittigen Sound sozusagen fixiert und dadurch Phantomsounds, wie sie in Stereo manchmal auftreten, verhindert.
- Es gibt keinen Sweetspot. Der gesamte Raum wird zum Sweetspot. Wenn man sich z.B. weiter nach links bewegt, so kommt man dem Gitarristen näher. Weiter rechts fühlt es sich so an, als würde man dem Pianisten über die Schulter sehen.
- Die Platzierung der Lautsprecher ist weniger wichtig. Natürlich gibt es Standards für die Platzierung der Boxen, jedoch wirken sich kleinere Abweichungen nicht so stark aus, wie in Stereo.¹⁴⁰

9.2.1 Daraus ergeben sich einige Vorteile

Bisher musste anhand von EQs Platz für alle Instrumente geschaffen werden, um sie besonders zur Geltung zu bringen. Nun ist schon von Anfang an mehr Platz wegen der zusätzlichen Kanäle vorhanden. Angeblich klingt sogar Mono besser, wenn das Signal einfach auf alle Surround-Kanäle verteilt wird.

Außerdem wird weniger Zeit dafür verwendet, Räumlichkeit zu schaffen. Ein Surround-System hat eine natürliche Räumlichkeit, von der sehr profitiert werden kann. Das soll aber nicht heißen, dass nun das Hinzufügen von Hall keinen Nutzen mehr hat!

Auf jeden Fall sollte immer überprüft werden, ob der Surround-Mix auch stereokompatibel ist, so wie es auch notwendig ist, eine Stereo-Mischung auf ihre Monokompatibilität zu überprüfen!¹⁴¹

¹⁴⁰ Vgl. Owsinski, 2000, S. 96

¹⁴¹ Vgl. Owsinski, 2000, S. 97

9.3 Surround-Mix

Für den Surround-Mix gibt es zwei verschiedenen Denkansätze. In Ersterem wird der Hörer in die Publikumsrolle versetzt. Die Musik kommt aus den Front-Lautsprechern und die Hallatmosphäre aus dem hinteren Bereich. Ein Gefühl als säße man direkt im Publikum soll dabei erzeugt werden.

Der andere Ansatz geht mehr in die „On-Stage-Perspektive“. Dabei wird die Band anhand der fünf Kanäle auf den ganzen Raum verteilt. So wird der Zuhörer in die Mitte der Band gesetzt und von ihrer Musik umgeben.¹⁴²

9.4 Eine neue Arbeitsweise

Surround Mastering-Engineers werden wahrscheinlich mehr Zeit für ihre Arbeit benötigen. Die Zeiten, in denen nur Kompression oder E-Qing auf einer einzigen Stereospur angewendet wurde, sind im Surround-Bereich vorbei. Wenn z.B. eine störende tiefe Frequenz auftaucht, so muss er nun nicht nur Stereoanpassungen vornehmen, sondern den kompletten Surround-Mix darauf abstimmen. Das sind immerhin um 4 Kanäle (inklusive LFE (Subwoofer)-Kanal – Low Frequency Effect Kanal) mehr als bis jetzt!

Ebenso müssen Pegelanpassungen zwischen Front, Rear und Center Lautsprechern vorgenommen werden. Sollte der LFE Pegel nicht passen, so müssen ebenfalls eine Reihe an Anpassungen vorgenommen werden.

Wenn zusätzlich noch Stereoanpassungen vorgenommen, Encoding Parameter, wie Normalisierung und Dynamik-Kompression, eingestellt werden und das Material in verschiedene Formate encodiert wird, so vergrößert das den Arbeitsaufwand um einiges.¹⁴³

¹⁴² Vgl. Owsinski, 2000, S. 98 - 99

¹⁴³ Vgl. Owsinski, 2000, S. 114 - 115

10 Produktion eines Songs

Im folgenden Abschnitt wird gezeigt, wie ein Song generell produziert werden kann.

Freundlicherweise wurde das Rohmaterial für den Titel „Ants In Your Pants“ von der Band „Goat Orchestra“ zur Verfügung gestellt. Das Lied besteht aus folgenden Instrumenten: Schlagzeug, Bass, Gitarre und Keyboard.

Die Arbeitsschritte werden sowohl durch Screenshots, als auch durch Audiodateien, die auf DVD beigelegt sind, dokumentiert.

Zuerst wurde das Rohmaterial in Cubase SX3 arrangiert. Alle Instrumente wurden jeweils auf eine eigene Spur gelegt. Folgende Spuren sind nun vorhanden: keyboard, bass, rhythmguitar, guitar solo, kick, snare, hihat, tom1, tom2, tom3, overheads l, overheads r.

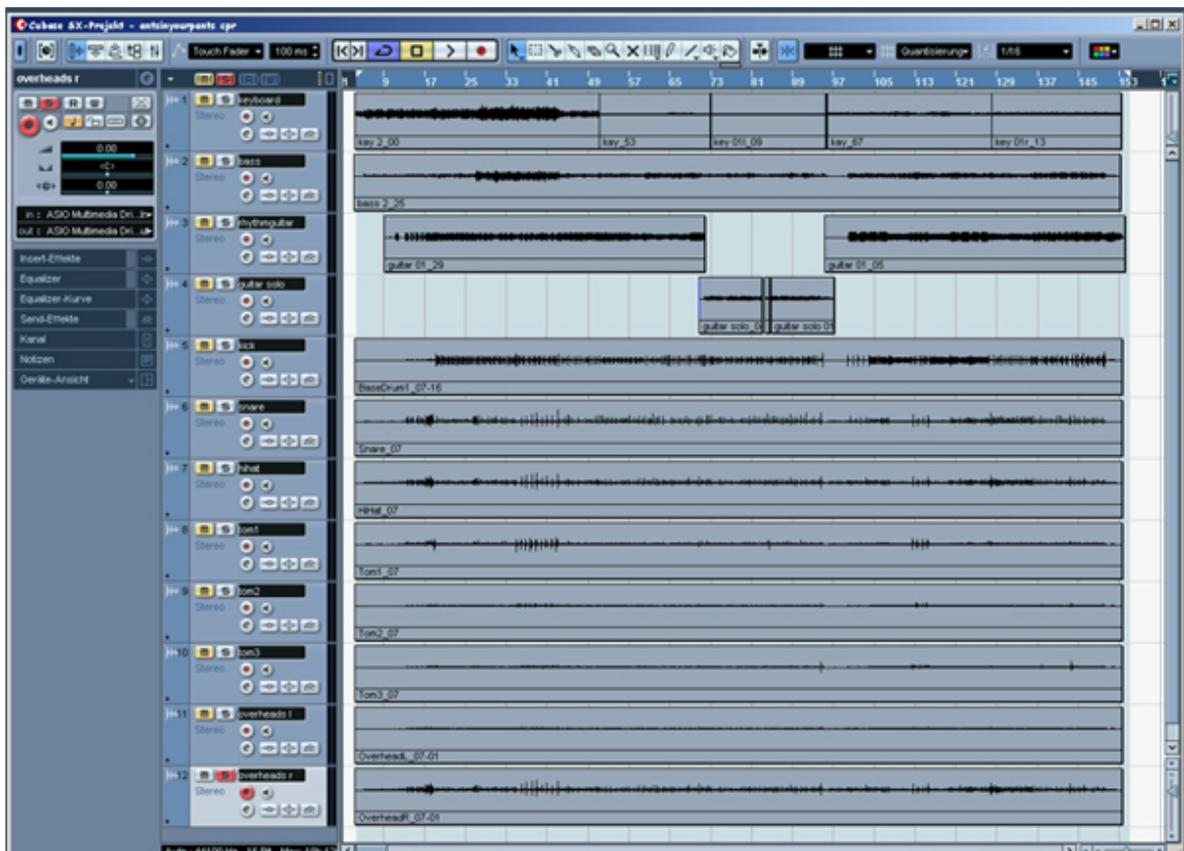


Abbildung 10.1: Cubase SX3-Arrangement

Danach wurde jede der Spur einzeln exportiert, da z.B. die Keyboard-Spur aus mehreren kürzeren Tracks bestand und die Bearbeitung von einem längeren Track einfacher ist.

Die dadurch entstandenen Audiotracks wurden dann in Samplitude V8 Professional importiert.

(Hörbeispiel 1: Rohes Arrangement – antsinyourpantsroh.WAV)

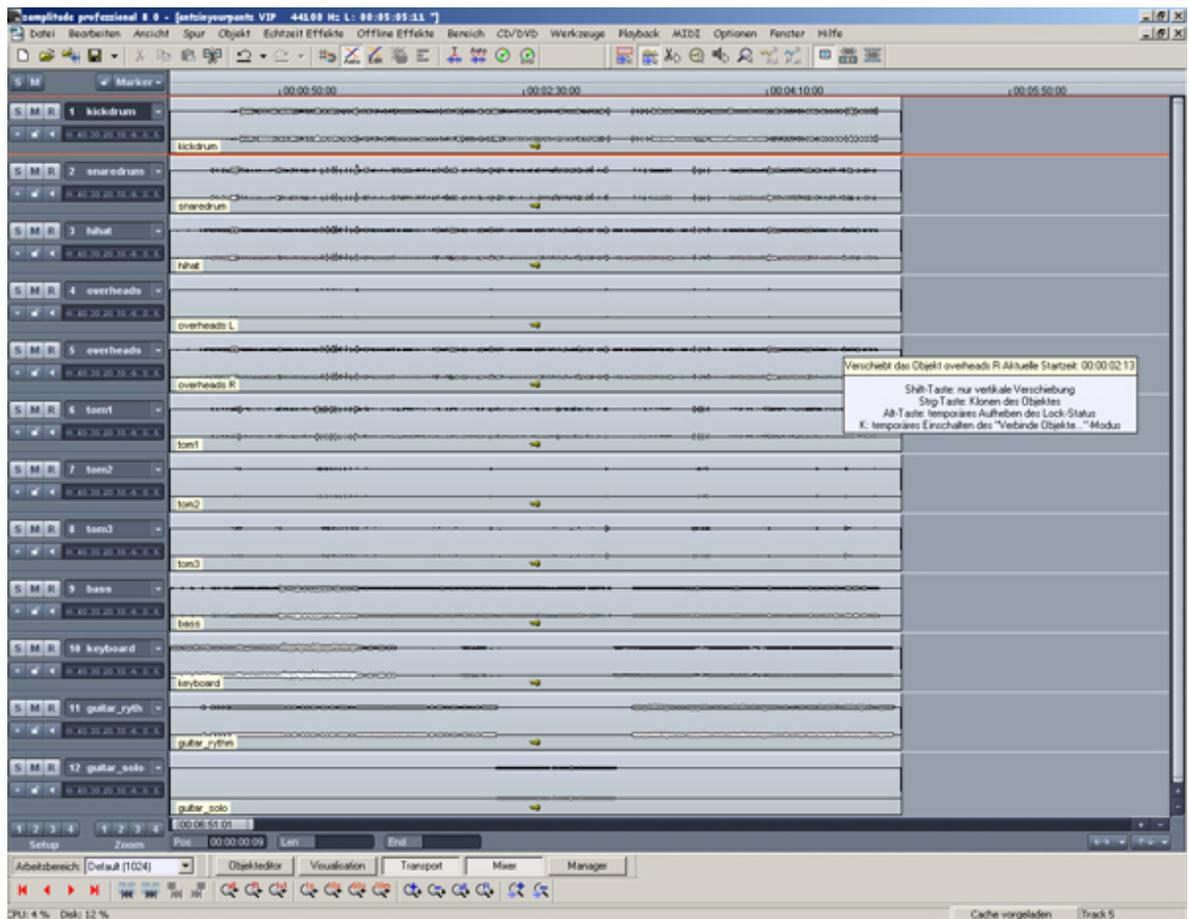


Abbildung 10.2: Samplitude V8 Professional-Arrangement

Ich habe den Mix bei dem Drumset begonnen. Als Erstes wurde ein 6-Band-Equalizer-Plugin von Waves auf die Kickdrumspur gelegt. Ich habe dies auch gleich bei allen anderen Spuren gemacht, da ich ihn

voraussichtlich überall verwendet werde. Die meisten verwendeten Plugins sind von der Waves Plugin Serie, da sie sehr gut sind und fast alle benötigten Werkzeuge darin vorhanden sind.

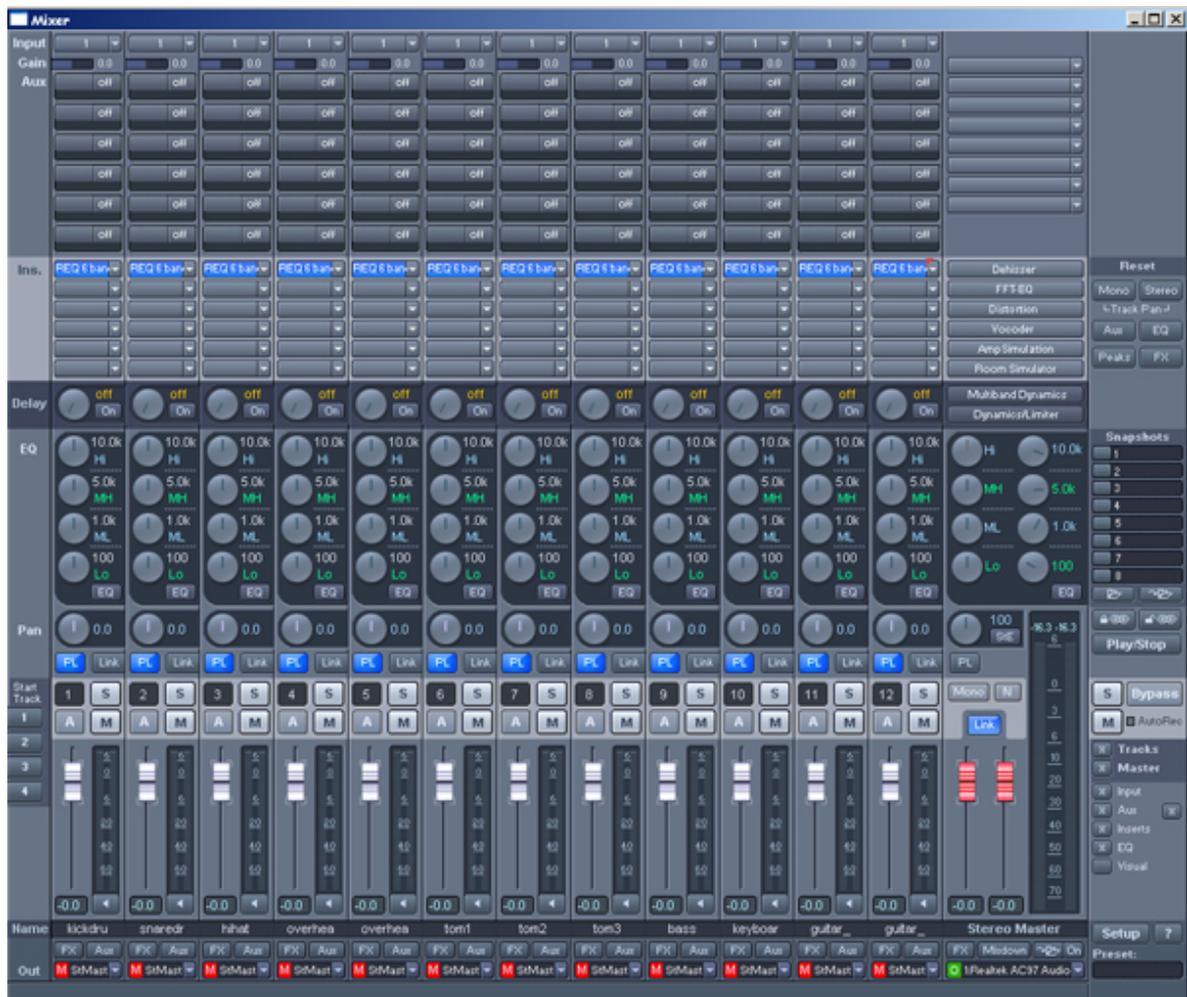


Abbildung 10.3: Mixer mit Waves REQ 6 bands auf allen Spuren

Im Rohmaterial klingt die Kickdrum sehr dumpf und seicht. Damit sich die anderen Instrumente – vor allem der Bass – besser entfalten können, muss im Frequenzspektrum der Kickdrum etwas aufgeräumt und Platz geschaffen werden.

Damit meine Ohren nicht zu schnell ermüden, habe ich einen kurzen Kick-Loop laufen lassen und dann das Audiosignal bei 50 Hz um 3,6 dB mit einem Q-Wert von 1,34 verstärkt. Bei ca. 4,4 kHz hob ich um

3,5 dB an, damit die Kickdrum nicht zu dumpf klingt. Bei 400 Hz senkte ich um 7,6 dB ab und erhielt so einen saubereren Klang. Zuletzt habe ich noch bei ca. 21,3 kHz um 4,1 dB abgesenkt, um in den höheren Frequenzen etwas Dämpfung zu bekommen.



Abbildung 10.4: Waves REQ 6 bands auf der Kickdrumspur

Danach habe ich versucht, der Kickdrum mit einem Kompressor etwas mehr Druck zu verleihen. Bei einer Ratio von ca. 3:1 habe ich den Thresholdwert so eingestellt, dass 3 – 4 dB gewonnen werden.

Mit der Attackzeit von 10 ms und einer Release von 55 ms bekommt das Ganze etwas mehr Punch. Der Radio-Button Elector ist deswegen aktiviert, um der Kick etwas mehr Wärme zu geben und sie noch fetter klingen zu lassen.

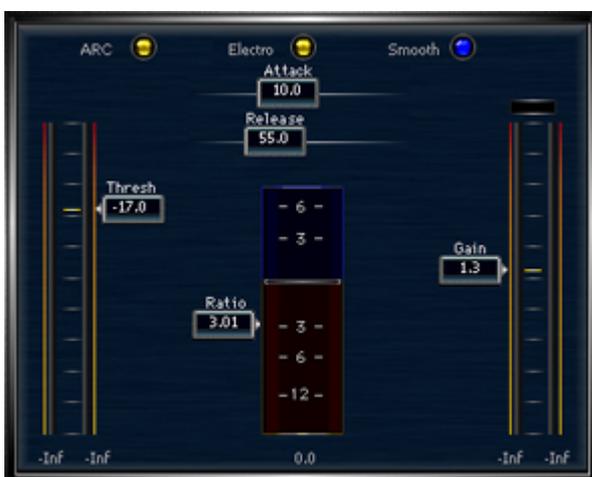


Abbildung 10.5: Waves RComp auf der Kickdrumspur

Zuletzt fügte ich der Kickdrum noch etwas Hall hinzu.



Abbildung 10.6: Waves RVerb auf der Kickdrumspur

Der Reverb Typ Plate bringt ein dichteres Signal. Predelay wurde auf 0 ms gesetzt, um das Echo nicht nach hinten zu schieben. So ist die Kick im Klangbild etwas weiter vorne und näher am Hörer positioniert, wobei hier auch der relativ kleine Time-Wert (=Nachhallzeit) von 0,84 ms Einfluss darauf hat.

Die Size habe ich so eingestellt, dass der Eindruck erzeugt wird, dass in einem kleineren Raum gespielt wird. Außerdem habe ich im Reverb EQ den Bassanteil etwas abgesenkt und anhand des Wet/Dry-Reglers dafür gesorgt, dass nur wenig Effekt hinzugefügt wird.

(Hörbeispiel 2: Kickdrum unbearbeitet – kickdrumroh.WAV)

(Hörbeispiel 3: Kickdrum nach Bearbeitung – kickdrum_FINAL.WAV)

Als nächstes bearbeitete ich die Snaredrum. Sie benötigt mehr Höhen um schöner zu klingen. Deswegen habe ich die höheren Frequenzen um ungefähr 4 dB angehoben. Sie klingt dadurch heller, klarer und präziser im Klang.

Außerdem war es notwendig, unnötige Bassanteile wegzufiltern und bei 400 Hz das Signal um ca. 9 dB bei einem Q-Wert von 1,5 abzusenkten. Dadurch wurde der Sound etwas klarer.



Abbildung 10.7: Waves REQ 6 bands auf der Snaredrumspur

Ebenso, wie bei der Kickdrum, wurde der Snare mit einem Kompressor mehr Punch gegeben.

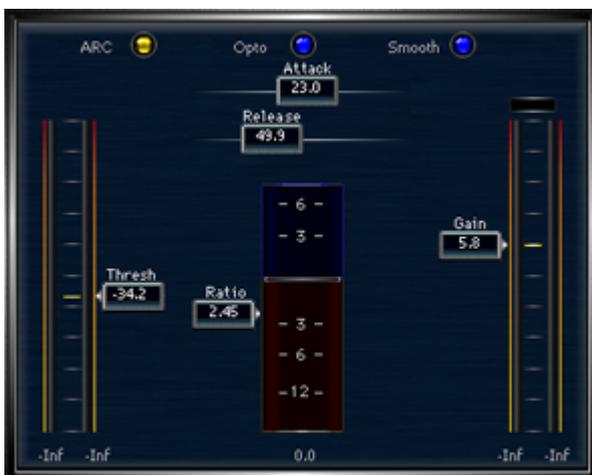


Abbildung 10.8: Waves RComp auf der Snaredrumspur

Bei höheren Attack- und Release-Werten wäre die Snaredrum zu sehr im Vordergrund gestanden, bei weniger wäre sie etwas unter gegangen.

Bei der Snare verwendete ich ebenfalls etwas Hall. Die eingestellten Werte sind ähnlich wie die der Kickdrum, bis auf den Predelay-Wert. Hier habe ich ihn auf 15 ms gesetzt, um den Sound etwas klarer zu machen, was bei der Snaredrum auf alle Fälle wichtiger ist, als bei der Kickdrum.



Abbildung 10.9: Waves RVerb auf der Snaredrumspur

(Hörbeispiel 4: Snare unbearbeitet – snareroh.WAV)

(Hörbeispiel 5: Snare nach Bearbeitung – snare_FINAL.WAV)

Die HiHat war mir etwas zu dumpf. Mir fehlten die Höhen und der Glanz. Deswegen wurden die hohen Frequenzen angehoben. In den Bässen konnte natürlich stark abgesenkt werden.



Abbildung 10.10: Waves REQ 6 bands auf der HiHatspur

(Hörbeispiel 6: HiHat unbearbeitet – hihatroh.WAV

Hörbeispiel 7: HiHat nach Bearbeitung – hihat_FINAL.WAV)

Danach habe ich alle Spuren des Drumsets auf einen Bus geroutet. Es ist praktisch mit dieser Gruppenspur die Drums auf einmal muten oder auf Solo schalten zu können.

Die Overheads haben sehr ähnliche Einstellungen. Auf beide Spuren wurden ein Equalizer und ein Limiter gelegt.

Ich habe die Höhen etwas angehoben, um die Hihat und Becken zu unterstützen und so mehr Präsenz in den hohen Frequenzen zu gewinnen. Zusätzlich habe ich wegen dem Übersprechen von Overheads und Snaredrum etwas Raum geschaffen.



Abbildung 10.11: Waves REQ 6 bands auf der Overhead R-Spur

Beide Spuren waren zu dynamisch, deswegen habe ich einen Limiter eingesetzt, um 2-3 dB zu gewinnen.



Abbildung 10.12: Waves L2 auf der Overhead R-Spur

Zuletzt habe ich die Overheads auf ungefähr 9 und 3 Uhr nach links und rechts geregelt, um einen besseren Stereoeindruck zu bekommen.

(Hörbeispiel 8: Overheads unbearbeitet – overheadsroh.WAV)

Hörbeispiel 9: Overheads nach Bearbeitung – overheadst_FINAL.WAV)

Bei den Toms wurden, wie bei den Overheads, die gleichen Einstellungen vorgenommen.

Anhebungen brachten einen klareren Sound und Absenkungen etwas mehr Platz für andere Instrumente.



Abbildung 10.13: Waves REQ 6 bands auf den Tomspuren

Um die Dynamik in den Griff zu bekommen, wurde wieder ein Kompressor eingesetzt.

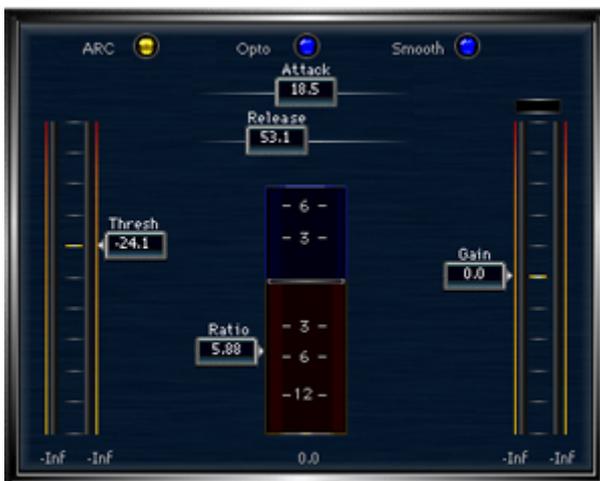


Abbildung 10.14: Waves RComp auf den Tomspuren

Abschließend machte ich die Tomspuren noch etwas leiser und regelte Tom1 auf ungefähr 9 Uhr, Tom2 blieb auf 12 Uhr stehen, und Tom3 auf ungefähr 3 Uhr.

Hier noch einmal die Panning-Einstellungen im Mixer bei den Overheads und Toms:



Abbildung 10.15: Panning-Einstellungen im Mixer

(Hörbeispiel 10: Toms unbearbeitet – tomsroh.WAV)

Hörbeispiel 11: Toms nach Bearbeitung – toms_FINAL.WAV)

Auf den Drums-Bus habe ich jetzt einen Multibandkompressor und ein bisschen Hall gelegt.

Das „Basic multi“-Preset des Waves C4 Multibandkompressors wurde ein bisschen modifiziert und noch mehr Punch erreicht.



Abbildung 10.16: Waves C4 auf dem Drums-Bus

Der Hall brachte weitere Präsenz.

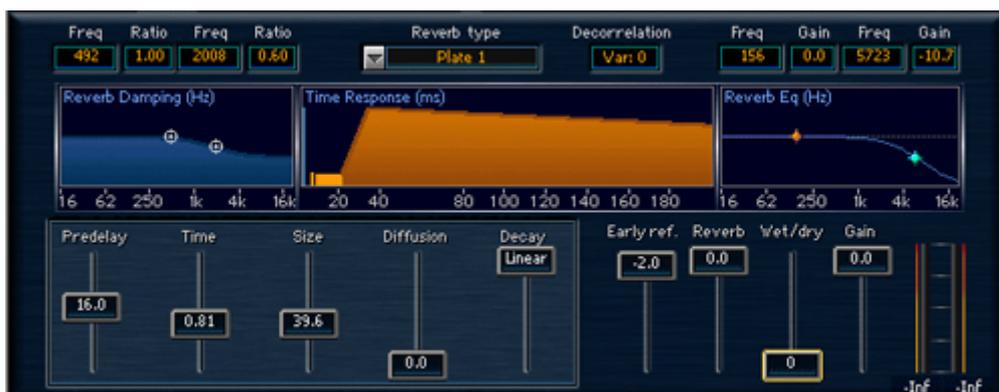


Abbildung 10.17: Waves RVerb auf dem Drums-Bus

(Hörbeispiel 12: Drums-Bus unbearbeitet – drumsbusroh.WAV)

Hörbeispiel 13: Drums-Bus nach Bearbeitung – drumsbus_FINAL.WAV)

Bei Bass war es wichtig etwas Platz zu schaffen – vor allem für die Kickdrum. Deswegen wurde das Signal bei 50 Hz um 7,8 dB leiser gemacht. Eine Spektralanalyse zeigte, dass in den hohen Frequenzen genügend Raum für die anderen Instrumente vorhanden sein sollte.



Abbildung 10.18: Waves REQ 6 bands auf der Basspur

Dann legte ich einen Limiter auf die Spur, mit dem wieder ungefähr 3 dB an Lautheit gewonnen wurden.



Abbildung 10.19: Waves L2 auf der Basspur

(Hörbeispiel 14: Bass unbearbeitet – bassroh.WAV)

Hörbeispiel 15: Bass nach Bearbeitung – bass_FINAL.WAV)

Da auf der Keyboardspur bereits Effekte vorhanden waren, habe ich sie unbearbeitet gelassen.

Die rhythmische Gitarre wurde bei 142 Hz und bei ca. 3,3 kHz um 6,5 bzw. 3,6 dB lauter gemacht. Absenkung erfolgte bei ca. 890 Hz und bei 80 Hz.



Abbildung 10.20: Waves REQ 6 bands auf der Guitar_Rythm-Spur

In diesem Moment ist mir aufgefallen, dass sich Bass und Rhythm-Guitar immer noch zu sehr im Weg stehen. Daraufhin habe ich einen 4-Band-Equalizer auf Bass- und Gitarrenspur gelegt. Damit habe ich das eine Instrument bei 3,8 kHz links angehoben, rechts um denselben Wert abgesenkt, und das Andere auf derselben Frequenz umgekehrt bearbeitet. So erreichte ich eine etwas bessere Aufteilung der beiden Instrumente.



Abbildung 10.21: Waves REQ 4 bands auf der Guitar_Rythm-Spur



Abbildung 10.22: Waves REQ 4 bands auf der Bassspur

(Hörbeispiel 16: Gitarre und Bass unbearbeitet – gitarrebassroh.WAV
 Hörbeispiel 17: Gitarre und Bass nach Bearbeitung –
 gitarrebass_FINAL.WAV)

Zuletzt wurde der Gitarrenspur wieder Hall hinzugefügt.

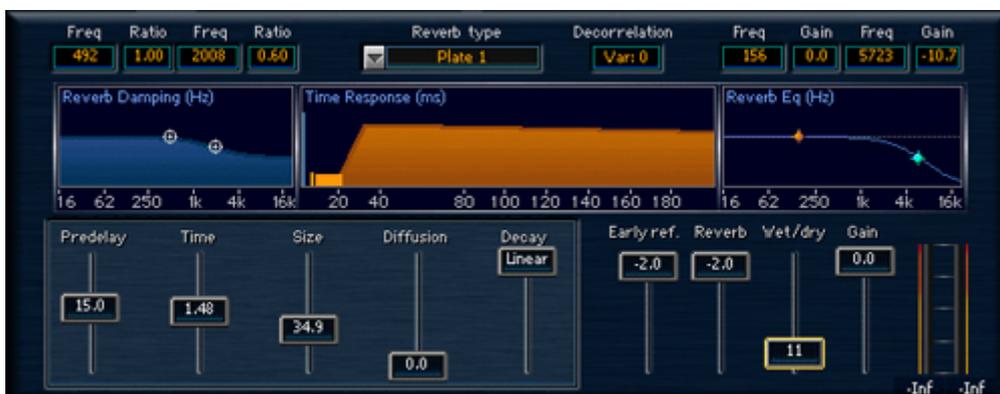


Abbildung 10.23: Waves RVerb auf der Guitar_Rhythm-Spur

(Hörbeispiel 18: Rhythm-Gitar unbearbeitet –rhythm_guitarroh.WAV
 Hörbeispiel 19: Rhythm-Gitar nach Bearbeitung –
 rhythm_guitar_FINAL.WAV)

Auf die Spur der Solo-Gitarre habe ich zuerst einen 6-Band-Equalizer gelegt, charakteristische Mitten- und Höhenfrequenzen angehoben und bei 40 Hz um 9 dB abgesenkt.



Abbildung 10.24: Waves REQ 6 bands auf der Guitar_Solo-Spur

Mit dem anschließend hinzugefügten Hall wurde sie im Gesamtbild positioniert.

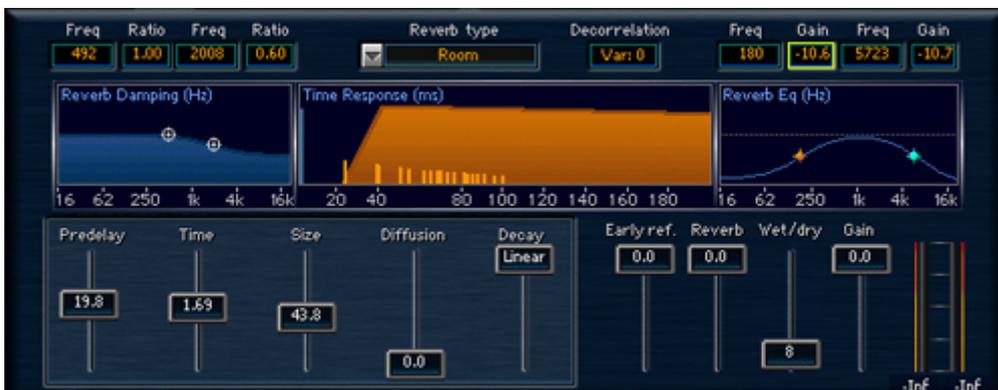


Abbildung 10.25: Waves RVerb auf der Guitar_Solo-Spur

Ein Limiter brachte noch einen Lautheitsgewinn von ca. 3 dB.



Abbildung 10.26: Waves L2 auf der Guitar_Solo-Spur

Als nächstes habe ich das Gitarren-Solo auf dem rechten Kanal um 12 ms verzögert.



Abbildung 10.27: Abyss Imager auf der Guitar_Solo-Spur

Das Solo war nicht außerdem nicht im Takt gespielt, also habe ich die Spur etwas zerstückelt, um die Gitarre manuell, so gut es ging, an den Takt anzupassen.

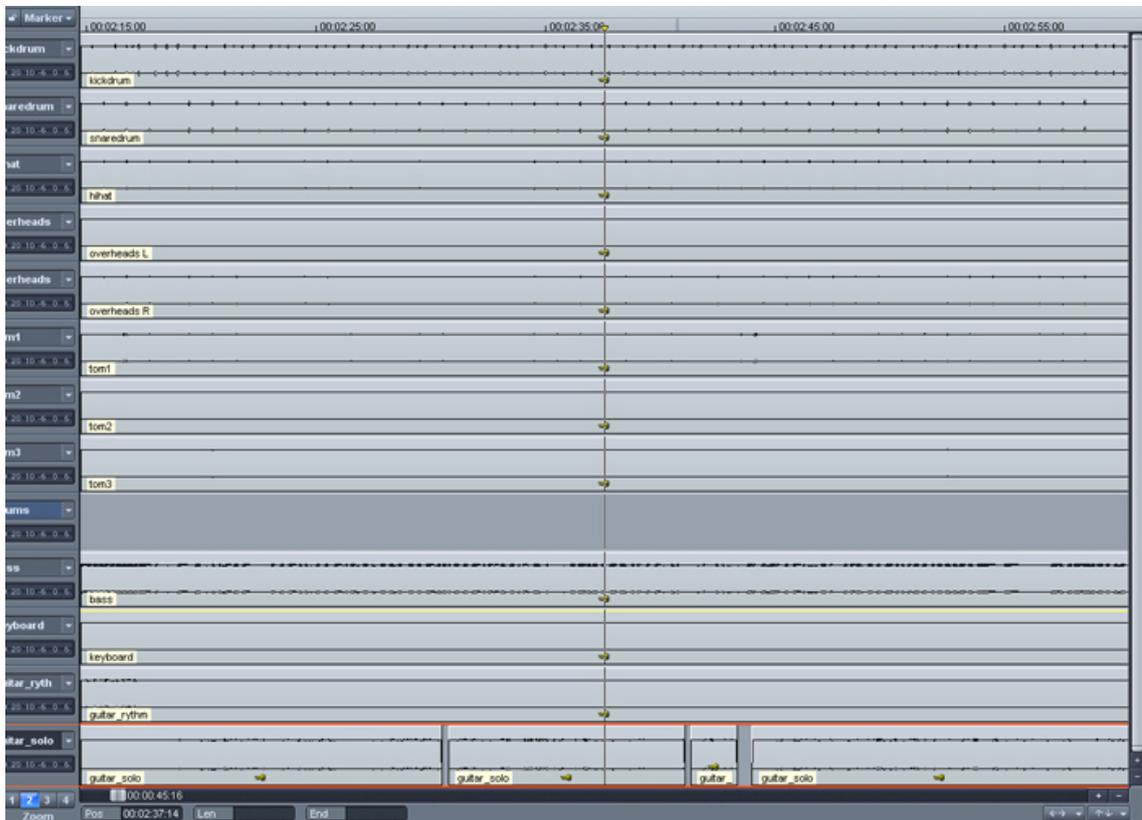


Abbildung 10.28: Zerstückelte Guitar_Solo-Spur ganz unten im Arrangement

(Hörbeispiel 20: Gitarre-Solo unbearbeitet – sologuitarroh.WAV)

(Hörbeispiel 21: Gitarre-Solo nach Bearbeitung – sologuitar_FINAL.WAV)

Da die Lautstärke des Keyboards sehr schwankt, wurde die Volume-Kurve der Keyboardspur – wenn es nötig war – ans Maximum angehoben.

Zuletzt habe ich den Track noch gemastert, um noch etwas an Lautheit und Glanz zu gewinnen.

Dafür habe ich einen Multiband-Kompressor, einen 6-Band-Equalizer und einen Breitband-EQ an den Ausgang gelegt.

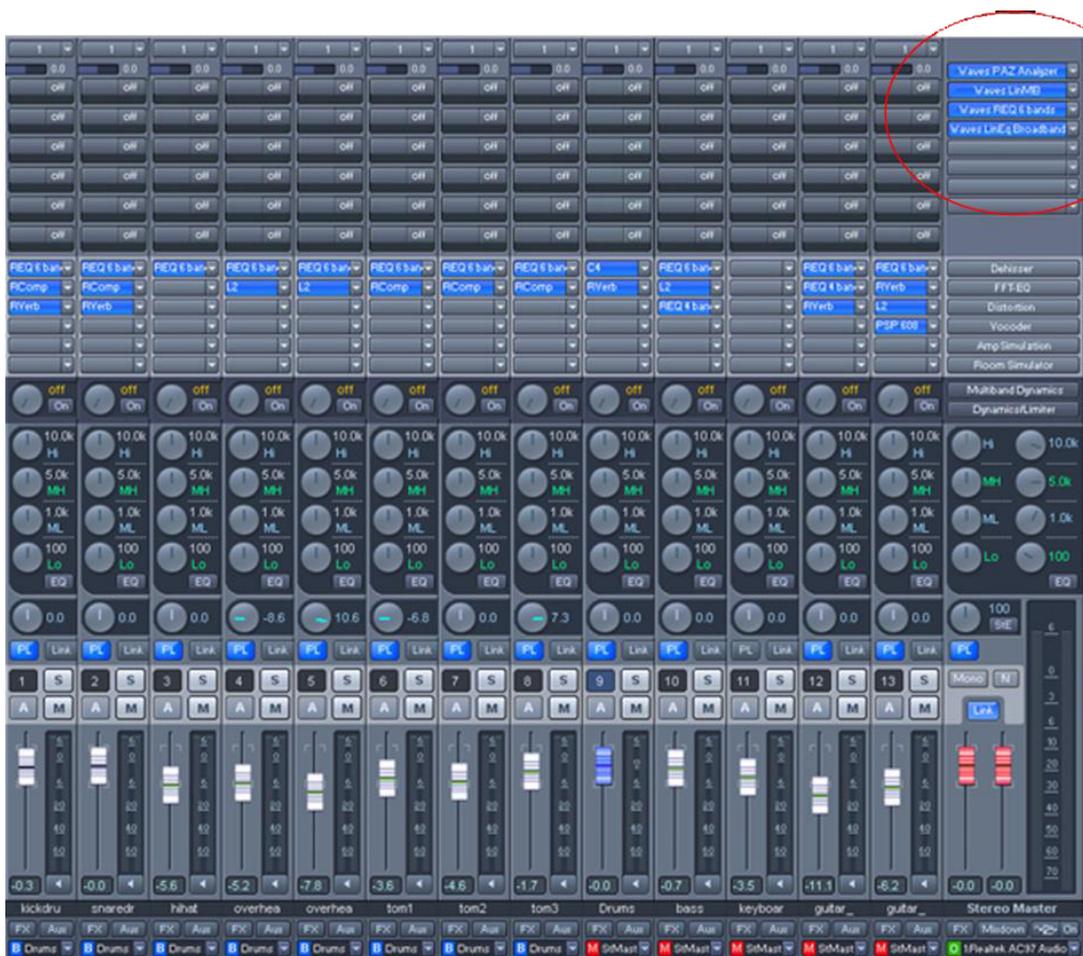


Abbildung 10.29: Plugins am Ausgangskanal des Mixers

Mit dem Multiband-Kompressor wurde noch ein wenig an Lautheit gewonnen. Ich habe dazu das Preset „Upward Comp +3 dB“ des Waves LinMB etwas verändert.



Abbildung 10.30: Waves LinMB auf dem Ausgangskanal

Der „normale“ 6-Band-Equalizer hebt die tiefen Frequenzen fast unmerklich an.



Abbildung 10.31: Waves REQ 6 bands auf dem Ausgangskanal

Als Letztes werden dem ganzen Track noch etwas mehr Tiefe und Glanz verliehen, indem ich den Waves LinEQ Broadband hinzufügte.

Dieses Plugin ist, wie auch das Waves LinMB, ein auf Mastering spezialisiertes Werkzeug. Ich habe damit Höhen und Bässe leicht angehoben.



Abbildung 10.32: Waves LinEQ auf dem Ausgangskanal

(Hörbeispiel 22: Fertiger Track – antsinyourpants_FINAL.WAV)

Anhang

Anhang A: Literatur- und Quellenverzeichnis

Bieger, Hannes (2005): Der Mixdown – finaler Arbeitsschritt im Produktionsstudio. In: Keyboards, Recording & Computer, Mai 2005, S. 18-33

<http://www.coverinfo.de/main.php>, 22. 8. 2006

<http://de.wikipedia.org/wiki/DeEsser>, 11. 8. 2006

http://de.wikipedia.org/wiki/Digital_Audio_Tape, 5. 8. 2006

<http://de.wikipedia.org/wiki/ISRC>, 7. 8. 2006

http://de.wikipedia.org/wiki/Geh%C3%B6rrichtige_Lautst%C3%A4rke, 4. 8. 2006

<http://de.wikipedia.org/wiki/Limiter>, 11. 8. 2006

<http://de.wikipedia.org/wiki/Transienten>, 26. 8. 2006

Owsinski, Bobby (2006): The Mixing Engineer's Handbook. Second Edition, Artistpro.com

Owsinski, Bobby (2000): The Mastering Engineer's Handbook. Artistpro.com

Raffaseder, Hannes (2002): Audiodesign, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag

Sandmann, Thomas (1998): Kleider machen Leute, Mix & Arrangement – Die Arbeit am Mischpult. In: Keys, Magazin für Musik und Computer, November 1998

Sandmann, Thomas (1999): Budenzauber, Die Parameter digitaler Hallgeräte. In: Keys, Magazin für Musik und Computer, März 1999

Tischmeyer, Friedemann (2006): Audio-Mastering mit PC-Workstations, Wizoo Publishing GmbH.

Anhang B: Abbildungsverzeichnis

Kapitel 2

Abbildung 2.1: <http://www.tischmeyer-mastering.de/pwde/content.asp?id=31&subid=36&sound=1>

Abbildung 2.2:

<http://www.mcs.csu Hayward.edu/~tebo/Classes/4850/Audio/FletcherMunson.gif>

Kapitel 10

Abbildung 10.1: Verfasser, Steinberg Cubase SX3 Screenshot

Abbildung 10.2 – 10.32: Verfasser, Magix Samplitude V8 Professional Screenshot

Anhang C: Danksagung

Ich möchte an dieser Stelle allen Personen danken, welche maßgeblich an der Entstehung dieser Arbeit beteiligt waren.

Ich danke meinen Eltern, die mir dieses Studium überhaupt ermöglicht haben und viel Geduld gezeigt haben, meiner Schwester, die sich nach dem Studiumswechsel sehr loyal gezeigt hat, und meiner Freundin Nina, die viel Geduld aufgebracht hat, um mich zu motivieren und zu jeder Zeit hinter mir gestanden und mich in jeglicher Form unterstützt hat.

Weiters vielen Dank an Lukas Böck, der mir mit Rat und Tat zur Seite stand, und mir half, mich in dieses Thema einzuarbeiten.

Ebenfalls zu Dank verpflichtet bin ich Yoshi Strick und der Band „Goat Orchestra“, die so freundlich waren und mir einen ihrer Songs zur Verfügung stellten.

Last, but not least, Dank auch an DI Hannes Raffaseder, der mir ebenfalls immer unterstützend zur Seite stand.

Anhang D: Glossar

5.1 Ein Lautsprechersystem, das aus drei Boxen vorne, zwei Boxen hinten, und einem Subwoofer, besteht.

AIFF Siehe Kapitel 6.2.1.2 „AIFF (Audio Interchange File Format)“, S. 67

A/D Analog nach digital Konverter.

Artefakte Artefakte können in jedem Produktionsschritt entstehen – egal ob analog oder digital. Sie sind unerwünschte Anomalien oder Störungen in der Audiodatei.

Attack Siehe Kapitel 7.6.1.1.1 „Die wichtigsten Parameter eines Kompressors“, S. 78

Bandbreite ist die Datenmenge, die über ein bestimmtes Medium in einer bestimmten Zeit übertragen werden kann.

Bandflussnorm Die am weitesten verbreiteten Normen sind IAC und NAB. Dabei handelt es sich um eine spektrale Entzerrung, die die unlineare Bändergleichung auszugleichen versucht, hohe Töne mit weniger Energie aufzeichnen zu können als tiefe.

Bitrate Die Übertragungsrate eines digitalen Systems.

Bus Signalpfad

Brummen Tieffrequentes Brummen kann mit einem steilflankigen Highpass, einem parametrischen Notch-Filter, oder einem Denoiser, mit passendem Fingerprint, entfernt, oder zumindest gemindert werden.

Click = Klick Clicks sind impulsartige Artefakte mit relativ kurzer Dauer und hohem Pegel. Sie treten in der Regel unregelmäßig auf.

Codec = Compressor/Decompressor Ein Codec ist ein Software-Algorithmus, der bestimmte Dateiformate en- und decodiert.

Crackle = Knistern Ebenfalls Artefakte, die meist kontinuierlich, z.B. beim Abspielen von Schallplatten, auftreten. Sie haben einen geringeren Pegel, aber eine höhere Dichte als Clicks. Knistern ist eine direkte Folge der Abnutzung und Verschmutzung der Schallplattenrillen.

D/A Digital nach analog Konverter.

DAT = Digital Audio Tape Billiges, digitales Audioformat, das 4 mm Band verwendet.

Datenkomprimierung Siehe Kapitel 6.3 „Datenkomprimierung“, S. 68

DAW = Digital Audio Workstation Ein Computer, mit dem mit der geeigneten Hard- und Software Audiodaten digitalisiert und bearbeitet werden können.

DDP Siehe Kapitel 4.6 „DDP“, S. 47

Decay Die Zeit, die ein Signal benötigt, um unter die Hörbarkeitsgrenze zu fallen.

Delay Eine Art eines Signalprozessors, der deutliche Echos eines Signals erzeugt.

Dithering Siehe Kapitel 3.3 „Dithering“, S. 36

Dolby Digital Siehe Kapitel 6.3.1.5 „Dolby Digital“, S. 69

DSP = Digital Signal Processing Verarbeitung im digitalen Bereich, meistens von bestimmten Mikroprozessoren.

DTS Siehe Kapitel 6.3.1.6 „DTS Coherent Acousitcs“, S. 70

Equalizer Siehe Kapitel 7.6.2 „Equalizer“, S. 82

Fingerprint = Fingerabdruck oder Signatur Eine kurze, charakteristische Probe des Hintergrundrauschens, welches aus einem Audiosignal entfernt werden soll, bezeichnet man als Fingerprint. Es sollte kein Nutzsignal enthalten zwischen 10 und 3 000 ms lang sein. Sie werden

am Anfang, Ende, oder einer leisen Stelle des Ausgangsmaterials entnommen. Sollten keine geeigneten Fingerprints erstellt werden können, kann auf Rauschlibrarys oder auf Rauschgeneratoren zurückgegriffen werden.

Flanging Siehe Kapitel 6.1.4.2 „Flanging“, S. 61

Fletcher-Munson-Kurve Siehe Kapitel 2.4.1 „Fletcher-Munson-Kurve“, S. 25

Glitches = *Störimpulse sehr kurzer Dauer* sind kurze Klick-Geräusche, die in Audiodateien vorkommen können, auch wenn sie nicht von Schallplatte überspielt wurden. Sie entstehen durch Jitter oder unsynchronisierten Digitalüberspielungen und dürfen nicht mit Clicks verwechselt werden. Declicker eignen sich eher nicht zu ihrer Entfernung, da sie durch den Pegelversatz in Folge von „fallen gelassenen“ Samples verursacht werden.

Groove ist der Takt eines Liedes, und wie die Instrumente dynamisch mit ihm „atmen“.

Headroom Dynamischer Bereich zwischen dem normalen Betriebspegel und maximalen Output-Pegel, der meistens der Beginn des Clippings ist.

Interpolation Von Interpolation spricht man, wenn Algorithmen herangezogen werden, um beschädigte oder verloren gegangene Audio-daten anhand von umliegenden Daten zu rekonstruieren.

Jitter Siehe Kapitel 3.4 „Jitter“, S. 37

Kammfiltereffekt Siehe Kapitel 2.1.2 „Lautsprecheraufstellung“, S. 18

LFE = Low Frequency Effects Channel Ein LFE wird bei verschiedenen Mehrkanal-Tonsystemen dazu verwendet, niederfrequente Töne, die vom menschlichen Ohr nicht lokalisiert werden können, zu übertragen. Aufgrund seiner begrenzten Bandbreite wird er nicht als voller Kanal dazugezählt, sondern in der Bezeichnung wird ein .1 angehängt (z.B. 5.1).

LPCM Siehe Kapitel 6.2.1.1 „LPCM (Linear Pulse Code Modulation)“, S. 67

MLP Siehe Kapitel 6.3.2.1 „MLP (Meridian Lossless Packing)“, S. 70

Mute Ein/Aus-Schalter

PMCD Siehe Kapitel 4.5 „PMCD“, S. 47

Predelay Siehe Kapitel 6.1.4.1 „Hall, Delay und Predelay“, S. 60

Q Bandbreite eines Filters oder Equalizers

Ratio Siehe Kapitel 7.6.1.1.1 „Die wichtigsten Parameter eines Kompressors“, S. 78

Redbook Siehe Kapitel 4.1.1 „Redbook“, S. 43

Release Siehe Kapitel 7.6.1.1.1 „Die wichtigsten Parameter eines Kompressors“, S. 78

Reverb = Hall Eine Art eines Signalprozessors, der den räumlichen Sound einer Umgebung erzeugt.

Pumpen Wenn der Pegel eines Mixes ansteigt und dann zusehends absinkt. Pumpen entsteht durch die unpassenden Einstellungen der Attack- und Release – Zeiten in einem Kompressor.

Punch beschreibt die Qualität des Sounds, wenn er sehr druckvoll ist.

SRC = Sample Rate Conversion Konvertierung der Samplerate

Subwoofer Ein niedrigfrequentiger Lautsprecher mit einem Frequenzbereich von ca. 25 Hz bis 120 Hz. Siehe Kapitel 2.1.1.6 „Subwoofer“, S. 17

Threshold Siehe Kapitel 7.6.1.1.1 „Die wichtigsten Parameter eines Kompressors“, S. 78

Transienten Siehe Kapitel 7.9.2 „Zu wenig Räumlichkeit im Mix“, S. 92

Verlustbehaftete Kompression Siehe Kapitel 6.3.1 „Verlustbehaftete Codecs“, S. 68

Verlustfreie Kompression Siehe Kapitel 6.3.2 „Verlustfreie Codecs“, S. 70

Wave Siehe Kapitel 6.2.1.3 „Wave (Waveform Audio)“, S. 67