

Bachelorarbeit
im Studiengang Audiovisuelle Medien

Postproduktion von Popmusik

- Möglichkeiten und deren Wirkung -

vorgelegt von Rawand Ahmad
Matrikelnummer 15757

an der Hochschule der Medien Stuttgart

im Februar 2008

Erstprüfer: Prof. Oliver Curdt
Zweitprüfer: Dipl. Ing. Adrian von Ripka

Abstract

Die digitale Postproduktion bei Popmusik hat sich mit der Weiterentwicklung der Aufnahmesysteme zu einem eigenständigen, kreativen Teil der Tontechnik entwickelt.

Während dem professionellen Hörer diese Entwicklung bewusst ist, wird der durchschnittliche Musikkonsument mit diesen neuartigen Technologien auf unbewusste Weise konfrontiert.

Durch die Aktualität des Themas und ständige Neuentwicklungen auf dem Markt, ist die Forschung in diesem Bereich jedoch noch nicht weit fortgeschritten.

Diese Arbeit soll einerseits technische Zusammenhänge und die Arbeitsweise bei der Postproduktion erläutern, andererseits sollen die verschiedenen Wirkungen auf die Musikkonsumenten aufgezeigt und durch einen Hörversuch belegt werden.

Hiermit versichere ich, meine Bachelorarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel herangezogen zu haben.

Ort, Datum

Rawand Ahmad

Danksagungen

Diese Arbeit konnte nur mit der Unterstützung von mehreren Seiten realisiert werden, wofür ich meine Dankbarkeit aussprechen möchte.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Oliver Curdt für die intensive Betreuung dieser Arbeit. Sein fundiertes Feedback und seine Anregungen halfen mir bei der Entwicklung und Durchführung dieser Arbeit sehr weiter.

Ich bedanke mich auch bei Herrn Dipl. Ing. Adrian von Ripka, sich als Zweitprüfer für diese Arbeit zur Verfügung zu stellen.

Des Weiteren möchte ich Dipl. Ing. Jörg Bauer, technischer Angestellter des AM-Tonstudios an der Hochschule der Medien, für die Bereitstellung der Studioräume danken.

Ich danke auch allen Helfern und Probanden, die mir durch ihre Hilfe viele Wege erleichtert haben.

Ich möchte mich auch herzlich bei den Musikern der Band „Was Bleibt“ bedanken, die mir ihren Titel „Wiesbaden ist New York“, ihre Zeit und Geduld für die Aufnahmen zum praktischen Teil der Arbeit zur Verfügung stellten.

Der größte Dank gilt meinen Eltern Azad Ahmad und Narmin Quadir, die mich während dem gesamten Studium unterstützt und gefördert haben und meiner Freundin Tatjana Lorenz, die mir stets die nötige Kraft und den Rückhalt bot, der mich zum Schreiben dieser Arbeit befähigte.

Rawand Ahmad

Ostfildern, im Februar 2008

1. Einleitung.....	8
2. Die Entwicklung der Schnittsysteme.....	9
2.1 Die Schallplatte.....	9
2.2 Analogbandtechnik.....	10
2.3 Digitalbandtechnik.....	15
2.4 Plattengestützte Schnittsysteme.....	17
2.5 Heutige Schnittsysteme.....	19
3. Der Produktionsprozess.....	21
3.1 Aufbau und Signalfluss im HdM-Tonstudio.....	23
3.1.1 Verschiedene Aufnahmeverfahren.....	23
3.1.2 Der Signalfluss.....	24
3.1.3 Exkurs: Einsatz des Übertragungsformates MADI.....	27
3.2 Klangästhetik bei der Mikrofonauswahl.....	28
3.2.1 Mikrofonierung Schlagzeug.....	29
3.2.2 Mikrofonierung Bass.....	32
3.2.3 Mikrofonierung Akustikgitarre.....	33
3.2.4 Mikrofonierung E-Gitarre.....	33
3.2.5 Mikrofonierung Gesang und Chorstimmen.....	35
4. Die Postproduktion.....	36
4.1 Auswahl der Takes.....	36
4.2 Spurensäuberung.....	37
4.3 Audioquantisierung	38
4.3.1 Erkennung der Audiosignale.....	38
4.3.2 Quantisierung nach Raster.....	40
4.3.3 Quantisierung nach Groovemap.....	42
4.3.4 Genrespezifischer Einsatz von Audioquantisierung.....	43

4.4 Tonhöhenkorrektur.....	44
4.4.1 Technischer Hintergrund zur Tonhöhenkorrektur.....	44
4.4.2 Vorbereitungen für die Tonhöhenkorrektur.....	47
4.4.3 Quantisierung der Gesangspassagen.....	48
4.4.4 Tonhöhenkorrektur der Gesangspassagen.....	49
4.4.5 Genrespezifischer Einsatz von Tonhöhenkorrektur.....	52
5. Mischung und Mastering.....	53
6. Hörversuche.....	56
6.1 Versuchsaufbau.....	56
6.2 Durchführung.....	57
6.3 Ergebnisse des Hörversuchs.....	59
6.4 Auswertung und Interpretation.....	64
7. Fazit.....	67
8. Begleitende Audio-CD	69
9. Quellennachweise.....	70
9.1 Verzeichnis verwendeter Literatur.....	70
9.2 Verzeichnis der Internetquellen.....	71
9.3 Abbildungsverzeichnis.....	72
10. Anhang.....	73

Abkürzungsverzeichnis und Glossar

AES	Audio Engineering Society
Blob	Spezieller Ausdruck für zusammenhängenden Noten in Melodyne
Bounce	Summieren ausgewählter Spuren, z.B. auf eine Stereo Spur
BPM	Beats Per Minute
CPU	Central Processing Unit
DAW	Digital Audio Workstation
DSP	Digital Signal Processor
MADI	Multi Channel Audio Digital Interface
MIDI	Digitale Schnittstelle für Musikinstrumente
PB	Patchbay
PCM	Pulse-Code-Modulation
Region/Clip	Pro Tools Ausdruck für Teile einer Audiodatei
Takes	Verschiedene Fassungen einer Aufnahme

1. Einleitung

Bei der Produktion von kommerzieller Popmusik werden von den Beteiligten verschiedene Ziele verfolgt, die sich gegenseitig bedingen und ergänzen. Zum einen gilt es eine authentische Performance eines Songs festzuhalten und zum anderen eine Vermarktung innerhalb der Musikindustrie zu gewährleisten. Von beiden Seiten gibt es Anforderungen, die es zu erfüllen gilt, es ist dennoch essentiell, dass Einigkeit besteht und man hierfür an einem gemeinsamen Strang zieht.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit beleuchtet den Produktionsprozess, welcher ein komplexes Gebilde darstellt, bei dem Songwriting, Arrangement, Produktion, Aufnahme und Mischung jeweils eine große Rolle spielen.

Ein stetig wachsendes Teilgebiet, das weder der Mischung, noch der Aufnahme zugeordnet werden kann, ist die Postproduktion von Popmusik.

Sowie eine bestimmte Instrumentierung für Musikgenres charakteristisch sein kann, findet eine zunehmende Identifizierung von einzelnen Genres mit bestimmten Arten der Nachbearbeitung statt. Wenn also die Ziele der Gesamtproduktion, die anfangs definiert wurden, auch innerhalb der Postproduktion unterstützt werden können, kann dies zur Steigerung der Qualität und Authentizität des Produktes führen.

Doch abgesehen von genrespezifischen Anforderungen gilt es, stets die Gesamtaussage im Blick zu behalten und mit keinem der Arbeitsschritte die Vermittlung des Inhalts zum Hörer zu behindern. Die Postproduktion kann also einen großen Einfluss auf das Gesamtbild einer Produktion üben und sich im Zusammenspiel mit anderen Faktoren auch auf weitere absatzorientierte Teile der Produktion auswirken.

Bei den verschiedenen Teilen dieser Arbeit wurde das Ziel verfolgt einen Überblick über gängige Arten der Postproduktion zu schaffen und damit Zugang zum kreativen Einsatz zu ermöglichen.

Anhand einem praktischen Teil, soll der realistische Einsatz von Postproduktionsmethoden untersucht werden. Hierfür wurde im AM-Tonstudio an der Hochschule der Medien eine Produktion des Titels „Wiesbaden ist New York“ mit der Band „Was Bleibt“ durchgeführt und dokumentiert.

Als zusätzliche Komponente wurden Hörversuche durchgeführt, die letztendlich Aufschluss über die Wirkung und somit über den Einsatz bestimmter Arbeitsweisen geben sollen.

Die beiliegende Audio-CD enthält alle im Laufe des praktischen Teils erstellten Versionen des Musikstückes und kann begleitend zu den einzelnen Abschnitten gehört werden.

2. Die Entwicklung der Schnittsysteme

Um das Bewusstsein dafür zu schärfen, dass der Audioschnitt, wie er heute aus Schnittprogrammen bekannt ist, nicht seit Beginn der Schallaufzeichnung existent war, soll dessen Entstehung anfangs erläutert werden. Dabei wird die Geschichte der Schallaufzeichnung dargestellt, die durch Weiterentwicklungen dem Audioschnitt stets neue Möglichkeiten eröffnete und somit auch ein Stück Entstehungsgeschichte des Schnitts ist.

Parallele Entwicklungen im Bereich der Bildaufzeichnung finden in den folgenden Abschnitten keine Erwähnung.

2.1 Die Schallplatte

Bereits im Jahre 1878 legte *T.A. Edison* den Grundstein für die Erfindung der Schallplatte. Er entwickelte das erste mechanische Aufnahmeverfahren, bei dem man mit einem Drehzylinder aus Wachs, dem *Phonograph*, erste Sprachaufnahmen in geringer Tonqualität reproduzieren konnte. Diese Idee wurde von *Emil Berliner* weitergeführt, welcher mit der Einführung des *Grammophons* 1887, die Vervielfältigungsmöglichkeiten und die Tonqualität des Abspielmediums deutlich verbesserte. Er setzte sich von Edisons Patent insofern ab, dass er die Schallaufzeichnung nicht in die Tiefe, sondern in horizontaler Richtung vornahm, was zu der Bezeichnung *Seitenschrift* führte.¹

Bei dieser frühen Form der Schallaufzeichnung wurde eine Membran durch akustische Signale in Schwingung versetzt, welche diese Schwingungen an eine Nadel weitergab. Die Nadel konnte die Auslenkung der Membran nun an ein geeignetes Aufnahmemedium weitergeben. Emil Berliner verwendete hierfür eine mit Wachs beschichtete Zink- oder Kupferplatte, die nach der Aufnahme durch ein Säurebad zum Positiv für die Pressmatrizen weiterverarbeitet wurde.

Als Trägermedium wählte Berliner eine Pressmasse, die als *Schellack* bezeichnet wurde. Eine harzige Substanz, die aus den Ausscheidungen der Lackschildlaus gewonnen wurde.

Charakteristisch für die Schellack-Ära waren die Art der Aufnahmen, die stets Direktschnitte waren und somit ohne Umwege oder Zumischung von weiteren Signalen auf das Aufnahmemedium gelangten.² Somit war das Aufnahmeverfahren, bis zur Einführung des Analogbandes ein lineares und hatte als Quelle oft ein einziges Mikrofon. Die erstellten Aufnahmen konnten hierbei nicht im Nachhinein modifiziert oder kombiniert werden.³

¹ Warnke (1975), S. 15

² Vgl. <http://fabdp.fh-potsdam.de/lehre/studpro/steffen/record/lexikon/texte/schnitt.htm>

³ <http://de.wikipedia.org/wiki/Schallplatte>

2.2 Analogbandtechnik

Auf der Basis der ersten erfolgreichen Versuche von *Valdemar Poulsen*, Ton auf Stahldraht aufzuzeichnen, entwickelte *Fritz Pfeumer* 1928 ein Papiertonband welches vom deutschen Konzern BASF schließlich zum ersten Kunststoffband für die Tonaufzeichnung weiterentwickelt und auf den Markt gebracht wurde.⁴

Mit dem neuen Aufnahmeformat gingen auch neue Möglichkeiten bei der Nachbearbeitung einher. Bisher waren zwar mehrere Versuche für eine Aufnahme möglich gewesen, man konnte jedoch nur ganzheitlich am Klang arbeiten und eine bestehende Fassung des Stückes im Nachhinein nicht mehr verändern. Mit der Bandtechnik war es dem Tonmeister nun möglich, bereits aufgenommenes Material nach der Aufnahme bezüglich musikalischer Gesichtspunkte zu verändern und zu kombinieren.

Diese Fähigkeit, aus mehreren aufgenommenen Takes bzw. Fassungen eine Hauptfassung zu erstellen, die den künstlerischen Vorstellungen des Tonmeisters und der Musiker entsprach, konnte von nun an als Schnitt bezeichnet werden.

Die Vorgehensweise beim Schnitt war trotz unterschiedlicher Abspielgeräte und Bandformate sehr ähnlich. Durch vor- und rückwärtiges Abspielen im *Shuttle Modus* wurde die gewünschte Stelle grob angefahren, daraufhin wurde mit Hilfe des *Jog-Wheels* in geringer Geschwindigkeit durch das Material gespult. Währenddessen konnte man den Ausgang abhören und somit die Stelle des Schnittes exakt bestimmen. Nach der Markierung mit einem Fettstift, konnte man nun in einer entsprechenden Vorrichtung den gewünschten Schnitt setzen. Hierfür gab es bei manchen Bandmaschinen die Möglichkeit direkt am Tonkopf zu schneiden, diese Vorrichtung wurde *Kopfschere* genannt. Man konnte jedoch auch per Hand mittels einer nicht magnetisierbaren Schere oder Klinge den Schnitt setzen. Eine Schnittvorrichtung gab den Schnittwinkel vor, der für einen weichen Verlauf zwischen dem Material einen Winkel von 45° zur Bandlaufrichtung haben sollte. Auf diese Weise passiert der Schnitt den Tonkopf nicht an allen Stellen gleichzeitig. Durch diese Vorgehensweise wurde eine Blende zwischen dem Audiomaterial erreicht, die bei einer Bandgeschwindigkeit von 38 cm/s eine Dauer von ca. 16 ms aufwies.⁵

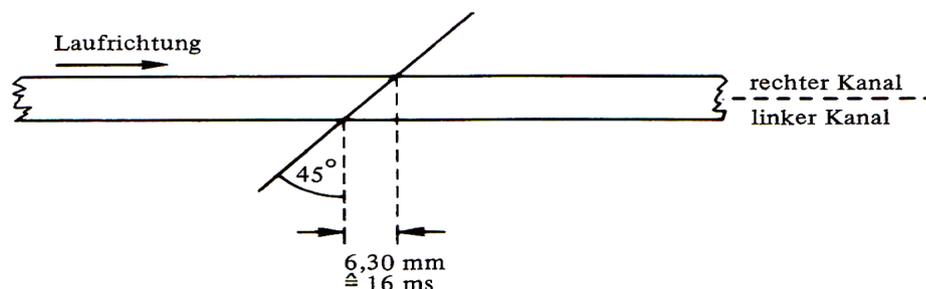


Abb. 01: Bandschnittwinkel, Blick auf die Schnittseite⁶

⁴ Vgl. http://www2.magnetbandmuseum.info/magnetband_story1.0.html?&L=pMP%3D10858-10859#2500

⁵ Vgl. Dickreiter (1997), S. 44

⁶ Dickreiter (1997), S. 44

Bei einem absichtlich harten Schnitt oder beim Entfernen von Knacksern war ein Winkel von 90° zur Bandlaufrichtung zu wählen. Die beiden Enden des Bandes wurden mittels eines speziellen Klebebandes wieder verbunden, so dass es abspielbar und rissfest war.^{7 8}

Der analoge Schnitt hatte einige Einschränkungen und Nebenerscheinungen. So hatte man bei der Timingkorrektur von Musikmaterial keine Referenz und musste sich sein Taktraster falls nötig selbst schaffen. Eine Herangehensweise hier war es, einen Bandschnipsel der Outtakes genau auf eine Zählzeit zu schneiden und die Länge mit einem Lineal zu messen. Orientierte man sich nun an der gemessenen Länge, konnte man Abweichungen vom Rhythmus mittels der Referenz korrigieren.

Doch auch der Schnittwinkel war nicht beliebig variabel und machte sich bei längeren Überblendungen mit einem hörbaren Wischen des Schnitts über die Stereobasis bemerkbar. Die Lösung bestand hier in der Änderung der Schnittform, die als sogenannter *Schwalbenschwanz-Schnitt* ausgeführt diesen Effekt verringerte.⁹

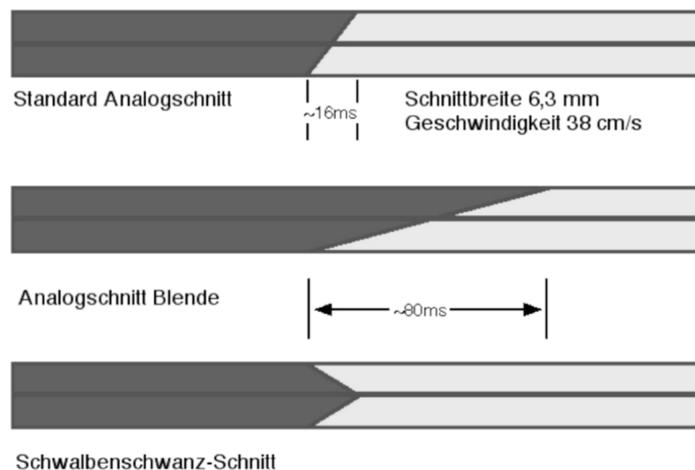


Abb. 02: Verschiedene Schnittarten des Anlogschnitt¹⁰

Schnitte mussten bei bandgestützten Aufnahmesystemen stets mechanisch durchgeführt werden und waren aus diesem Grund immer destruktiv. Dies konnte nur durch ein Kopieren auf ein weiteres Band umgangen werden, womit das Master Band geschont wurde. Dies war jedoch aufgrund der technischen Gegebenheiten mit erhöhtem Rauschen, Pegel- und Höhenverlust verbunden. Als weiterer Nachteil beim Schnitt von analogem Bandmaterial ist der Zeitaufwand beim Anspielen einer Bandposition zu nennen, der durch das Durchlaufen des Materials in Echtzeit oder der von der Maschine einstellbaren Geschwindigkeit meist sehr hoch war. Das zusätzlich nötige exakte Festlegen der Position durch das Jog-Wheel erhöhte den Zeitaufwand weiter.¹¹

Obwohl Schnitte in der Regel auf unauffällige Art und Weise gesetzt wurden, gibt es einige offensichtliche Beispiele, die zeigen dass die neu gewonnen kreativen Freiräume von den damaligen Tonschaffenden vielseitig genutzt wurden.

⁷ <http://www.studerundrevox.de/index.php?page=178>

⁸ Huber (1987), S. 296

⁹ Dickreiter (1997), Band 2, S. 47

Im Bereich der Musikproduktion machte man sich den analogen Schnitt insofern zum Vorteil, dass die Musiker beliebig lange Jam-Sessions auf Band einspielen konnten, die im Nachhinein durch den Schnitt zu einer optimalen Gesamtversion des Musikstückes kombiniert werden konnten. Doch auch andere kreative Ansätze konnten verwirklicht werden, beispielsweise beim Titel *Good Vibrations* der Popgruppe *The Beach Boys*. Dieser Song wurde auf Wunsch von Bandleader und Produzent *Brian Wilson* über mehrere Monate hinweg in verschiedenen Tonstudios aufgenommen und später als eine Collage von verschiedenen Sektionen des Songs wieder zusammengesetzt. Die Schnitte sind hier deutlich hörbar und grenzen die verschiedenen Songpassagen voneinander ab.^{12 13}

Im Bereich des Rundfunks wurden die neuen Möglichkeiten genutzt, um unnatürliche Atemgeräusche, Schmatzer oder Sprechpausen aus den Ansagen herauszuschneiden oder aus Klangcollagen Hörspiele zu kreieren.¹⁴

Pioniere im Bereich der Experimente mit Schnitt von Analogband waren die Vertreter der Musikrichtung *musique concrète*.¹⁵ Diese wurde von *Miles Davis* als entscheidender Einfluss auf die Postproduktion an seinem Album *Bitches Brew* genannt. Das Album galt als eines der ersten, bei dem kreative Schnitttechniken zu einem wichtigen Ausdrucksmittel der Musik wurden. Als ausführender Produzent dieses Albums war *Teo Macero* tätig.¹⁶

Weitere gängige Beispiele für den Schnitt von Analogband waren *Radio* oder *Dance Edits*. Hierbei wurde das Arrangement des Songs durch Schnitte leicht verändert, um diesen an das Zielmedium, z.B. das Radio anzupassen.¹⁷

2.3 Digitalbandtechnik

Auch bei der digitalen Aufzeichnung auf Band gab es die Möglichkeit des manuellen Schnitts per Hand, doch der Unterschied zwischen den kontinuierlich vorliegenden und diskreten Daten änderte die Anforderungen an den Schnitt. Durch die diskrete Datenspeicherung bei Digitalbändern, würde ein manueller Schnitt bei den meisten Datenformaten die Datenstruktur zerstören.¹⁸

Beim manuellen Schnitt von Digitalbändern war ein Schnittwinkel von 90° zur Bandlauf- richtung vorgegeben, um den Zeitraum, den die Fehlerkorrektur des Abspielgerätes zu korrigieren hatte möglichst kurz zu halten. Die Schnittstelle konnte jedoch aufgrund der festen Abtastrate von digitalen Audiosignalen nicht durch ein Jog-Wheel in variabler Geschwindigkeit angefahren, sondern musste in normaler Abspielgeschwindigkeit ermittelt werden.

¹⁰ Sandher (1994), S. 1

¹¹ Rumsey (1990), S. 2

¹² Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Good_Vibrations

¹³ Vgl. Massey (2000), S. 42

¹⁴ Dickreiter (1997), Band 2, S. 45-49

¹⁵ http://en.wikipedia.org/wiki/Musique_concr%C3%A8te

¹⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Bitches_brew

¹⁷ http://en.wikipedia.org/wiki/Radio_edit

¹⁸ Zander (1993), S. 266

Wenn die Stelle des Schnitts festgelegt worden war, wurde der Schnitt auf dem Band selbst markiert, meist mit Hilfe eines fluoreszierenden Stiftes.

Nach der Durchführung des mechanischen Schnittes konnte die Schnittstelle in Form eines *Butt-Splice*^{19 20} wieder verbunden werden, welcher einerseits die mechanische Funktion besaß, die beiden Enden zusammenzuhalten und andererseits die Fehlerkorrektur der Bandmaschine auslöste. Passierte der Butt-Splice den Lesekopf, erkannte das Gerät den Aussetzer im PCM Signal und überbrückte bei einem Fehler der sich im Toleranzbereich befand den Schnitt mit einem kurzen Crossfade. Für den Fall, dass die Lücke zu groß für den Buffer der Fehlererkennung war, wurde der Ausgang zum Schutz stumm geschaltet, bis das PCM Signal wieder eine regelmäßige Form annahm.²¹

Eine weitaus komfortablere Art des Schnitts von digitalen Bändern stellte der *automatisierte bandgestützte Schnitt* dar. Hierbei wurde ohne das Setzen von physikalischen Schnitten am Band gearbeitet, vielmehr nutzte man hier bereits erste Schnittsysteme, um die digitalen Daten einzulesen und arbeitete in Verbindung mit dem Zuspeler und einem Aufnahmegerät. Alle eingebundenen Geräte mussten per Timecode synchronisiert werden.

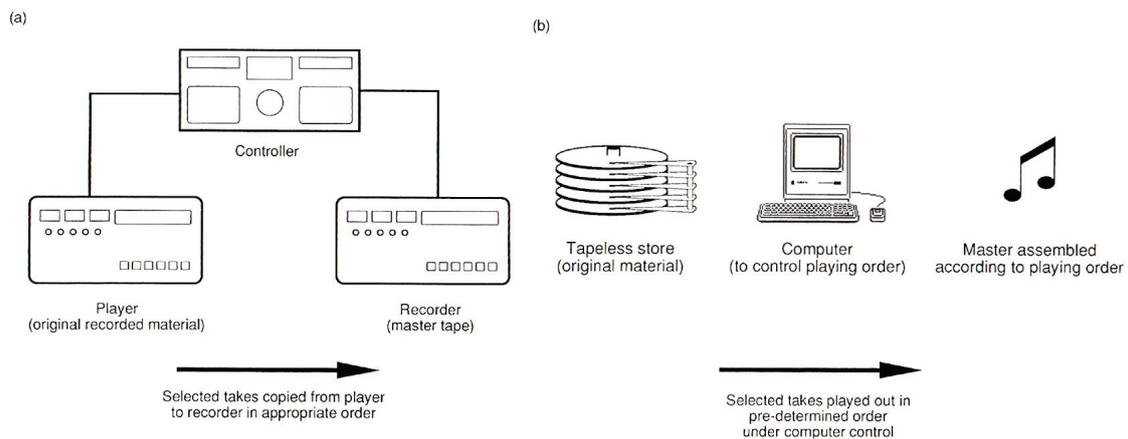


Abb. 03: Vergleich eines a) band- und b) plattengestützten Schnittsystems²²

Bei dieser Vorgehensweise war grundsätzlich zwischen dem *Assemble-Schnitt* und dem *Insert-Schnitt* zu unterscheiden. Beim *Assemble-Schnitt* wurde eine Endversion aus Passagen von verschiedenen Quellbändern erstellt. Hierbei wurde das Audiomaterial um den Schnitt herum in das Schnittsystem eingelesen, welches mit einem eigenen Zwischenspeicher ausgerüstet war. Anschließend konnte der Schnitt abhängig von den Möglichkeiten des jeweiligen Schnittsystems in Dauer, Zeitpunkt und Charakteristik so lange verändert und vorgehört werden bis das gewünschte Ergebnis erreicht war. Als Abschluss wurde das Material, entsprechend der vorher angefertigten Schnittliste, auf den an das Schnittsystem angeschlossenen Recorder übertragen, wobei das Master Band erstellt wurde. Hatte man beim *Assemble-Schnitt* einen zusätzlichen Zuspeler zur Verfügung, konnte man während der laufenden Aufnahme eines Schnitts bereits den nächsten Schnitt vorbereiten.

¹⁹ Butt-Splice ist die englische Bezeichnung für einen harten Übergang ohne Überblendung.
²⁰ Zander (1993), S. 271
²¹ Huber (1987), S. 297
²² Rumsey (1990), S. 5

Diese Vorgehensweise stellte eine erste Art des *Vier-Punkt-Schnitts* dar, welcher heutzutage noch bei einigen Workstations in ähnlicher Art genutzt wird.²³

Ein Insert Schnitt wurde durchgeführt, wenn eine bestimmte Passage innerhalb des Audio-materials durch eine Passage von einem anderen Take oder Band ersetzt werden sollte. Hierfür arbeitete man fast ausschließlich im Speicher des Schnittsystems und nahm die fertige Passage schließlich auf das Endmedium auf.²⁴

Obwohl diese Neuerungen einen entscheidenden Vorteil gegenüber dem Schnitt bei analoger Bandtechnik boten, waren dennoch deutliche Einschränkungen vorhanden. Sandner spricht von einer Speichergroße von bis zu 6 s, um Schnitte im Speicher des Systems vorher simulieren zu können. Die Länge der Schnitte war dabei auf 3 s beschränkt und war von der Charakteristik her in der Regel linear. Des Weiteren war der Arbeitsvorgang stets sequentiell und ein Zugriff auf die vorherigen Schnitte war aufgrund des zu kleinen Speichers der Systeme nicht möglich.²⁵

2.4 Plattengestützte Schnittsysteme

Im Zuge der Markteinführung der Digitalbandtechnik kamen die ersten plattengestützten Schnittsysteme auf den Markt. Da die Aufnahmen meist noch auf Bandmaterial vorhanden waren, stand vor dem Schnittprozess der Einlesevorgang auf die interne Festplatte des Schnittsystems. Abhängig von der Art des Datenträgers konnte dieser in Echtzeit oder z.B. bei Exabyte Bändern in 40% der Echtzeit erfolgen.²⁶ Damit war ein unmittelbarer Zugriff auf beliebige Positionen im Material möglich und die bisherige sequentielle Arbeitsweise beim Anspringen von Positionen wurde durch die wahlfreie Arbeitsweise abgelöst.²⁷

Die entscheidenden Vorteile hierbei lagen in der entstandenen Schnelligkeit und der mehrfachen Veränderlichkeit der Master. Dieses lag nicht mehr in physikalischer Form vor, sondern war vielmehr ein Ablaufplan von Audiotakes, der von der Software ausgeführt wurde und variabel war. Dieser Ablaufplan, auch *Playlist* oder *Edit Decision List (EDL)* genannt, enthielt neben der Speicheradresse auch die Reihenfolge der Takes, sowie zusätzliche Angaben, wie Pausen oder Überblendungen. Da die Arbeitsweise somit keine Änderungen mehr am Audiomaterial beinhaltete und dieses lediglich referenzierte, ist dies als ein *non-destruktives Verfahren* zu bezeichnen.

Die Takes, die nun als Referenzen des Audiomaterials in der Playlist vorlagen, konnten durch den *Zone Editor* genau definiert und direkt auditiv kontrolliert werden. Doch auch eine visuelle Kontrolle war aufgrund der Wellenformdarstellung am Bildschirm nun möglich.

²³ Siehe dazu Kap. 2.5

²⁴ Zander (1993), S. 266-269

²⁵ Vgl. Sandner (1994), S. 2

²⁶ Vgl. Dickreiter (1997), Band 2, S. 383

²⁷ Siehe dazu Abb. 03

Besonders bei Sprachaufnahmen fiel das Entfernen von unerwünschten Audioinhalten, wie Versprechern oder Atmern leichter und beim Schnitt von rhythmischer Musik konnten Korrekturen durch die Möglichkeit der visuellen Kontrolle einfacher durchgeführt werden.

Dropouts oder sonstige kurzzeitige Unregelmäßigkeiten im Audiosignal konnten mit Hilfe der Sample-Darstellung leichter behoben und durch Interpolation zweier Stützwerte oder manuelles Einzeichnen der Wellenform entfernt werden. Feinabstimmungen im Schnitt, wie Pegelanpassungen oder Entzerrung konnten nun mit Hilfe der Schnittsoftware auf bestimmte Takes angewendet werden.²⁸

Während bei Analogbändern der Schnitt noch physikalisch vorhanden war, stellt dieser bei digitalen Schnittsystemen nur noch eine mathematische Verrechnung zweier Audiotakes mit bestimmten Koeffizienten dar.

Eine solche Berechnung soll am Beispiel eines Crossfades bzw. einer Kreuzblende zweier Audiodateien exemplarisch aufgezeigt werden. Zu Beginn wird die Region des Crossfades festgelegt, entsprechend der Länge der Überblendung. Wurde dies erledigt, wird dem Ablaufplan die Information hinzugefügt, dass Datei X bis zum Schnittpunkt und Datei Y ab dem Schnittpunkt vom Speicher ausgelesen werden. Das Schnittsystem muss nun gewährleisten, dass im Zeitraum des Crossfades die Daten beider Audioclips parallel an verschiedenen Speicheradressen verfügbar sind. Da beim Lesevorgang nur eine Adresse gleichzeitig ausgelesen werden kann, muss das Ablegen im Zwischenspeicher vor dem Passieren des Fades geschehen. Nun werden, abhängig von der Eingabe des Benutzers, über einen definierten Bereich Samples von Datei X und Y miteinander verrechnet. Jedes Sample der auslaufenden Datei X wird im Bereich des Crossfades mit absteigenden und jedes Sample der einlaufenden Datei Y mit ansteigenden Koeffizienten zwischen Null und Eins multipliziert. Anschließend werden die Samples addiert und einem Ausgang zugeführt.²⁹

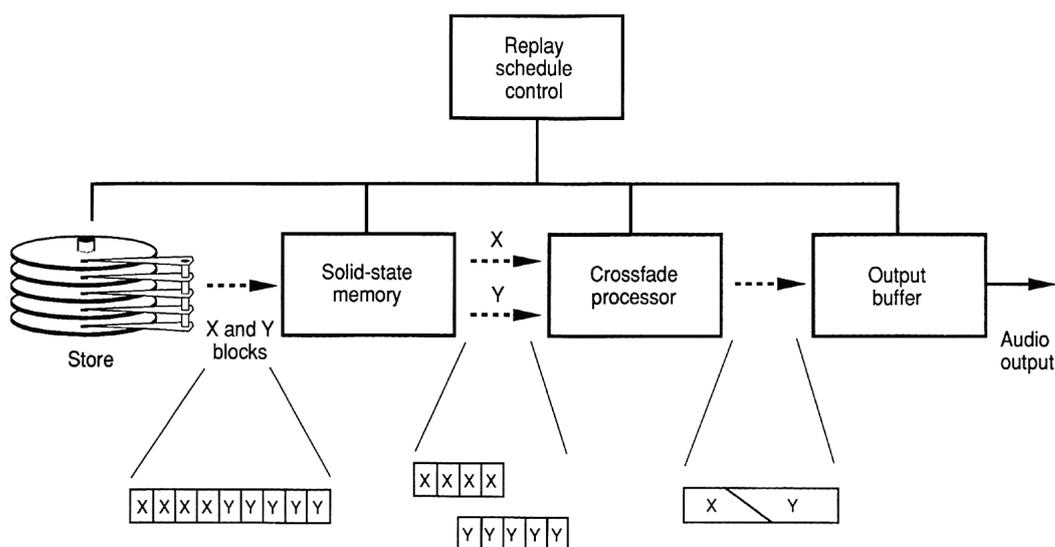


Abb. 04: Arbeitsweise eines plattengestützten Schnittsystems bei einem Crossfade³⁰

²⁸ Vgl. Zander (1993), S. 270-275

²⁹ Vgl. Rumsey (1990), S. 97

³⁰ Rumsey (1990), S. 98

Die Charakteristik der Überblendung wird vom Benutzer vorgegeben und macht sich im Anstieg bzw. Abstieg der Koeffizienten von X und Y bemerkbar. Ein Verschieben des Crossfades ist vom Rechenaufwand her gering und wird durch das Ändern der jeweiligen Speicheradressen realisiert.

Plattengestützte Schnittsysteme stellten hohe Anforderungen an den flüchtigen Speicher und führten vor allem bei parallelen Crossfades in Mehrspurprojekten zu Schwierigkeiten, da sich die Zahl der Speicherzugriffe aufgrund der Überlappung der Dateien verdoppelt. Problematisch konnte es bei zeitlich nah beieinander liegenden Crossfades und Mehrspur-Material werden. Hier muss genügend Zeit gegeben sein, dass der Speicher wieder in Lesebereitschaft versetzt werden kann, bevor der nächste Fade auftritt. Auch problematisch könnten mehrere lange Fades in unmittelbarer Nähe sein. Heutzutage sind diese Probleme jedoch aufgrund der ständig steigenden Größe von verbautem Arbeitsspeicher in den Rechnersystemen weitgehend zu vernachlässigen.

Zur Umsetzung von Fades in Schnittsystemen gibt es zwei gängige Methoden. Die erste Methode wurde bereits beschrieben und berechnet die Fades in Echtzeit während dem Abspielen, was die CPU zusätzlich belasten kann. Die zweite Methode, um Fades zu realisieren, entspricht weitgehend der von Digidesign in Pro Tools umgesetzten Arbeitsweise.³¹

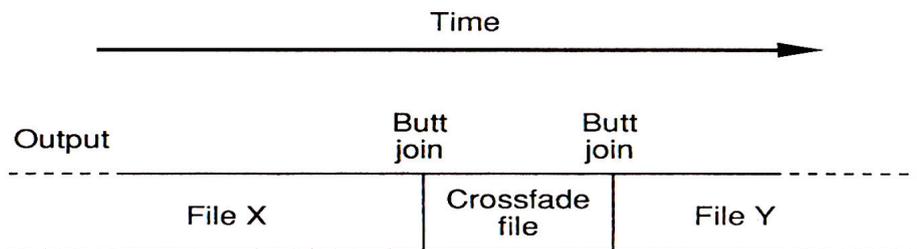


Abb. 05: Abspielreihenfolge bei Fade-Files³²

Basierend auf dem Ansatz, den Rechenaufwand für die CPU während dem Abspielen zu minimieren, werden die *Fade-Files* bei dieser Methode vorher berechnet und als Dateien in einer speziell dafür angelegten Speicheradresse abgelegt. Während dem Abspielen wird also lediglich die neue, zur EDL hinzugefügte Speicheradresse angefahren und dies ohne Überblendungen in entsprechender Reihenfolge abspielt.

Dem ist beizufügen, dass Bedenken bezüglich des Speicherplatzes und der Wartezeiten beim Neuberechnen von Schnitten heutzutage nur bedingt zutreffen. Bei einem aktuellen Rechnersystem stellen sich Wartezeiten bei der Berechnung von Fades erst im Bereich von mehreren hundert Fades ein.

³¹ Vgl. Rumsey (1990), S. 100

³² Vgl. Rumsey (1990), S. 101

2.5 Heutige Schnittsysteme

Vergleicht man die Möglichkeiten heutiger Schnittsysteme mit denen der ersten bandgestützten Systeme, so hat innerhalb kurzer Zeit eine große Entwicklung stattgefunden. Aufnahmen werden nur noch in seltensten Fällen von Digitalbändern eingelesen und die Anforderungen an die Peripherie für professionellen Audioschnitt sind deutlich gesunken.

Heutige *Digital Audio Workstations (DAW)* lassen sich in zwei Hauptkategorien gliedern, die aus den nativen und den DSP-gestützten Systemen bestehen. Bei nativen Systemen werden jegliche Rechengänge von der internen CPU des Rechners ausgeführt. Beispiele hierfür sind Magix Sequoia/Samplitude, Steinberg Nuendo/Cubase, Apple Logic oder Digidesign Pro Tools LE/M-Powered. Durch den Einsatz von Multikernprozessoren und die damit verbundenen Fähigkeiten mehrere parallele Prozesse zu berechnen, werden die Kapazitäten von nativen Systemen enorm gesteigert. Native Systeme haben ihren Vorteil in der Portabilität und der Bezahlbarkeit.

Ein DSP-gestütztes System ist in der Regel mit Steckkarten ausgestattet, auf denen sich zusätzliche Prozessoren befinden. Diese Karten werden zur direkten Busanbindung auf das Motherboard gesteckt, womit eine hohe Bandbreite für den Datenaustausch gewährleistet wird.³³ Die Audioschnittstellen liegen bei diesen Systemen nicht an Soundkarten oder Interfaces von Drittherstellern, sondern sind Bestandteil der Systeme selbst. Diese Systeme entlasten durch das Ausführen der Rechenoperationen die CPU, sind jedoch erweiterbar und können z.B. durch AD/DA Wandler eines Drittherstellers ergänzt werden. Beispiele für diese Architektur sind Digidesign Pro Tools, Pyramix von Merging oder SADiE.

Eine weniger verbreitete Variante stellen Standalone-Systeme dar. Diese Workstations sind Komplettlösungen, die Rechner, Bedienoberfläche, Schnittstellen und Prozessorkarten vereinen. Durch die Abstimmung der einzelnen Komponenten aufeinander kann eine hohe Betriebssicherheit und Leistungsfähigkeit gewährleistet werden. Aufgrund dieser Merkmale wird diese Variante der DAWs weniger in der freien Wirtschaft als bei Rundfunkbetrieben eingesetzt, wo die Betriebssicherheit Priorität hat.³⁴

Einher mit der Entwicklung der Schnittsysteme geht eine Veränderung der Arbeitsweise bei Aufnahme, Schnitt und Mischung. Vor allem im Bereich des Schnitts hat sich die Arbeitsweise von einer rein auditiven bei der Bandtechnik zu einer stark visuell orientierten Arbeitsweise gewandelt. Dies ist auf die Einbindung der Wellenformdarstellung in die Systeme zurückzuführen, was das Setzen von Schnitten stark erleichtert hat. So kann man bei aktuellen Systemen Ein- und Ausschwingvorgänge stets visuell erkennen, aber auch Pegelunterschiede direkt mit dem Auge feststellen. Dies kann beim Schnitt durchaus als Stütze dienen, ist jedoch stets mit einer auditiven Kontrolle verbunden.

Am Beispiel von Digidesign Pro Tools ist außerdem zu erkennen, dass eine Vereinheitlichung der Programmkonzepte stattfindet. So entwickelte sich Pro Tools, dessen Vorgänger *Sound Tools* nur als Zweispur Aufnahmesystem gedacht war, zu einem umfassenden

³³ Dickreiter (1997), Band 2, S. 367

³⁴ http://de.wikipedia.org/wiki/Digital_Audio_Workstation

Programm, das umfangreiche MIDI-Fähigkeiten, als auch Notationsfunktionen aufweist.³⁵

Was die Schnittumgebung angeht sind prinzipiell verschiedene Tendenzen zu erkennen. Hersteller, wie Magix, Merging, SADiE oder Sonic Solutions setzen auf eigene Fade-Editoren, mit umfangreichen Funktionen. In einem Fade-Editor lässt sich der in der Spurenübersicht gesetzte Schnitt noch verfeinern und mit weiteren Parametern genau an die gewünschte Wirkung anpassen.

So kann man in diesen Programmen zum Beispiel unsymmetrische Schnitte ausführen, bei denen Pegelverlauf und somit Charakteristik der Fades unabhängig voneinander eingestellt werden kann. Außerdem gibt es die Möglichkeit innerhalb des Fade-Editors einlaufende oder auslaufende Audiodateien zum Fade zu verschieben oder Snapshots von Fade-Einstellungen zu speichern und in Echtzeit miteinander zu vergleichen.

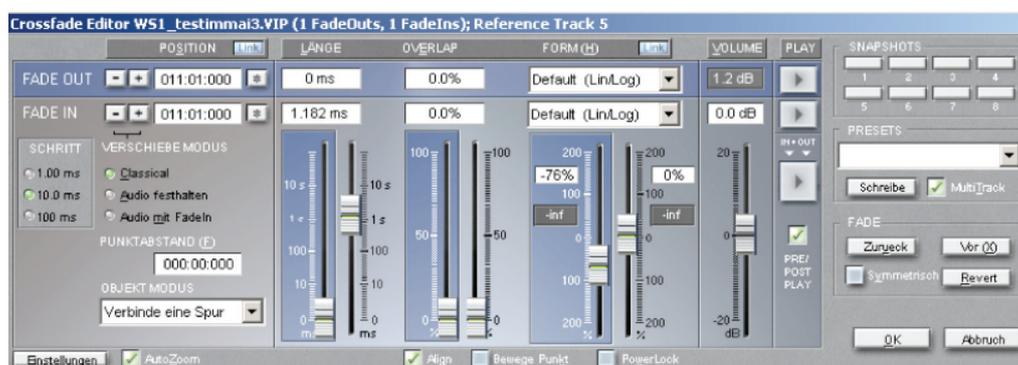


Abb. 06: Crossfade Editor in Magix Sequoia 10

Darüber hinaus bieten z.B. Magix Sequoia und Merging Pyramix die Möglichkeit des Zwei-, Drei- oder Vier-Punkt Schnitts. Hierbei wird, ähnlich dem Assemble-Schnitt³⁶ eine Endfassung aus mehreren Quellen zusammengeschnitten. Hierfür werden frei wählbare Source und Destination Spuren definiert, welche auch über verschiedene Sessions hinaus nutzbar sind. Interessant ist diese Arbeitsweise besonders für Sprachaufnahmen und Musik, die nicht auf ein Raster aufgenommen wurde, z.B. für die Produktion von klassischer Musik.³⁷

Andere Hersteller, wie Digidesign, Steinberg oder Cakewalk, statten ihre DAWs mit einfacheren Fade-Editoren aus, in denen nur die gängigen Parameter verändert werden können. Meist sind die entsprechenden Programme jedoch mit anderen nützlichen Funktionen zur Nachbearbeitung von taktbasierten Musikproduktionen ausgestattet. Hierzu ist die Erkennung von Pegelspitzen im Signal zu zählen, mit der die Schnittarbeiten automatisiert werden können. Darüber hinaus können erkannte rhythmische Muster gespeichert und weiterverwendet werden.

Alle gängigen DAWs sind heutzutage außerdem mit eingebauten Funktionen zum Verändern der Länge und der Tonhöhe von Signalen ausgestattet. Je nach implementiertem Algorithmus gibt es hierbei jedoch Qualitätsunterschiede beim Ergebnis.

³⁵ Digidesign (2007), 101 Official Courseware, S. 9

³⁶ Siehe dazu Kap. 2.3

³⁷ Vgl. Handbuch Magix Sequoia 10, S. 189

3. Der Produktionsprozess

Um die heutigen Arbeitsweisen bei der Postproduktion von Populärmusik aufzuzeigen, sollte eine beispielhafte Produktion im Tonstudio der Hochschule der Medien aufgenommen und fertiggestellt werden. Für diese Produktion arbeitete ich mit der jungen Band „Was Bleibt“ aus Freiburg zusammen, größtenteils Studenten der Jazz & Rockschule Freiburg. Um die Studiozeit optimal nutzen zu können und eine geordnete Arbeitsweise zu erreichen, wurde ein Zeitplan erstellt, der den Ablauf der Produktion aufzeigen soll.

Zeitplan: Aufnahmen mit „Was Bleibt“

16.11.07 Assistenten: Patrick Beckmann, Felipe Sanchez

13:00	Ankunft Musiker (Außer Schlagzeug)
13:30	Pult vorbereiten (Kanäle anlegen, beschriften und KH Wege anlegen)
	Aufbau Instrumente / Absorberwände in Regie B
14:30	Mikrofonierung & Soundcheck Bass
15:00	Mikrofonierung & Soundcheck E-Gitarre
16:00	Mikrofonierung & Soundcheck Gesang/Akustikgitarre
17:00	Ankunft und Aufbau Schlagzeug
17:30	Mikrofonierung & Soundcheck Schlagzeug
19:30	Gemeinsamer Soundcheck und evtl. Korrekturen an KH-Mix und Mikrofonierung

17.11.07 Assistenten: Patrick Beckmann, Lars Kiefer

09:30	Ankunft Studiocrew
10:00	Ankunft Musiker
10:30	Beginn Aufnahme „Live Song“
14:00	Pause
14:30	Aufnahme „Live Song“ + evtl. Korrekturen
18:00	Pause
18:30	Beginn Aufnahme „Overdub Song“ (Schlagzeug/Bass)
21:00	Ende

18.11.07

09:30	Ankunft Studiocrew
10:00	Ankunft Musiker
10:15	Aufnahme Akustikgitarren
11:30	Aufnahme „Overdub Song“ (E-Gitarren)
14:00	Pause
14:30	Aufnahme „Overdub Song“ (Gesang)
18:00	Pause
18:30	Aufnahme „Overdub Song“ Background Vocals / Additional Guitars
21:00	Ende

Abb. 07: Zeitplan für die Produktion des Titels "Wiesbaden ist New York"

Abbildung 7 zeigt den Aufnahmeprozess des Titels „Wiesbaden ist New York“. Es ist jedoch hinzuzufügen, dass im Vorfeld bereits eine Demo-Produktion mit der Band stattgefunden hat.

Diese Vorproduktion diente dem Ausarbeiten des Arrangements und der Entscheidungsfindung bezüglich des Songs, der letztendlich als Beispiel im Rahmen der Bachelorarbeit aufgenommen und produziert werden sollte. Darüber hinaus war diese drei Tage lange Vorproduktion eine passende Gelegenheit eine persönliche Basis zu schaffen, auf der die spätere Arbeit bei der Hauptproduktion leichter fallen würde. Die Aufnahme zur Vorproduktion ist auf der begleitenden Audio-CD zu finden.

Wie der Zeittafel zu entnehmen ist, war die Ankunft der Musiker geteilt und der Soundcheck von Bass, den Gitarren und dem Gesang mussten vorgezogen werden, während das Schlagzeug unüblicherweise als letztes mikrofoniert wurde.

3.1 Aufbau und Signalfluss im HdM-Tonstudio

Das Ziel des Aufbaus war es, eine Aufstellung der Musiker zu erreichen, mit der man sowohl eine Live-Aufnahme, als auch eine Playback-Aufnahme realisieren konnte. Der Aufbau und die Mikrofonierungen des ersten Aufnahmetages blieben dafür über den Großteil der Aufnahmen erhalten, um eine größtmögliche Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

3.1.1 Verschiedene Aufnahmeverfahren

Um im späteren Verlauf dieser Arbeit weitere Vergleichsmöglichkeiten außer den Postproduktionstechniken zu erhalten, wurde der identische Titel an zwei Studiotagen nach verschiedenen Aufnahmearten aufgenommen.

Bei einer Live-Aufnahme spielen die Musiker gleichzeitig ihre Spuren ein und werden für ein bestmögliches Ergebnis akustisch voneinander isoliert. Das Ziel hierbei besteht im Festhalten der Gesamtperformance der gesamten Band und kann mit einem Mehrspur Live-Mitschnitt verglichen werden. Die musikalische Kommunikation muss bei dieser Aufnahmeart über Kopfhörer-Mixes erfolgen, dennoch ist es wichtig dass der Blickkontakt zwischen den Musikern bestehen bleibt. Kann man die Musiker räumlich voneinander trennen, ergeben sich weitere Möglichkeiten, ohne die Gefahr des Übersprechens kleinere Spielfehler korrigieren zu können.

Da der Sänger bei der Live-Aufnahme gleichzeitig die Akustikgitarre spielen sollte und beim Einspielen des Refrains, aufgrund der der Ablenkung durch den Gesang, die Akkorde auf der Gitarre unsauber griff, mussten diese Teile des Songs später im Punch-In Verfahren korrigiert werden.³⁸ Aufgrund des Übersprechen der Stimme auf das Gitarrenmikrofon, musste die Gesangsspur jedoch auch wiederholt eingesungen werden.

Bei einer Playback-Aufnahme werden die Spuren im Overdubverfahren nacheinander und einzeln von den Musikern eingespielt.

³⁸ Ein Punch-In wird durchgeführt, wenn während des Abspielvorgangs einer Spur in die Aufnahme gewechselt wird. Die betroffene Spur muss sich in Aufnahmebereitschaft befinden, um diese Operation ohne Anhalten der Wiedergabe durchführen zu können. Auf diese Weise können gezielte Korrekturen am bereits eingespielten Material erfolgen.

Es ist hierbei jedoch sinnvoll die Rhythmusgruppe, meist bestehend aus Schlagzeug und Bassgitarre bzw. Kontrabass gleichzeitig aufzunehmen. Dies verbessert das Zusammenspiel und lässt dadurch die Rhythmusgruppe homogener und geschlossener wirken. Um jedoch einen größeren Unterschied zwischen Live- und Overdub-Aufnahme zu erreichen, wurde jedes Instrument einzeln eingespielt. Bei beiden Aufnahmearten wurde ein Metronomsignal aus Pro Tools ausgespielt und diente den Musikern als Taktreferenz.³⁹

Um dem Ziel der Produktion eines Poptitels gerecht zu werden, wurden bei den Overdub-Aufnahmen viele der Instrumenten- und Gesangsspuren gedoppelt.

Eine Dopplung entspricht dem wiederholten, synchronen Einspielen einer bereits vorhandenen Spur. Durch das erneute Einspielen liegen auf diese Weise zwei musikalisch identische Spuren vor, die sich lediglich minimal in Timing und Intonation zu unterscheiden haben. Je nach Anforderung des Titels können diese beiden Spuren nun für einen breiteren Höreindruck mit dem Panorama Regler im Stereobild verteilt werden. Bei einer Überlagerung der beiden Spuren im Panorama wird eine Art Phaser-Effekt hörbar, der in Spezialfällen als gestalterisches Mittel eingesetzt werden kann.

Auf dieser Arbeitsweise basierend, wurden beim begleitenden Titel dieser Bachelorarbeit die Aufnahmen der Akustikgitarre und der Clean Gitarre gedoppelt.

Zusätzlich zur Dopplung einer Spur, kann eine Überlagerung von variierten Klängen oder musikalischen Variationen, die in der Regel synchron eingespielt werden, ein dichteres Klangbild zur Folge haben. Auf diese Art wurden bei der E-Gitarre zusätzlich zur Dopplung, zwei weitere Variationen des Klanges mit verschiedenen Gitarren und Einstellungen eingespielt, die auch jeweils gedoppelt wurden.

Beim Gesang gibt es während der Refrains eine Mono-Dopplung und eine Stereo-Dopplung. Um die wahrgenommene Ausdehnung des Chores zu vergrößern, wurden alle Chorstimmen doppelt eingesungen.

Aufgrund der guten Synchronität der Einspielungen konnten die Dopplungen aus den Overdubaufnahmen ohne größere Probleme in die Live-Aufnahme integriert und diese damit im Sinne der U-Musik aufgewertet werden.

³⁹ Dickreiter (1997), Band 1, S. 343-347

3.1.2 Der Signalfluss

Als zentrales Element der Aufnahmen diente ein *Studer Vista 7* Digitalpult. Das Konzept dieses Pultes basiert auf einer Teilung von Vorverstärkern/Wandlern (*Studer I/O Frame*), den Rechenprozessoren (*Studer Core*) und der Bedienoberfläche (*Vista 7 Konsole*).⁴⁰

Auf Abbildung 8 ist der Aufbau der Musiker im Studio zu sehen, wobei zu erkennen ist, dass in diesem Fall Gitarrist, Bassist und Schlagzeuger gemeinsam in einem Raum einspielen konnten. Dies wirkte sich positiv auf die Kommunikation zwischen den Musikern aus und erleichterte auch deutlich den Blickkontakt zum Tonmeister. Für diese Aufstellung mussten die Instrumentensignale von Gitarrist und Bassist über die Studiolleitungen zu den ausgelagerten Verstärkern geschickt werden. Um die Signale über längere Strecken verlustfrei und ohne Störgeräusche übertragen zu können, wurden die unsymmetrischen Instrumentenausgänge von Bass und Gitarre per DI-Box symmetriert. Daraufhin wurden die Signale über die Patchbay 2 in Studio D durch direkte Leitungen zu Studio E und Regie C geführt. Dort konnten die symmetrischen Signale daraufhin an den Querverbindungen abgegriffen werden. Für die Verwendung eines Verstärkers muss jedoch eine Impedanzanpassung stattfinden, wofür eine passive DI-Box in umgekehrter Signalrichtung genutzt wurde.⁴¹ Im speziellen Fall der Bassgitarre war auch das symmetrierte Signal aus Studio E für die Aufnahme von Relevanz und sollte aufgenommen werden. Für diese Anwendung kamen die parallelen Ausgänge des *Studer I/O Frame* zum Einsatz, welches das Signal aktiv splitten und somit für die Speisung des Verstärkers in analoger Form und für die Aufnahme in digitaler Form verfügbar machen.

Für die Übermittlung der Mikrofonsignale von den Verstärkern aus Studio E und Regie C wurden wieder die Verbindungen zwischen den Studios genutzt, die direkt an PB 2 anliegen und mit kurzen Kabelwegen auf die Eingänge des *Studer I/O Frame* gesteckt werden können.

Der Sänger und Rhythmus-Gitarrist wurde in Regie B aufgenommen, wodurch der Blickkontakt und die akustische Trennung gewährleistet waren. Um Reflexionen von den Glasscheiben und den umgebenden Wänden zu vermindern wurden mobile Absorber um den Musiker aufgestellt. Von der Regie B aus wurden drei Signale aufgenommen, in die Regie wurde ein Stereo Signal für den Kopfhörer geschickt. In Studio D waren sechs Line Ausgänge des *Studer I/O Frame* für die drei Kopfhörermixe der Musiker im Einsatz.

Für bestimmte Teile bei den Overdub-Aufnahmen war es von Vorteil die Aufstellung zu wechseln, so zum Beispiel beim Gesang oder den E-Gitarrenspuren. Der Sänger wurde für die Gesangsaufnahmen in Studio D platziert, was eine persönlichere Atmosphäre schaffte. Der E-Gitarrist wurde direkt in der Regie platziert, um gezielt im Dialog mit ihm an Klangeinstellungen und Performance der Gitarrenaufnahmen zu arbeiten.

⁴⁰ Siehe dazu Abb. 08

⁴¹ Beim Einsatz der DI-Box wurden die Auswirkungen auf den Klang direkt am Instrumentenverstärker überprüft. Das Brummen wurde hörbar verringert, weitere klangliche Auswirkungen konnten nicht festgestellt werden.

Für diese Zeichnung behalten wir uns alle Rechte vor, auch für den Fall von Schutzrechtsverletzungen, jede Verfügungsbeugsnis, sowie Kopier- und Weitergaberecht

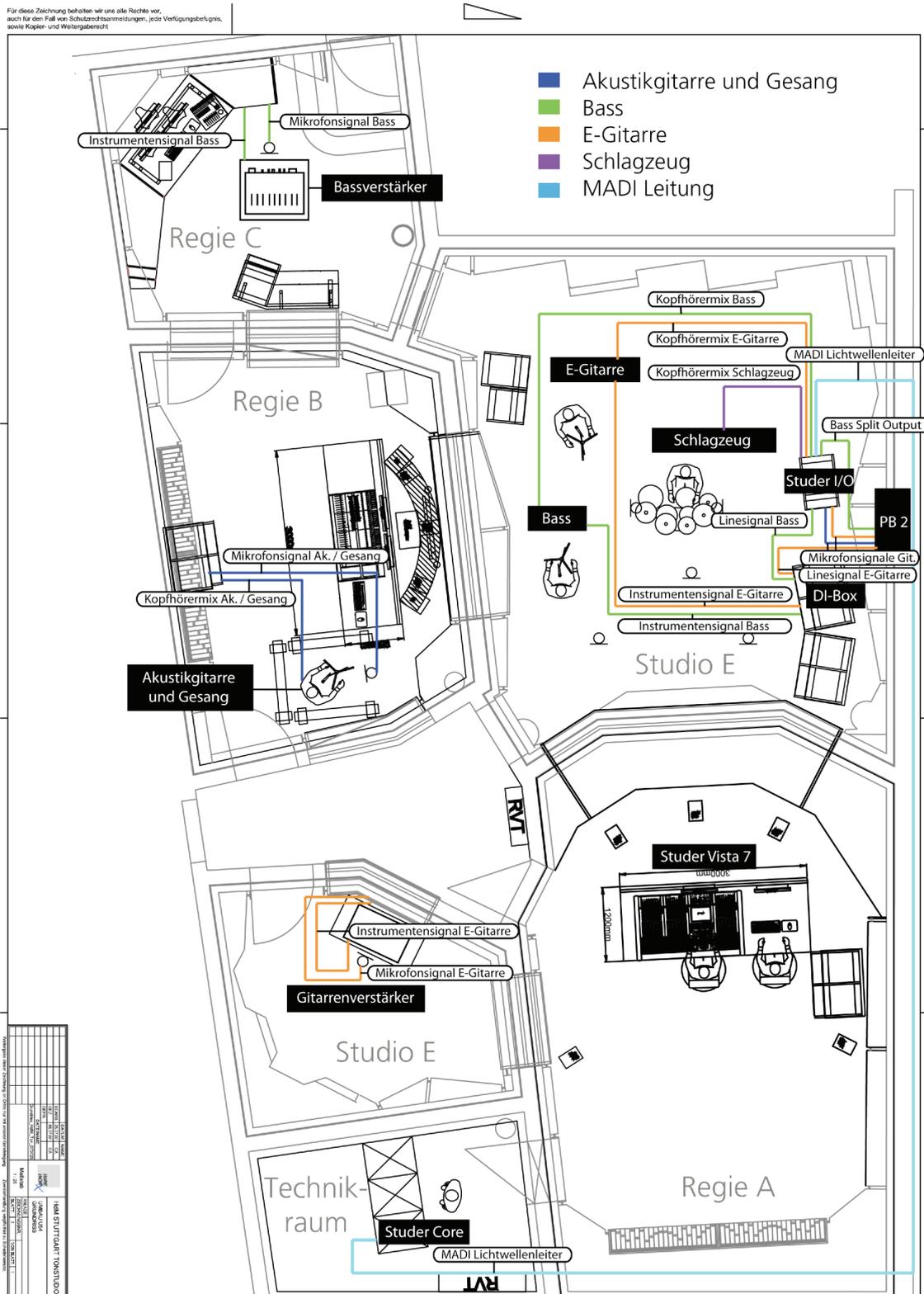


Abb. 08: Schematische Darstellung des Studioaufbaus⁴²

3.1.3 Exkurs: Einsatz des Übertragungsformates MADI

Nach dem Umbau des AM-Tonstudios wurde das Konzept des Audio-Signalfusses auf eine digitale Mehrkanal-Schnittstelle ausgelegt. Das Übertragungsformat MADI, das bereits 1989 von der AES als eigener Standard AES10 registriert wurde⁴³, überträgt bis zu 64 Audiokanäle mit Abtastraten zwischen 32 kHz und 192 kHz, bei einer Auflösung von 24 Bit und über bis zu 2 Kilometer Entfernung. Zur Verbindung der eingebundenen Geräte kann entweder ein 75 Ohm Koaxial-Kabel oder aber ein Lichtwellenleiter verwendet werden. Im Falle des AM-Tonstudios findet die Übertragung durch einen Lichtwellenleiter statt.

Die AES gibt als Datenübertragungsrate 100 Mbit/s an, was je nach gewählter Abtastfrequenz eine Minderung der Kanalzahl bedingt. Bei Aufnahmen von 32 bis 48 kHz ist im Varispeed-Betrieb⁴⁴ die Aufnahme von 56 Spuren, bei 32 bis 48 kHz ohne Varispeed die Aufnahme von 64 Spuren und bei Aufnahmen von 64 bis 96 kHz und Varispeed-Betrieb eine Spurenzahl von bis zu 28 Kanälen möglich. Höhere Abtastraten bis zu 192 kHz können bei einer Halbierung der Kanalzahl erreicht werden.⁴⁵

Bei einem Verbund von mehreren Geräten, ist es wichtig die Kanalzahl aufeinander abzustimmen, da sich die jeweils verwendeten Übertragungsprotokolle unterscheiden.

Dieses Problem trat während den Aufnahmen in der Regie A des Tonstudios auf. Hier wird das über die MADI-Leitung zusammengefasste AES-Signal vom Studer-Core des Vista 7 Pultes zu einem XLogic Delta-Link MADI HD Interface geleitet, wo letztendlich die Anbindung an die Digidesign Pro Tools HD Karten in den Mac Pros geschieht. Das XLogic Interface war bei der Installation des Studios auf 64 Kanal MADI und der Studer-Core auf 56 Kanal MADI gestellt worden. Aufgrund der Tatsache, dass die Aufnahmen zu dieser Bachelorarbeit die ersten in diesem Umfang waren und als erste auf den neuen Pro Tools Systemen geschehen sollten, war diese Fehleinstellung noch nicht erkannt worden.

Unabhängig von der tatsächlich genutzten Kanalzahl wird bei der erweiterten MADI Variante mit 64 Kanälen ein anderes Protokoll gesendet, als bei der Standard Variante mit 56 Kanälen.⁴⁶ Dies äußerte sich in einer Fehlfunktion, die aller Wahrscheinlichkeit auf das XLogic Interface zurückzuführen war und ihren Effekt in der Überlagerung der Audioaufnahmen mit Störsignalen hatte. Da die Störungen im Audiosignal zu verheerend gewesen wären, um sie zu akzeptieren und das Wissen über die Fehleinstellung zu diesem Zeitpunkt fehlte, wurde die Aufnahme mit Magix Sequoia durchgeführt. Die im Sequoia-PC befindliche Audiokarte von RME war mit optischen Eingängen für MADI Leitungen ausgestattet und lieferten ein fehlerfreies Ergebnis während den Aufnahmen.

⁴³ Vgl. http://www.rme-audio.de/products_madi_center.php?page=content/products/products_madi_center

⁴⁴ Vari-Speed ist eine aus der Bandmaschinenteknik übernommene Vorgehensweise, bei der unterschiedliche Abtastfrequenzen für die Aufnahme und Mix verwendet werden. Hierdurch kann ein Effekt erreicht werden, der die Aufnahme tiefer oder höher klingen lässt, ohne Artefakte entstehen zu lassen.

⁴⁵ AES Recommended Practice for Digital Audio Engineering – Serial Multichannel Audio Digital Interface (MADI), (2003)

⁴⁶ Vgl. Product Information Studer D21m System (2007), S. 19

3.2 Klangästhetik bei der Mikrofonauswahl

Die im Vorfeld der Produktion stattgefundenen Voraufnahmen mit mobilen Equipment dienten nicht nur der musikalischen Reifung des Titels, sondern waren auch hilfreich, um sich mit dem Klang der einzelnen Bandelemente vertraut zu machen. Diese Vorbereitung hatte einen entscheidenden Einfluss auf die Mikrofonauswahl und ersparte weitgehend die üblichen Mikrofonvergleiche, um zum gewünschten Ergebnis zu gelangen.

Die prinzipielle Herangehensweise bei der Produktion von Popmusik ist es, mit der Auswahl und der Aufstellung der Mikrofone eine Abbildung des musikalischen Ereignisses zu erreichen, das der emotionalen Aussage des Musiktitels dienlich ist. Für diesen Zweck gilt es je nach Genre neue Klänge zu schaffen und die Eigenschaften der einzelnen Mikrofontypen und Aufnahmeverfahren zu seinem Vorteil zu nutzen.

In der Popmusik ist es meistens erwünscht dem Musikkonsumenten Nähe zu vermitteln und ein dichtes und breites Klangbild zu präsentieren.

Konkret bedeutet dies, dass mit dem Einsatz von gerichteten Mikrofonen der für Pop spezifische Nahbesprechungseffekt genutzt und der Raumanteil durch die meist nieren- oder hypernierenförmige Richtcharakteristik ausgeblendet wird. Die damit erreichte Nähe gibt dem Hörer das Gefühl, die Performance finde unmittelbar vor ihm selbst statt. Dies ist besonders beim Gesang, aber auch bei den anderen musikalischen Elementen üblich.

Die Mikrofonierung im Nahfeld der Instrumente gibt außerdem die Möglichkeit klanggestalterisch mit der Positionierung des Mikrofons umzugehen und nicht im Sinne der E-Musik eine bestmögliche natürliche Übertragung des musikalischen Ereignisses zu erreichen.

Der Klangeindruck der Dichte wird durch die geringe Richtwirkung der meisten Instrumente in der unmittelbaren Nähe erzeugt, da hierdurch möglichst viele Frequenzbänder des Instrumentes an der Membran des Mikrofons aufgenommen werden. Klangkörpern mit einer geringen räumlichen Ausdehnung, wie der Akustikgitarre wird durch eine stereofone Mikrofonierung mehr Breite verliehen. Besonders bei der Aufnahme des Schlagzeugs sind breite AB-Anordnungen aufgrund der geringen Korrelation und der daraus resultierenden Breite des Stereobildes verbreitet.

Es ist hinzuzufügen, dass die Breite und Dichte des Endprodukts auch stark mit der Arbeitsweise während den späteren Aufnahmen und der Mischung zusammenhängt.⁴⁷

Zur Klanggestaltung werden neben den Mono-Stützmikrofonen auch raumbezogene Stereo- oder Monoanordnungen verwendet. Hierbei ist es jedoch nicht das Ziel ein natürlich klingendes Abbild des Instrumentes zu erhalten. Meist wird das raumbezogene Signal als Mittel zum Sounddesign des Instrumentes verwendet. Das Ergebnis ist ein räumlicher Klang, der dem zweidimensionalen Charakter der Mono-Stützmikrofone eine dritte Dimension hinzufügt.

⁴⁷ Siehe dazu Kap.5

Durch die Trennung von raumbezogenem und nah mikrofoniertem Signal können diese in der späteren Mischung nach Wunsch ins Verhältnis gesetzt werden. Diese Mikrofonierungsweise ist besonders bei Instrumenten wie dem Schlagzeug effektiv, welches durch seinen hohen Schallpegel den Raum anregt und einen Nachhall erzeugt.

3.2.1 Mikrofonierung Schlagzeug

Bei der Mikrofonierung des Schlagzeug ist es im Bereich der U-Musik üblich, die Trommeln mit dynamischen Mikrofonen sehr nah zu mikrofonieren und die Becken des Schlagzeugs mit Kondensatormikrofonen je nach Geschmack in mittlerer Entfernung aufzunehmen. Dies ist auf die Unempfindlichkeit von dynamischen Mikrofonen gegenüber hohen Schalldrücken zurückzuführen, bei denen sie weiterhin verzerrungsfrei arbeiten können. Obwohl weitere Eigenschaften, wie ein langsames Einschwingverhalten und ein unregelmäßiger Frequenzgang auf eine objektiv schlechtere Aufnahme schließen lassen⁴⁸, werden dynamische Mikrofone aufgrund ihrer subjektiven Klangeigenschaften gerne eingesetzt. Bei der Wiedergabe der Becken möchte man meist ein unverfälschtes Bild erreichen und verwendet so die weitaus linearer arbeitenden Kondensatormikrofone.

In den folgenden Abbildungen 10 und 11 finden Sie eine genaue Auflistung und Beschreibung der Schlagzeugmikrofonierung zu den Aufnahmen bei dieser Arbeit.



Abb. 09: Aufnahme mit dem Tama Superstar EFX Drumkit in Studio D

⁴⁸ Dickreiter (1994), Band 1, S. 18

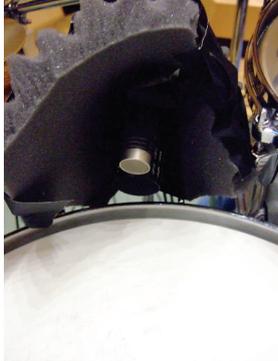
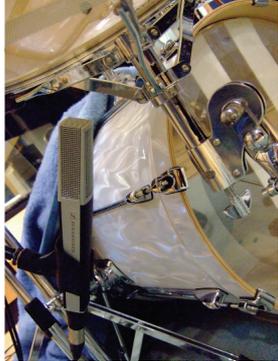
<p>Tama 20" x 18" Bassdrum, Birkenholz Kessel mit innerer Lage Lindenhholz</p>			
<p>Tama 14" x 15,5" Birkenholz Snare-drum</p>			
	<p><u>Audix D6 (innen):</u> Dieses Mikrofon weist einen enorm an die Bassdrum angepassten Frequenzgang auf, mit Anhebungen zwischen 35 und 80 Hz, aber auch ab 1 kHz aufwärts. Durch eine Absenkung zwischen 90 und 600 Hz wird das Dröhnen verringert.</p> <p><u>Positionierung:</u> Im Kessel, ca. 25 cm vom Schlagfell entfernt. 40° vom Beater abgewendet.</p>	<p><u>Beyerdynamic M88 TG (außen):</u> Das M88 besitzt eine Hypernierencharakteristik und kann so ohne Bedenken außerhalb der Bassdrum verwendet werden. Es bietet einen runden und nicht zu aufdringlichen Klangcharakter.</p> <p><u>Positionierung:</u> Im Loch des Resonanzfells. Direkt auf das Schlagfell gerichtet.</p>	<p><u>AM-Subkick 10" (außen):</u> Nach dem Prinzip der Yamaha Subkick gebaut liefert dieser umgekehrt eingesetzte Schallwandler aufgrund der Trägheit seiner Membran und des langsamen Einschwingverhaltens ohne den Einsatz von Filtern ein besonders druckvolles Signal im Subbass-Bereich.</p> <p><u>Positionierung:</u> Ca. 10 cm vom Resonanzfell entfernt. Direkt auf das Resonanzfell gerichtet.</p>
	<p><u>Audix i5 (oben):</u> Das auf perkussive Instrumente ausgelegte Mikrofon i5, betont durch eine starke Anhebung zwischen 2 und 8 kHz die Teppichfrequenzen der Snare. Um einen pappigen Klang zu vermindern findet eine Absenkung bei 600 Hz statt.</p> <p><u>Positionierung:</u> Auf Höhe des Kesselrings, 3 cm vom Schlagfell entfernt. 45° Ausrichtung auf das Schlagfell.</p>	<p><u>Neumann KM 84i (oben):</u> Das KM 84i bietet im Vergleich zu seinem Nachfolger, dem KM 184 einen im Höhenbereich weniger aufdringlichen Klang. Im Vergleich zum deutlich höhenärmeren Audix i5 stellt das KM 84i jedoch eine deutliche Ergänzung für die Frequenzen im Bereich ab 4 kHz dar. Das geringere Gewicht der Membran sorgt außerdem für ein verbessertes Impulsverhalten.</p> <p><u>Positionierung:</u> Auf Höhe des Kesselrings. 4 cm entfernt vom Schlagfell. 45° Ausrichtung auf das Schlagfell.</p>	<p><u>Sennheiser MD441 (unten):</u> In unmittelbarer Nähe des Teppichs aufgestellt, soll das Mikrofon dessen hellen Klang einfangen. Aufgrund der Nähe zur Bassdrum wird der Teppich jedoch auch davon zum Schwingen angeregt, was in der späteren Mischung beachtet werden muss.</p> <p><u>Positionierung:</u> 15 cm vom Snareteppich entfernt. 50° Ausrichtung auf das Resonanzfell.</p>

Abb. 10: Detaillierte Auflistung der Schlagzeugmikrofonierung Teil 1

<p>Tama Tom 14"x14" Birkenholz Kessel</p>			
<p>Tama Tom 12"x9" Birkenholz Kessel</p>	<p>Neumann TLM 170: Dieses Mikrofon wurde ausgewählt, da ein klarer, verfärbungsfreier Klang der Toms gewünscht war. Klassische Tom Mikrofone, wie das MD 421 von Sennheiser bieten einen weichen, tonalen Klang, das Neumann TLM 170 hingegen klingt ausgewogen und offen. Darüber hinaus besitzt das TLM 170 eine umschaltbare Kapsel, die in diesem Fall als Hyperniere eingesetzt die in der Nähe befindlichen Becken effektiv ausblendet. Bei der 10" Tom musste das Mikrofon aufgrund der Nähe zu den Becken mit einem Stück Akustikschaumstoff gegen das Übersprechen in den hohen Frequenzen geschützt werden.</p>		
<p>Tama Tom 10"x8" Birkenholz Kessel</p>	<p>Positionierung: Auf Schlagpunkt des Sticks gerichtet. 70° Ausrichtung auf das Schlagfell.</p>		
<p>Sabian 13" Fusion Hi-hat AA Serie</p>	<p>Schoeps MK41 Auch hier wurde für die größtmögliche Ausblendung der anderen Schallquellen ein Mikrofon mit Hypernierencharakteristik gewählt. Kleinmembran Kondensatormikrofone der Firma Schoeps eignen sich besonders durch ihren nahezu linearen Frequenzgang für die Abnahme von Schlagzeugbecken. Durch den Einsatz des Akustikschaumstoffes sollte weiteres unerwünschtes Übersprechen der Becken minimiert werden.</p> <p>Positionierung: In 10 cm Entfernung vom Hi-hat Becken. 20 ° Ausrichtung auf Außenbereich des Beckens</p>		
<p>Overheads (Sabian 14", 15" Studio-crash, 20" Stageride - AAX Serie, Meinl 10" Splash - Raker Serie)</p>	<p>2 x AKG C414 B-XLII Das Ziel war es mit den Overheads den Gesamtklang des Schlagzeugs einzufangen und die AKG C414 Mikrofone in diesem Fall nicht als Stützen der Becken zu verwenden. Sie eignen sich aufgrund ihres ausgewogenen Frequenzganges in den Höhen sehr gut für diese Anwendung und wurden mit der Einstellung Nierencharakteristik verwendet.</p> <p>Positionierung: Ca. 1 m über Beckenhöhe mit Basisbreite von ca. 1,5 m. Sehr flache Ausrichtung auf Achse zwischen Becken und Toms.</p>		
<p>Front of Kit</p>	<p>Brauner Valvet: Eigentlich als Gesangsmikrofon entwickelt, fand dieses Mikrofon aufgrund seines speziellen Klanges, der mitunter auf die Röhrenschaltung zurückzuführen ist, hier als Effektmikrofon Anwendung. Bassdrum und Snare sollten hierzu in etwas größerer Entfernung aufgenommen werden, um mit diesem etwas plastischeren und natürlicheren Klang die Lücken der Stützmikrofone aufzufüllen.</p> <p>Positionierung: Ca. 1,5 m entfernt, auf Höhe der Snaresdrum. Ausgerichtet auf Mittelpunkt zwischen Snare und Bassdrum.</p>		
<p>Raummikrofone (Grenzflächen)</p>	<p>Schoeps MK2S Diese Druckempfänger wurden für den Grenzflächeneffekt auf den Boden des Aufnahmerraumes gelegt. Hiermit sollte ein möglichst realistisches, reflexionsarmes Bild des Schlagzeugs im Raum erhalten werden.</p> <p>Positionierung: Ca. 3 m Entfernung zu Bassdrum/Snare Ausrichtung 90° zur Schlagzeugachse</p>		

Abb. 11: Detaillierte Auflistung der Schlagzeugmikrofonierung Teil 2

Es ist festzuhalten, dass weitere Maßnahmen getätigt wurden, um das Übersprechen der Einzelsignale auf die benachbarten Stützen zu minimieren. Dazu wurde die Bassdrum mit Akustikschaumstoff und einer Wolldecke bedeckt, für die Snare wurde eine Art Mantel aus Akustikschaumstoff gebaut.

Bei den für U-Musik elementaren Teilen des Schlagzeugs wurde versucht, durch die Mehrfachmikrofonierung mit verschiedenen Mikrofontypen und an verschiedenen Orten der Trommeln ein möglichst volles Klangbild zu liefern. Der Pegel der einzelnen Signale kann später in der Mischung nach Wunsch ins Verhältnis gesetzt werden.

3.2.2 Mikrofonierung Bass

Die Abnahme des Basses wird in der Popmusik meist über zwei parallele Signale, direkt vom Tonabnehmer des Instrumentes und vom mikrofonierten Verstärker realisiert. Meist kommt ein elektrischer Bass ohne eigenen Klangkörper zum Einsatz, je nach Material und Bauart des Basses wird jedoch ein individueller Klang geliefert, den es abzubilden gilt.

Da durch die Führung des Basssignals über die Studioreleitungen ein Zeit- und somit auch ein Phasenversatz der beiden Signale stattfindet, ist dies im Nachhinein zu korrigieren.

<p>Warwick Corvette STD 4 Bubinga AA</p>	<p><u>TECH21 Sansamp Programmable Bassdriver</u> Dieses eigentlich zur Klangfärbung des direkten Signals gebaute Gerät, wurde in diesem Fall im Bypass Modus zur Symmetrierung des Signals in neutraler Form eingesetzt.</p> <p>Zur Klangformung wurde die Aktivelektronik des Basses genutzt.</p>	
<p>Warwick Pro Fet Topteil + Warwick 2x10" Box</p>	<p><u>Shure Beta 52A</u> Ziel der Mikrofonierung des Bassverstärkers ist es, die erwünschte Färbung, die durch die Verstärkerschaltung und die Übertragung des Schalles über einen Lautsprecher geschieht, einzufangen. Dies fügt dem eher leblosen Klang des direkten Signals eine weitere Klangfarbe hinzu. Durch den Einsatz eines Mikrofones, das im Bassbereich über Anhebungen verfügt, kann ein besonders druckvoller Klang erreicht werden.</p> <p><u>Positionierung:</u> Ca. 4 cm Entfernung zur Kalotte. 0° On Axis Ausrichtung.</p>	

Abb. 12: Detaillierte Auflistung der Bassabnahme

3.2.3 Mikrofonierung Akustikgitarre

Bei der Mikrofonierung der Akustikgitarre sollte für diesen Fall eine stereofone Anordnung die räumliche Ausdehnung des Instrumentes verstärken und als Resultat breiter im Stereobild abbilden. Oft wird für diesen Zweck eine Quasi-AB Mikrofonierung verwendet, die die verschiedenen Klangfarben am Hals und am Steg zu einem stereofonen Bild kombiniert. Das Problem, das hierbei auftritt besteht meist darin, dass das Panorama in eine der Richtungen zu kippen scheint. Dies kann mit einer XY-Anordnung der Mikrofone umgangen werden, wobei auch hier durch die Ausrichtung auf das Schallloch die Balance korrigiert werden musste, um ein stabiles Bild im Panorama zu erhalten.

Cort Westerngitarre	<p><u>Schoeps MK5</u> Die umschaltbare Kapsel MK5 besitzt im Vergleich zu der MK4 Kapsel mit einer festen Nierencharakteristik eine leichte Höhenanhebung ab 3 kHz. Dies verstärkt die Obertöne der gespielten Akkorde auf der Gitarre und ist somit erwünscht.</p> <p><u>Positionierung:</u> Ca. 15 cm entfernt vom 15. Bund der Gitarre. Ausgerichtet auf das Schallloch. 100° Öffnungswinkel.</p>	
---------------------	--	--

Abb. 13: Detaillierte Auflistung der Akustikgitarrenmikrofonierung

3.2.4 Mikrofonierung E-Gitarre

Für die Aufnahme einer E-Gitarre ist vor allem die Bauart der Gitarre selbst entscheidend für den Klang und Charakter der Aufnahmen. Aber auch die Wahl des Verstärkers und der davor befindlichen Effektpedale sind ausschlaggebend. In diesem Fall wurde als Hauptinstrument eine Ibanez JSM 100 VT John Scofield SB Gitarre verwendet, die aufgrund ihrer halbakustischen Bauweise besonders für Jazz geeignet ist. Ergänzend wurde für die Doppelung mit einer Epiphone LP Custom Gitarre in Les Paul Bauweise gearbeitet. Als Verstärker kam ein Fender Blues Deluxe zum Einsatz, der für cleane bis angezernte Klänge sehr gut geeignet ist. Die verzerrten Klänge wurden mit einem entsprechenden Pedal erzeugt.

Die Teile in den Strophen wurde mit der Ibanez Jazzgitarre aufgenommen, die für solche gezupften und cleanen Passagen besonders geeignet ist. Hierbei wurde der Halstonabnehmer für einen besonders warmen, weniger perkussiven Ton eingesetzt. In der Bridge wurde der Stegtonabnehmer verwendet, der Overdrive wurde durch ein Rodenberg Gas 828 Pedal in der Einstellung 808 erzeugt.

Im Refrain wurden eine Overdrive, eine Clean und eine Distortion Spur kombiniert. Die Clean Spur wurde mit der Epiphone LP Custom Gitarre aufgenommen, die beiden weiteren Spuren mit der Ibanez Gitarre, in Kombination mit dem Gas 828 Pedal, in verschiedenen Einstellungen.

Die verschiedenen Layer im Refrain dienen dem Zweck durch die Überlagerung von weniger stark verzerrten Signalen als Endprodukt einen Gesamtklang zu erhalten, der im Vergleich zu einer einzigen, stärker verzerrten Spur, deutlich druckvoller, dichter und vielseitiger ist. Wichtig ist hier auch wieder die Kontrollierbarkeit der Einzelklänge in der späteren Mischung.

<p>Fender Blues Deluxe 12" Lautsprecher 40 Watt Vollröhre</p>	<p><u>Royer R-122</u> Das SF121 gehört zur neuen Generation von Bändchenmikrofonen, das bauartbedingt höheren Schalldrücken ausgesetzt werden darf, als seinen Vorgängern. Aus diesem Grund wird dieses Mikrofon gerne vor Gitarrenverstärkern eingesetzt, aber auch, da es durch einen natürlich klingenden Frequenzgang keine Überbetonung von hohen Frequenzen hervorruft, wenn es direkt an der Kalotte platziert wird. Als reiner Druckgradientenempfänger weist das Mikrofon jedoch einen starken Nahbesprechungseffekt auf.</p> <p><u>Positionierung:</u> Ca. 8 cm von der Kalotte entfernt und 40° zum Rand gewendet.</p>	
	<p><u>Shure SM57</u> Das SM57 liefert aufgrund seines speziellen Frequenzgangs einen sehr gefärbten Klang, der besonders im Bereich der oberen Mitten charakteristisch ist. Dieser Bereich ist für die Durchsetzung der Gitarren im Mix relevant und wird zusätzlich zum Signal des anderen Mikrofons eingesetzt. Bei der Ausrichtung wurde die Position an die des bereits eingestellten Royer R-122 angepasst, um Phasengleichheit zu gewährleisten.</p> <p><u>Positionierung:</u> Ca. 8 cm von Kalotte entfernt und 40° zum Rand gewendet.</p>	

Abb. 14: Detaillierte Auflistung der E-Gitarrenmikrofonierung

Als besonderer Trick, um die beiden Mikrofonensignale in Phase zu bringen, wurde der Gitarrist dazu aufgefordert abgedämpfte Noten zu spielen, sogenannte Palm-Mutes, die sich als Transienten hörbar machen. Dies wurde nach der Aufnahme im DAW-Fenster kontrolliert und entsprechend der Entfernung der Transienten voneinander, der Abstand der Mikrofone zur Kalotte so lange millimeterweise variiert, bis Phasengleichheit gegeben war. Diese Methode verhindert weitgehend Phasenauslöschungen und spart Arbeit, die man man später im Schnitt mehrfach durchführen müsste.

3.2.5 Mikrofonierung Gesang und Chorstimmen

Die Auswahl des passenden Gesangsmikrofons hängt enorm vom Klang der Stimme und von Arrangement und Stimmung des Musikstückes ab. Das in diesem Fall gewählte Brauner Valvet Mikrofon verleiht der Stimme die für Pop Musik nötige Präsenz in der Mischung und bringt durch die Röhrenschaltung eine besondere und erwünschte Färbung in den Klang der Stimme. Da diese Färbung nur bei diesem musikalischen Element so stark hervortritt, findet eine gute Abgrenzung zu den anderen Instrumenten statt. Um dieses Prinzip konsequent weiterzuverfolgen, wurde für die Aufnahme der Dopplungen und aller Chorstimmen koinzident ein Schoeps CCM4 Miniaturmikrofon platziert. Dieses bietet einen weitaus geraderen Frequenzgang und setzt die zusätzlichen Gesangsspuren von dem Lead Gesang klanglich ab. Darüber hinaus muss darauf geachtet werden, dass bei der Überlagerung der Chorstimmen und Dopplungen auch die Frequenzgänge addiert werden. Hierfür eignet sich ein linearer Frequenzgang besser, da die Überlagerung keine bestimmten Frequenzbänder besonders hervorhebt.

Lead Gesang	<p><u>Brauner Valvet:</u> Großmembran Kondensator Mikrofon mit Frequenzgang der auf Gesang bei modernen Musikrichtungen angepasst ist. Bei genannter Entfernung zur Kapsel war ein mäßiger Nahbesprechungseffekt hörbar.</p> <p><u>Positionierung:</u> Ca. 10 cm Abstand zur Schallquelle.</p>	
Chor Gesang / Dopplungen	<p><u>Schoeps CCM4:</u> Kompaktausführung des Modularsystems MK4 + CMC6 Verstärker. Durch die kleinere Membranfläche treten im Vergleich zum Brauner Valvet weniger Partialschwingungen und somit weniger Verfärbungen im Klang auf. Ein puristisches Schaltungsdesign ermöglicht eine natürliche Übertragung des Schallereignisses.</p> <p><u>Positionierung:</u> Ca. 10 cm Abstand zur Schallquelle.</p>	

Abb. 15: Detaillierte Auflistung der Gesangsmikrofonierung

Es bleibt hinzuzufügen, dass für die Live-Aufnahmen dieselbe Positionierung, in einem anderen Raum verwendet wurde. Durch die Aufstellung der Absorberelemente und den Nahbesprechungseffekt kann der Faktor der verschiedenen Raumakustiken weitgehend vernachlässigt werden.

4. Die Postproduktion

Begleitend zu den vielseitigen Möglichkeiten während der Aufnahme, bieten sich dem Tonmeister bei aktuellen Aufnahmesystemen im Anschluss an die Aufnahmen eine Fülle an Bearbeitungsmöglichkeiten. Diese sind je nach System auf dem operiert wird unterschiedlich ausgeprägt.

Im Folgenden soll anhand der in *Digidesign Pro Tools* implementierten Funktion *Beat Detective* das Timing der aufgenommenen Instrumente auf verschiedene Weisen korrigiert und verändert werden. Für die Spurensäuberung wird der Einsatz von *Strip Silence* erläutert.

Zur Tonhöhenkorrektur des Gesangs wird die Software *Celemony Melodyne* verwendet und als zusätzliche Alternative *Antares Autotune* herangezogen.

4.1 Auswahl der Takes

Je nach verfügbarer Zeit ist es sinnvoll, die Auswahl und Montage der verschiedenen Songpassagen aus den aufgenommenen Takes direkt während oder anschließend an die Aufnahmen gemeinsam mit den Musikern vorzunehmen.

Oft wird in dieser Phase der Produktion jedoch ohne die Anwesenheit der Musiker gearbeitet. In diesem Fall ist es von Vorteil diese Bearbeitungen in Absprache mit dem verantwortlichen Produzenten oder selbstverantwortlich als Produzent, unter Einbeziehung der Aussage des Titels durchzuführen.

Im Falle der Produktion für diese Arbeit wurde bei den Live-Aufnahmen aus der Anzahl von 7 eingespielten Versionen, in Absprache mit der Band die Finalversion gewählt und wie bereits in Kapitel 3.1.1 beschrieben anschließend im Punch-In Verfahren korrigiert.

Durch die Möglichkeit des Punch-Ins konnte die Takeauswahl für die Overdub-Aufnahmen ebenfalls während dem Produktionsprozess durchgeführt und nach Wunsch mit korrigierenden Punch-Ins vervollständigt werden. Das Resultat der Aufnahmephase ist in diesem Fall also keine Fülle von Takes, die später noch montiert werden müssen, sondern ein montiertes Konstrukt, das als Song im musikalischen Sinne bereits funktionieren kann.

Eine zentrale Funktion von Pro Tools, die diese Arbeitsweise ermöglicht, ist die Möglichkeit in mehreren Ebenen einer Spur parallel aufnehmen zu können. Durch das Anlegen von sogenannten Playlists, kann man während der Aufnahme alle Takes am selben Timecode bzw. am selben Takt aufnehmen und hat bei der späteren Takeauswahl keine Schwierigkeit zwischen den einzelnen Takes hin- und herzuschneiden. Wichtig ist es dennoch während den Aufnahmen eine Liste über den Inhalt und die Qualität der Playlists zu führen.

Für die Aufnahmen zu dieser Arbeit wurde wie bereits erwähnt in Magix Sequoia aufgenommen, die Funktion der Playlists kam beim späteren Schnitt jedoch zum Einsatz.

4.2 Spurensäuberung

Bereits in der Zeit der Analogbandtechnik wurden für die Pausen eines Instrumentes Mute-Automationen angelegt, um unerwünschtes Rauschen, Griffgeräusche oder Übersprechen auszublenden. Im Zeitalter der non-destruktiven Digital Audio Workstations können solche Automationen vermieden werden, da man hier offline die Spielpausen heraus editiert und die Schnitte zusätzlich durch Fades beliebiger Länge abrunden kann.

Diese Herangehensweise verändert im Gegensatz zur Verwendung von Gates und Expandern die Einschwingphase des Signales nicht und ist darüber hinaus besser kontrollierbar, da jede Note manuell geschnitten wird und alle diese Schnitte zusätzlich visuell kontrollierbar sind.

Eine Erleichterung beim Säubern von Spuren ist die *Strip Silence* Funktion von Pro Tools. Dies ist eine automatisierte Schnittfunktion, die ähnlich wie ein Noisegate mittels eines Threshold Wertes eingestellt wird. Mit dem Duration Regler kann die minimale Länge der erkannten Audiosignale eingestellt werden und mit einem Start und End-Pad kann eine Verschiebung aller Schnitte um eine definierte Länge stattfinden. So können Signale mit längerem Ein- oder Ausschwingvorgang ohne großen Aufwand sauber geschnitten werden. Eine manuelle Nachjustierung der Schnitte und das Setzen von Fades ist jedoch auch bei der Verwendung von Strip Silence weiterhin nötig.

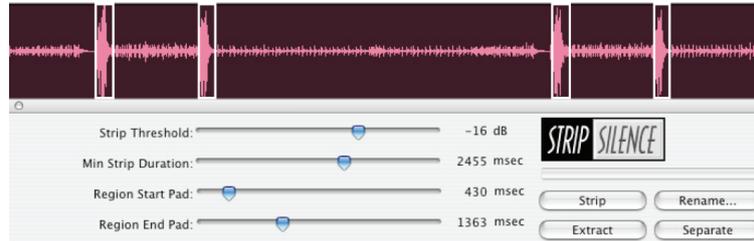


Abb. 16: Strip Silence in Pro Tools

Diese Säuberung der Spuren von musikalisch nicht relevantem Material ist bei Gesangsspuren nützlich, da viele Sänger vor ihrem Einsatz entweder kurze Atemübungen machen oder den zu singenden Ton anstimmen. Bei Aufnahmen von E-Gitarren können Griffgeräusche und vor allem das Rauschen des Verstärkers in Spielpausen unterdrückt werden.

Besonders hilfreich ist die Säuberung von Spuren jedoch bei Schlagzeugaufnahmen, da hier aufgrund der einzelnen Mikrofonierungen, ein starkes Übersprechen der anderen Trommeln und Becken vorhanden ist. Meist wird das Übersprechen zusätzlich durch die stattfindende Kompression angehoben und durch den Einsatz von Filtern und Hall weiter in unerwünschter Weise bearbeitet und Resonanzen verstärkt. Ein effektives Einsatzgebiet für Strip Silence sind die Tom-Spuren, da diese Instrumente des Schlagzeugs, je nach Genre, eher selten gespielt werden, aber auch die Stützmikrofone von Ride-Becken oder zusätzlicher Snaresdrums können hiermit gesäubert werden.

Das Resultat der Spurensäuberung ist eine insgesamt klarere Mischung und mehr Freiraum in der Nachbearbeitung der Spuren.

4.3 Audioquantisierung

Bei der Audioquantisierung ist grundsätzlich zwischen der Zeit- und der Längenquantisierung zu unterscheiden, wobei die Zeitquantisierung von Audiomaterial im Verschieben der Position des Materials auf eine wählbare Referenz besteht.⁴⁹

Die Längenquantisierung tritt verbunden mit der Zeitquantisierung auf und bedient sich verschiedener Algorithmen zur Veränderung der Dauer des Audiomaterials. Während bei der Zeitquantisierung geringer Rechenaufwand nötig ist, da nur ein Schwerpunkt im Signal festgelegt werden muss zu dem es verschoben wird, ist die Längenquantisierung mit hohem Rechenaufwand verbunden.

Zur Quantisierung von Audiomaterial ist, anders wie bei MIDI-Noten, vorab eine Erkennung der Transienten und somit eine zeitliche Definition des Audioevents nötig.

Des Weiteren ist es bei Instrumenten, die mehrfach mikrofoniert wurden wichtig, alle zugehörigen Spuren mit derselben Einstellung und gleichzeitig zu quantisieren, um Phasenversätze zu vermeiden.

In Pro Tools gibt es hierfür die implementierte Funktion Beat Detective, mit der sich alle Schritte, von der Erkennung der Transienten, bis zum automatischen Crossfade durchführen lassen. Beat Detective arbeitet nach dem Prinzip der Zeitquantisierung.

In den folgenden Abschnitten wird die Arbeitsweise bei der Zeitquantisierung anhand von Beat Detective aufgezeigt.

4.3.1 Erkennung der Audiosignale

Bei der Erkennung gibt es, je nachdem wie die weitere Vorgehensweise bei der Quantisierung aussehen soll, verschiedene Wahlmöglichkeiten. Allen Möglichkeiten liegt jedoch ein identisches Prinzip der Erkennung zugrunde, das im Folgenden anhand des Beat Detectives erläutert werden soll.

Wurde das vorliegende Material taktgebunden, mithilfe eines DAW-internen Metronoms aufgenommen, besteht der erste Schritt darin, den zu erkennenden Bereich zu markieren und Anfangs- und Endzählzeit zu bestimmen. Die Eingabe dieser Zählzeiten ist für den Beat Detective sehr wichtig, um den sogenannten *Trigger Points*⁵⁰ die jeweils korrekten Beats zuzuordnen und sie bei der späteren Korrektur auf die richtige Zeit zu verschieben. Des Weiteren ist es wichtig die kleinste in der Passage vorkommende Zählzeit anzugeben und durch das Einstellen der Resolution festzulegen ob Takte, Zählzeiten oder Unterzählzeiten erkannt werden sollen.

⁴⁹ <http://de.wikipedia.org/wiki/Quantisierung>

⁵⁰ Trigger Points sind Pegelspitzen zugeordnete Marker und beinhalten die Information über deren jeweilige Zählzeit.

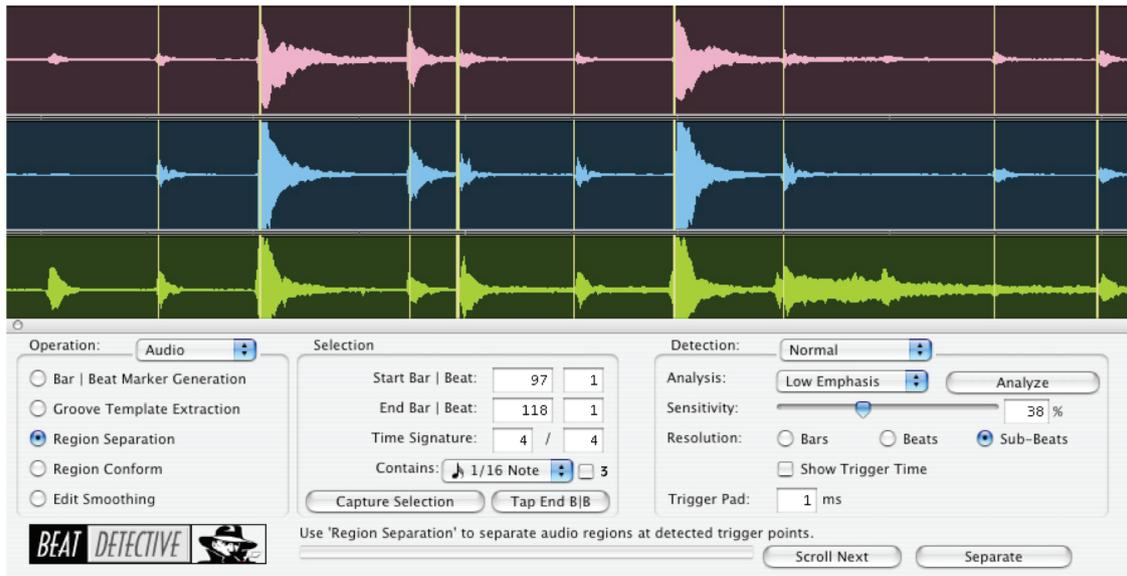


Abb. 17: Erkennung der Transienten mit Beat Detective

Für die Trigger Points gibt es, ähnlich wie bei der Strip Silence Funktion, einen Schwellenwert, die *Sensitivity*, bei deren Überschreitung die Transientenerkennung erfolgt.

Während der Postproduktion des begleitenden Titels zu dieser Arbeit hat es sich als vorteilhaft erwiesen mit einer hohen Sensivity zu arbeiten und überflüssige Trigger Points von Hand zu entfernen, anstatt mit einer niedrigen Sensivity zu arbeiten und zusätzliche Trigger hinzuzufügen. Die erste Methode arbeitet genauer, da die Trigger Points vom Beat Detective gesetzt werden und nicht manuell. Eine händische Korrektur der Trigger ist bei beiden Möglichkeiten jedoch nötig, um auf der Grundlage einer bestmöglichen Erkennung des Materials später die Quantisierung vornehmen zu können. Eine weitere Möglichkeit, um die Erkennung der Transienten zu verbessern ist die Emphasis Funktion, die ähnlich wie bei einem Sidechain das Trägersignal filtert und somit auf das jeweilige Instrument anpassen kann.

Ausgehend von dieser Erkennung liegen nun die Trigger Points vor, die auf verschiedene Weise weiterverarbeitet werden können.

Die erste Möglichkeit besteht darin, eine sogenannte *Bar/Beat Marker Generation* zu erstellen, die in der Tempospur des Projektes sichtbar wird und für die weitere Quantisierung von anderen Spuren verwendet werden kann.

Außerdem kann man über die *Groove Template Extraction* ein Abbild des Grooves in eine Datei speichern, welche auch zur späteren Quantisierung anderer Spuren verfügbar ist.

Die dritte und letzte Möglichkeit mit den Trigger Points zu arbeiten, ist über die Option *Region Separation* einen automatisierten Schnitt an den jeweiligen Positionen durchzuführen. Für Instrumente mit einer längeren Einschwingphase kann wieder mit einer Vorverzögerung gearbeitet werden, die den Schnitt, jedoch nicht die Trigger Points verschiebt.⁵¹

⁵¹ Die Trigger Points werden weiterhin den Pegelspitzen zugeordnet, die Schnitte können jedoch davor geschehen.

Für die Postproduktion dieser Arbeit wurde bei allen Instrumenten mit der Region Separation Funktion eine Erkennung und ein automatischer Schnitt aller Zählzeiten durchgeführt. Bei den Schlagzeugspuren wurde zusätzlich die Groove Template Extraction durchgeführt.

Um die unterschiedlichen Quantisierungen später auf derselben Basis durchzuführen, wurde das erkannte Material auf einer eigenen Playlist abgelegt und konnte später in die jeweiligen Playlists für die Quantisierungen kopiert und weiterverarbeitet werden.

Bei gedoppelten Instrumentenspuren ist es von großer Wichtigkeit, die Erkennung für beide Spuren separat durchzuführen, damit die Quantisierung später jeweils für jede Spur eigene Trigger Points zur Verfügung hat und so genauer arbeiten kann.

4.3.2 Quantisierung nach Raster

Hat man die Erkennung der relevanten Noten im Audiomaterial abgeschlossen und mit der Region Separation Funktion in einzelne Audioregions unterteilt, kann bei einer Aufnahme, die mit einem Taktraster als Referenz aufgenommen wurde, die Quantisierung beginnen. Hierfür wird im Beat Detective die Funktion *Region Conform* gewählt.

Wie bei der Erkennung in Kapitel 4.3.1 muss wieder der korrekte Bereich markiert sein und dessen Anfangs- und Endzählzeit eingegeben werden. Falls hier ein Fehler unterläuft, werden die zu bearbeitenden Regions über eine falsche Anzahl von Takten verteilt und somit das Tempo verändert.

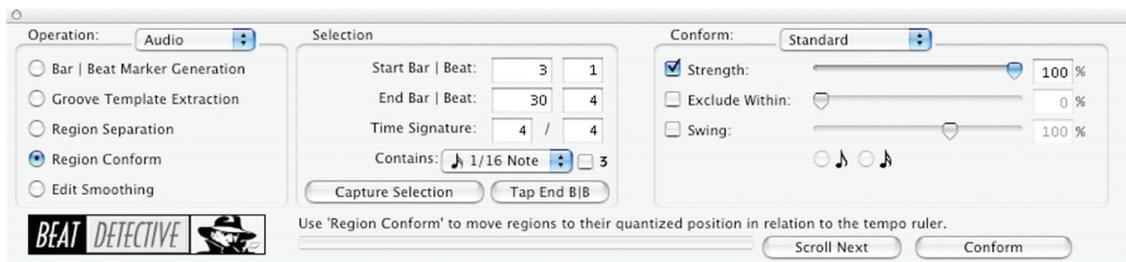


Abb. 18: Beat Detective Einstellung zur Timingkorrektur von Audio Regions

Nun erfolgt mit dem Parameter *Strength* eine prozentuale Angabe zur Korrektur, die bestimmt, ob eine Region genau auf die nächste Zählzeit oder bei der Eingabe eines Zwischenwertes auf die jeweilige Distanz zwischen jetziger und idealer Position verschoben wird.

Mit dem *Exclude Within* Parameter werden Trigger Points innerhalb einer bestimmten Toleranzgrenze von der korrekten Zählzeit aus nicht quantisiert.

Wurde bei der Erkennung der Noten unsauber gearbeitet, so wirkt sich dies meist auch auf die darauffolgenden Noten aus und verschiebt diese auf falsche Zählzeiten.

In diesem Fall es ist es sinnvoll einen Schritt zurück in die Erkennung zu gehen, um mit der Anzeige der *Trigger Time* die falsche Zählzeit zu identifizieren und zu korrigieren.

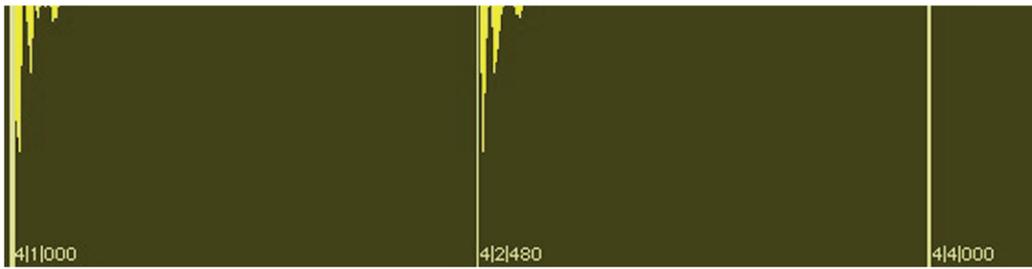


Abb. 19: Trigger Points und ihre zugehörigen Zählzeiten

Je nach Stärke der Quantisierung und abhängig vom Timing der Einspielung entstehen beim Verschieben der Regions Lücken oder Überlappungen im Audiomaterial. Lücken entstehen, wenn das eingespielte Tempo in dieser Passage die Referenz BPM übersteigt und Überlappungen, wenn das eingespielte Tempo niedriger als die BPM-Zahl des Projektes ist.

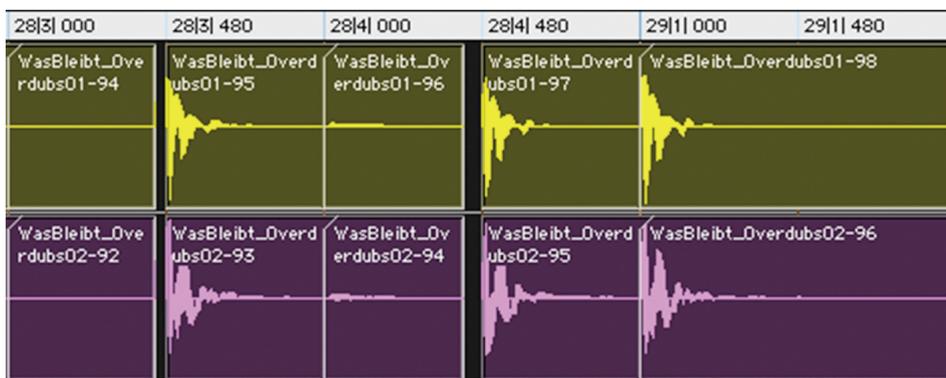


Abb. 20: Sichtbare Lücken nach der Quantisierung des Audiomaterials

Speziell hierfür gibt es eine weitere Funktion im Beat Detective, die sich *Edit Smoothing* nennt. Hiermit lassen sich durch automatisches Aufziehen der beiden angrenzenden Regions Lücken füllen und es werden an jedem Schnitt automatisch Crossfades gesetzt.

Problematisch wird es, wenn beim Aufziehen der Regionen eine Wiederholung des Inhaltes hörbar wird. Dies kann entweder durch entsprechend geschickt gesetzte Crossfades kaschiert oder aber bei kleinen Korrekturen durch einen Time-Stretch⁵² behoben werden.

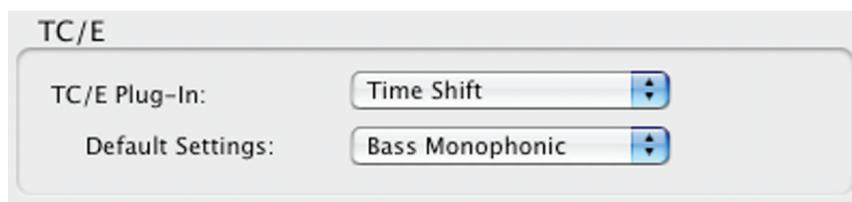


Abb. 21: Timestretch Auswahl in Pro Tools

Bei der Postproduktion zum begleitenden Titel dieser Arbeit wurden zu kurze Bassnoten mit dem Time-Stretch Algorithmus „Bass Monophonic“ angepasst, welcher ein unverfälschtes Ergebnis lieferte.

⁵² Sie dazu Kap. 4.4.1

Beim Schnitt der Schlagzeugspuren wurde jedoch auf Time-Stretch verzichtet, da diese im Verhältnis lauter gepegelt werden und solche Korrekturen somit leichter hörbar gewesen wären.

Für die begleitende Audio-CD zu dieser Arbeit wurde in verschiedenen Playlists jeweils eine 100% Quantisierung und eine 50% Quantisierung durchgeführt, wobei bei letzterem der Exclude Within Wert auf 25% gestellt war.

Durch die Quantisierung wurden natürliche Temposchwankungen während und nach Fills⁵³ des Schlagzeugs und bei der Hinleitung zu den Refrains entfernt. Meistens zieht die Quantisierung der Schlagzeugspuren auch weitere Korrekturen der anderen Instrumente nach sich, da diese mit dem Schlagzeug als Taktreferenz eingespielt wurden.

Hier war zu bemerken, dass sich vor allem arpeggierte Melodien und stark verzerrte Klänge problematisch bei der Erkennung und der Quantisierung verhalten. Bei den Arpeggios der cleanen E-Gitarre fällt nach der Quantisierung eine unnatürliche, leblose Spielweise auf. Bei verzerrten elektrischen Gitarren liegt eine Glättung der Transienten vor, was die Erkennung erschwert und teilweise zu Fehlerkennungen führt.

Allgemein sind die Folgen der Quantisierung vor allem in der Änderung des Klangcharakters zu bemerken, der durch die Überlagerung aller Pegelspitzen von verschiedenen Spuren eine gewisse Härte bekommt.

Im musikalischen Gesamtkontext ist jedoch auch zu bemerken, dass durch das Fehlen von Temposchwankungen wiederum eine gewisse Leblosigkeit zu bemerken ist. Leichte Steigerungen im Tempo, können zur Dramaturgie des Arrangements beitragen und als musikalisches Ausdrucksmittel Bewegung in den Song bringen.

Um dies bei einer bereits nah am Raster eingespielten Aufnahme zu vermeiden, kann es hilfreich sein, nach der im folgenden Kapitel beschriebenen Methode zu arbeiten.

4.3.3 Quantisierung nach Groovemap

Für Timingkorrekturen, die sich an einer bereits eingespielten Spur eines Instrumentes orientieren sollen, ist die Quantisierung nach einer *Groovemap* zu empfehlen.

Hier muss nach der in Kapitel 4.3.1 beschriebenen Methode eine solche Groovemap erstellt und entweder als Datei auf einen Datenträger oder in den Zwischenspeicher abgelegt werden. Die bereits separierten Instrumentenspuren, von Akustikgitarre, Bass und E-Gitarre, wurden hierfür in eine neue Playlist kopiert und können nun neu bearbeitet werden. Im Beat Detective muss dafür im Region Conform Menü, anstatt Standard, Groove ausgewählt werden, wodurch die Wahl zwischen *Standard-Grooves*⁵⁴ und selbst erstellten Grooves zur Verfügung steht.

⁵³ Mit Fills sind hier rhythmische Variationen des Schlagzeug gemeint, die zur Abwechslung, Akzentierung oder zur Steigerung verwendet werden.

⁵⁴ Das MIDI-Timing von verschiedenen Sequenzern unterscheidet sich oft, dies wird in vielen Programmen als Groove Templates nachempfunden. Das Timing der MPC von AKAI ist besonders beliebt und kann durch diese Funktion auf Audio oder MIDI Material angewendet werden.

Bei den Nachbearbeitungen zum begleitenden Titel dieser Arbeit war zusätzlich zur Quantisierung auf den Groove des Schlagzeuges, das Aktivieren der Option *Pre-Process using Standard-Conform* nötig, die mithilfe des Grundrasters eine erste Anpassung vornimmt und somit Fehler bei der späteren Arbeit vermeidet.

Auch bei dieser Art der Quantisierung musste aufgrund von Tempounterschieden zwischen der Instrumentenspur und der Schlagzeugspur Time-Stretch eingesetzt werden.

Bei der Quantisierung nach dem Schlagzeuggroove wurde parallel zur Rasterquantisierung mit der Einstellung von 100% und 50% Strength gearbeitet. Die Quantisierung der Live-Aufnahmen fand mit der Einstellung 70% Strength statt.

Bei dieser Herangehensweise war derselbe Klangeindruck wie bei der Rasterquantisierung zu beobachten, der sich in einem härteren Klang mit stärkeren Transienten äußerte.

Im Vergleich zur Rasterquantisierung war in der Natürlichkeit der Spielweise ein deutlicher Unterschied zu hören. Dies rührt daher, dass die Harmonieinstrumente auf ein unbearbeitetes Schlagzeug mit natürlichen Schwankungen im Tempo aufgenommen wurden und bei der Live-Aufnahme eine gleichzeitige Einspielung stattfand. Aus diesen Gründen war der zu korrigierende Versatz zu der Referenz sehr gering und die Performance wurde bei der Quantisierung nur minimal verändert.

4.3.4 Genrespezifischer Einsatz von Audioquantisierung

Jedes Musikgenre hat eine bestimmte zugehörige Klangästhetik, die Grundstimmungen und Grundgedanken unterstützt. Ähnlich wie die Klangästhetik gibt es Postproduktionstechniken, die für bestimmte Genres charakteristisch sind und einen großen Beitrag zum Klang und zur Wirkung des Endergebnisses beitragen.

Gerade im Bereich Metal und Hard Rock ist es ein fester Bestandteil der Postproduktion, eine Quantisierung auf das Raster vorzunehmen und darüber hinaus die gespielten Schlagzeugnoten mithilfe eines Drum-Replacers zu ergänzen. Meist wird der Schnitt des Schlagzeuges jedoch direkt anschließend an die Aufnahme erledigt, so dass alle weiteren Instrumente auf eine bereits korrigierte Version aufnehmen können.

Ähnliche Tendenzen sind im Bereich moderner Popmusik mit elektronischen Elementen zu beobachten, wobei hier auch vermehrt MIDI-Instrumente eingesetzt werden.

Im Bereich von akustischer Musik, wie Jazz, Blues oder Folk ist eine Veränderung des Klangbildes unerwünscht und keine technische Perfektion angestrebt. Möchte man rhythmische Feinheiten korrigieren, ist hier eher der manuelle Schnitt einzusetzen.

4.4 Tonhöhenkorrektur

Während die Grundlagen für den digitalen Schnitt bereits in Kapitel 2ff. erläutert wurden, ist für das Verständnis von Software zur Tonhöhenkorrektur ein anderer technischer Hintergrund notwendig. Hierfür soll in den folgenden Abschnitten die theoretische Grundlage geschaffen werden.

4.4.1 Technischer Hintergrund zur Tonhöhenkorrektur

Am Anfang der Tonhöhenkorrektur muss eine Signalanalyse des Audiomaterials stattfinden. Dies wird durch eine Fouriertransformation realisiert, wodurch Grundton, Obertonspektrum und gegebenenfalls Formantfrequenzen⁵⁵ bestimmt werden können. Daraufhin findet die Korrektur im eigentlichen Sinne statt.

Die einfachste Art, um die Tonhöhe von Audiomaterial zu verändern, ist die Konvertierung der Abtastrate. Dies bringt jedoch auch eine Veränderung der zeitlichen Ausdehnung mit sich. Bei einem sogenannten *Pitch-Shift*, wie er beim Großteil der Programme zur Tonhöhenkorrektur verwendet wird, kann im Gegensatz dazu die Tonhöhe verändert werden, ohne die Länge des Materials zu beeinflussen.

Die gängige Methode für einen Pitch-Shift ist es, mittels eines Time-Stretch Algorithmus die Dauer des Materials auf eine bestimmte Länge zu verändern und daraufhin mit einer Veränderung der Abtastrate die ursprüngliche Länge wiederherzustellen, womit man als Resultat die gewünschte Tonhöhe erhält. Der Faktor des Time-Stretch und die Abtastrate für die Konvertierung müssen rechnerisch aufeinander abgeglichen werden und verhalten sich umgekehrt proportional zueinander.

Für einen Pitch-Shift um eine Oktave nach oben, muss also die Dauer um den Faktor 2 verlängert werden und hinterher eine Abtastung mit der halben Samplerate stattfinden.⁵⁶

Für die Implementierung von Time-Stretch bzw. dem reziproken Prozess des Pitch-Shifting wurden seit den Sechziger Jahren Ansätze wie der *Phase Vocoder* und das *Time Domain Harmonic Scaling* entwickelt.

Der Phase-Vocoder bedient sich der Short-Time-Fourier-Transformation, um das Audiosignal in die Fourier Darstellung zu überführen. Anders als bei der normalen Fourier Transformation, die keine Aussage über das zeitliche Auftreten der Frequenzen zulässt, wird dies bei der STFT durch das Nutzen einer Fensterfunktion erreicht. Eine Fensterfunktion dient dazu, einen bestimmten Bereich aus dem Signal zu extrahieren und einzeln betrachten zu können. Die Dauer des Signals wird verändert, indem die Frequenzdifferenzen zwischen den Fenstern innerhalb der Fourierdarstellung festgestellt werden. Diese werden daraufhin auf eine andere zeitliche Basis berechnet.

⁵⁵ <http://de.wikipedia.org/wiki/Formant>

⁵⁶ Proc. 1999 IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics, New Paltz, New York, (1999)

Die Berechnung der Frequenzdifferenzen geschieht anhand der Phasenverschiebungen zwischen den Fenstern. Mit einer inversen STFT wird daraufhin wieder die zeitliche Darstellung des Signals erreicht.⁵⁷

Der Phase-Vocoder zieht viele klangliche Nachteile nach sich, die sich als „Schmierer“ und „Nachhallartige Effekte“ bemerkbar machen. Dies ist auf Phasenverschiebungen bei der Fensterung zurückzuführen, welche auftreten, da keine Synchronisation zwischen den Fenstern und den Grundtönen des Signales geschieht.

Das Time Domain Harmonic Scaling basiert auf einer näherungsweise Berechnung des Grundtones im vorliegenden Material, welche auf verschiedene Weisen erfolgen kann. Die Time-Stretch Operation wird durch das Kopieren des Eingangssignales auf den Ausgang erreicht, auch Synchronized-Overlap-Add-Method genannt. Beim Kopiervorgang wird jeweils um die Größe der Überlappung, abzüglich eines Vielfachen der Frequenz des Grundtones inkrementiert. Als Ergebnis erhält man ein Audiosignal, das in einer anderen Geschwindigkeit abgespielt wird, als am Eingang, jedoch wird anders als beim Phase-Vocoder synchron zur Grundtonfrequenz gearbeitet.

Diese Methode spart Rechenzeit, ist jedoch sehr abhängig von der Erkennung des Grundtones und kann so nur bei bestimmtem Material erfolgreich eingesetzt werden.

Beide Ansätze wurden mittlerweile erweitert, verbessert und kombiniert, um die klanglichen Einbußen vernachlässigbar zu machen und den Einsatz in der professionellen Studio-technik zu ermöglichen.⁵⁸

Wie bereits in Kapitel 4.3.2 gezeigt, werden auch in Digidesign Pro Tools verschiedene Time-Stretch Algorithmen verwendet, die bei einer Spezifizierung des Audioinhaltes deutlich besser arbeiten können, als bei falscher Verwendung der optimierten Algorithmen.

Aktuellere Ansätze werden mitunter durch *Serato's Pitch'n Time* oder *DIRAC* vertreten, auf deren genauere Funktionsweise nicht im Detail eingegangen wird.

Der entscheidende Punkt, der den Einsatz von Software zur Tonhöhenkorrektur zu einem Vorteil gegenüber einfachen Pitch-Shifting Algorithmen macht, ist abgesehen von der Bedienoberfläche, die automatische Formantkorrektur.

Formanten sind besonders ausgeprägte Frequenzen eines Tones, die charakteristisch für dessen Klangfarbe sind und entstehen bei Instrumenten durch Resonanzen am Klangkörper und bei der menschlichen Stimme durch Resonanzen im Mund-, Nasen- und Rachenbereich, im Zusammenspiel mit der Mund- und Zungenstellung.⁵⁹

Die Abbildungen 22-24 auf Seite 43 zeigen anschaulich die Auswirkungen beim Pitch-Shifting mit und ohne Formantkorrektur.

⁵⁷ <http://www.fh-wedel.de/cis/archiv/seminare/ws0304/sz/grundlagen/wavelet4.htm>

⁵⁸ <http://www.dspdimension.com/admin/time-pitch-overview/>

⁵⁹ Dickreiter (1997), Band 1, S. 61

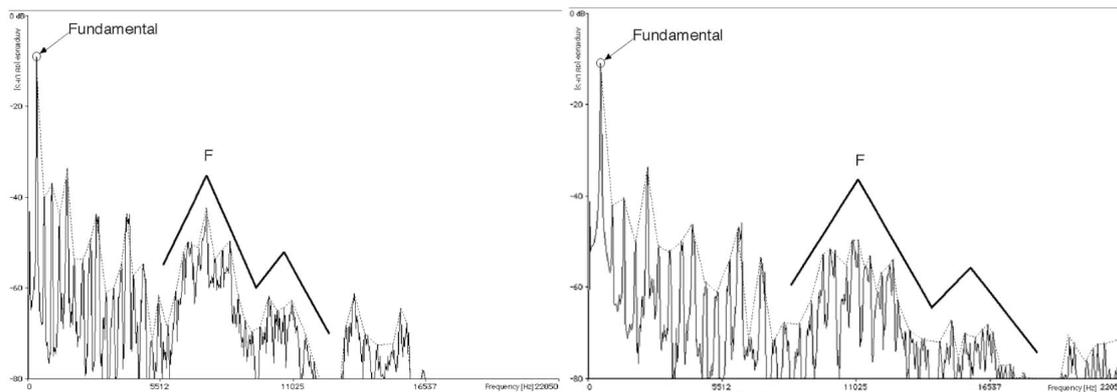


Abb. 22: Originaltonhöhe mit Grundton und Formant⁶⁰

Abb. 23: Veränderte Originaltonhöhe mit verschobenem Formant⁶¹

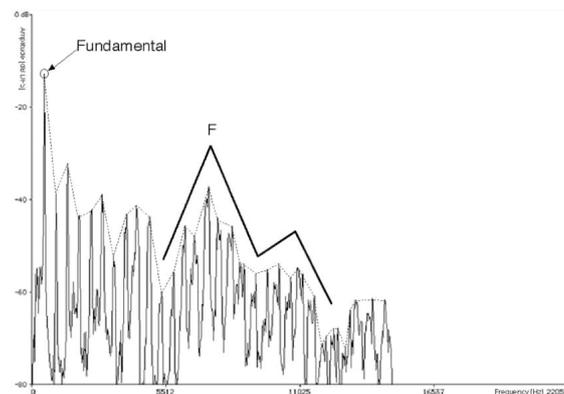


Abb. 24: Veränderte Originaltonhöhe mit Formantkorrektur⁶²

Wie auf den Abbildungen 22-24 zu erkennen ist, möchte man bei der Tonhöhenkorrektur lediglich die Frequenz des Grundtones ändern. Dies bringt jedoch ein Verschieben und Dehnen des Obertonspektrums mit sich, wozu auch die Formantfrequenzen zu zählen sind. Bei der Abbildung 23 kann im Vergleich zum Ursprungssignal auf Abbildung 22 gesehen werden, dass der am stärksten ausgeprägte Formant, hier mit F markiert, seine ursprüngliche Tonhöhe verändert hat. Wird dies mittels einer Software korrigiert oder singt der Sänger den Ton höher ein, erhält man das Frequenzspektrum, das auf Abbildung 24 zu sehen ist. Singt man also dieselbe Note, z.B. einen Halbton höher, wird mit dem Vokaltrakt derselbe Hohlraum gebildet und die Formantfrequenzen, die für den Laut und den Sänger spezifisch sind, werden beibehalten. Dieser natürliche Prozess soll mit der Formantkorrektur nachempfunden werden.

Betrachtet man die verschiedenen Ansätze der Algorithmen, die Tonhöhenkorrektur ermöglichen, so fällt Celemony Melodyne durch einen eigenen, innovativen Ansatz auf. Peter Neubäcker vergleicht den in Melodyne verfolgten Ansatz der *Local Sound Synthesis* mit der *Granular-Synthese*, bei der ein Klang in unhörbar kleine Stücke, sogenannte *Grains* zerlegt wird, so dass dieser in Länge und Tonhöhe formbar wird.

⁶⁰ <http://www.dspdimension.com/admin/formants-pitch-shifting/>

⁶¹ ebenda

⁶² ebenda

Die Local Sound Synthesis geht noch einen Schritt weiter und betrachtet einen Klang als Kontinuum, bei dem es keine kleinste Einheit gibt, wodurch theoretisch alle Parameter der Änderung frei wählbar werden. Beim Durchfahren des Signals in langsamerer oder höherer Geschwindigkeit wird bei der Granular-Synthese ein Körnigkeit hörbar, die durch die Grains verursacht wird, während bei der Local Sound Synthesis keinerlei Artefakte hörbar sind. Weiterhin können durch die Local Sound Synthesis Länge, Tonhöhe und Timbre des Klanges unabhängig voneinander beliebig skaliert werden.

Die genauere Implementierung der Local Sound Synthesis wird jedoch als firmeninterne Information vertraulich behandelt und konnte nicht weiter recherchiert werden.⁶³

4.4.2 Vorbereitungen für die Tonhöhenkorrektur

Meist ist Software zur Tonhöhenkorrektur für den schnellen und unkomplizierten Einsatz als Plugin ausgelegt, das in den Kanalzug des betroffenen Signals insertiert werden kann.

Eine Ausnahme unter diesen Lösungsansätzen stellt Celemony Melodyne dar, das auch im Standalone Betrieb verwendet werden kann und in seiner Struktur einem Sequenzer sehr ähnelt. Melodyne bietet die Möglichkeit mehrere Spuren zu bearbeiten und diese mit dem implementierten Audiomixer ins passende Verhältnis zu setzen. Darüber hinaus kann durch die Mehrspurfunktion eine Anpassung in Timing und Tonhöhe der Spuren aneinander sehr einfach erfolgen.⁶⁴ Melodyne kann jedoch auch im ReWire-Betrieb⁶⁵ oder durch die Melodyne-Bridge parallel zur Mischung in die DAW eingebunden werden.

Für die Postproduktion des begleitenden Songs zu dieser Arbeit wurde jedoch aufgrund der hohen CPU-Belastung während der Mischung im Standalone Betrieb gearbeitet. Um die Bearbeitungen bestmöglich beurteilen zu können, wurden zusammenfassende Bounces vom Schlagzeug und den Harmonieinstrumenten erstellt, die später im Melodyne Audiomixer je nach Belieben zur jeweiligen Bearbeitung gepegelt werden konnten.

Bei der Erkennung von Audiomaterial stehen dem Nutzer verschiedene Voreinstellungen zur Verfügung, die sich auf die spätere Weiterverwendung des Materials auswirken. So wurde für die Beispiele zu dieser Arbeit stets die Einstellung *Melodische Erkennung* gewählt. Als weitere Einstellungen stehen die *Perkussive* und *Polyphone* Erkennung zur Auswahl.

Des Weiteren kann es bei der Erkennung aufgrund von rauhen Gesangspassagen oder einer Überlagerung eines Tones mit weiteren Lauten zu einer Fehlererkennung kommen. Dies sollte im *Correct Detection* Mode jedoch behoben werden, so dass die Töne auf der richtigen Tonhöhe bearbeitet werden können und keine falschen Übergänge entstehen.

Allgemein hat sich die Arbeitsweise in geloopten Abschnitten durch das Setzen von Locator Punkten bewährt, wobei stets eine Überprüfung der Bearbeitung im Gesamtkontext zu erfolgen hat.

⁶³ http://www.celemony.com/cms/index.php?id=m3_background&L=1

⁶⁴ Diese Angaben sind auf die *Studio Version* von Melodyne bezogen.

⁶⁵ <http://www.propellerheads.se/technologies/rewire/index.cfm?fuseaction=mainframe>

Für die Bearbeitungen wurden, je nachdem ob eine Quantisierung oder eine Tonhöhenkorrektur erfolgte, die Playbackspuren ins passende Verhältnis gesetzt. So konnten zur Beurteilung des Timings das Schlagzeug und zur Beurteilung der Tonhöhe die Harmonieinstrumente höher gepegelt werden.

4.4.3 Quantisierung der Gesangspassagen

Beim Einsatz von Melodyne wurde mit der Quantisierung begonnen, die eine Basis für die späteren Tonhöhenkorrekturen und eine Ergänzung zu den Quantisierungen des Beat Detective bieten sollten. Für die Quantisierung der Stimmen wurde bewusst mit Melodyne gearbeitet, da das Audiomaterial hier nicht als Signal mit fester Länge, sondern als ein variabler *Blob* gesehen wird. *Blob* ist der Melodyne-Spezifische Ausdruck für eine Note, mit samt ihrer zeitlichen Ausdehnung und eventuellen gebundene Noten. Aus diesem Grund werden bei der Quantisierung in Melodyne in dem Sinne auch keine Schnitte oder gar Crossfades gesetzt, um Lücken im Audiosignal zu füllen. Stattdessen kann mit dem Time-Stretch Algorithmus die jeweilige Note problemlos gedehnt und gestaucht werden.

Um die Natürlichkeit der Performance zu erhalten, beeinflusst jegliche zeitliche Bearbeitung einer Note stets auch die umgebenden Noten. Dies kann innerhalb einer zusammengehörigen Passage durchaus erwünscht sein, da Übergänge und Atmer beibehalten werden. Falls dies nicht der Fall ist, muss mit der *Segment-Trennung* gearbeitet werden. Hierbei werden Trennmarken gesetzt, die den Einflussbereich der Bearbeitungen einschränken.

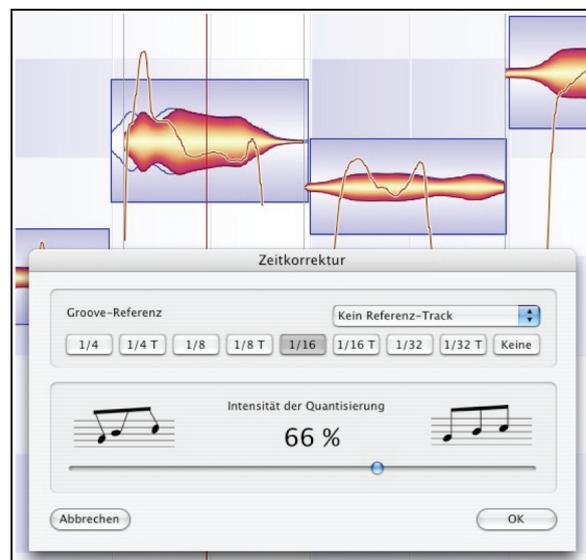


Abb. 25: Automatische Zeitkorrektur in Melodyne

Wie auf Abb. 25 zu sehen, kann auch in Melodyne die Quantisierung automatisch durchgeführt werden, wofür der gewünschte Bereich markiert und im *Loop* gehört wurde. Wichtig ist hier, die Angabe des *Feelings* im Groove, welches in Notenwerten angegeben wird. Der Parameter der *Intensität* ist analog zu dem der *Strength* im Beat Detective und rückt die Noten je nach Einstellung auf die vorgeschlagene Position.

Da Melodyne bei der Quantisierung nicht mit einer Transientenerkennung als Referenz arbeitet, sondern die Anfangspunkte der jeweiligen *Blobs* auf die Linien des Rasters rückt, muss hier oft mit einer manuellen Korrektur gearbeitet werden, um keine unnatürlichen Ergebnisse zu erhalten. Erwünscht wäre hier eine ähnliche Arbeitsweise, wie bei Beat Detective, mit der man den rhythmischen Schwerpunkt auf die Pegelspitzen setzen kann.

Auch bei Melodyne kann man mit einer Referenz-Spur zur Quantisierung arbeiten. Dies hat sich bei der Bearbeitung der Chöre als sehr hilfreich erwiesen, wobei hier die Lead-Stimme als Referenz gewählt wurde. Das Resultat war eine deutlich verbesserte Synchronität der Gesangsspuren, bei der Einzelstimmen nicht mehr so stark auffallen. Die Besonderheit hier ist, dass sowohl Ein- als auch Ausschwingvorgänge der Stimmen quantisiert werden.

Dies zeigt den grundsätzlichen Unterschied zwischen Beat Detective und Melodyne auf, wobei Beat Detective nur eine Zeitquantisierung bietet, Melodyne hingegen zusätzlich Längenquantisierung beherrscht.

Für die begleitende Audio-CD dieser Arbeit wurden entsprechend der Beispiele aus dem Beat Detective, die jeweiligen Quantisierungen für die Gesangsspuren mit Melodyne durchgeführt. Zur Kontrolle wurde als Playback stets der passende Bounce verwendet.

4.4.4 Tonhöhenkorrektur der Gesangspassagen

Ausgehend von der in Kapitel 4.4.2 beschriebenen Erkennung des Audiomaterials wurden die teilweise quantisierten Versionen nun für die Tonhöhenkorrektur aufbereitet.

Während beim vorherigen Arbeitsschritt die Notentrennung auf zusammengehörige Silben ausgelegt war, wurde bei diesem Arbeitsschritt Wert darauf gelegt, dass Notentrennungen auch bei jeder Änderung der Tonhöhe, im Sinne einer gebundenen Note erfolgen.

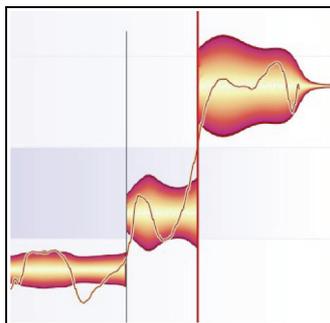


Abb. 26: Notentrennung bei einer gebundenen Note in Melodyne

Als Parameter zur Veränderung des Materials kann zwischen der absoluten *Tonhöhe*, der *Modulation* und dem *Tonhöhendrift* ausgewählt werden.

Die Tonhöhe kann im *Snap-Mode* genau auf Halbtönschritte gesetzt oder aber auch frei gewählt werden.

Mit der *Modulation* lässt sich die Variation der Tonhöhe um einen stabilen Wert hoch- und runterskalieren. Ein gesungenes Vibrato kann so verstärkt und unerwünschte Schwankungen beim Ansetzen einer Note vermindert werden.

Als Tonhöhendrift wird in Melodyne ein Anheben oder Absenken der Tonhöhe mit dem Verlauf des gesungenen Tones bezeichnet.

Mit allen genannten Parametern ist eine kreative Herangehensweise bei der Bearbeitung von Instrumenten möglich, wodurch großer Einfluss auf die Interpretation ausgeübt werden kann. Bei den Beispielen zu dieser Arbeit wurde jedoch das Ziel verfolgt, die bereits vorhandene musikalische Darbietung in unauffälliger Form zu verbessern.

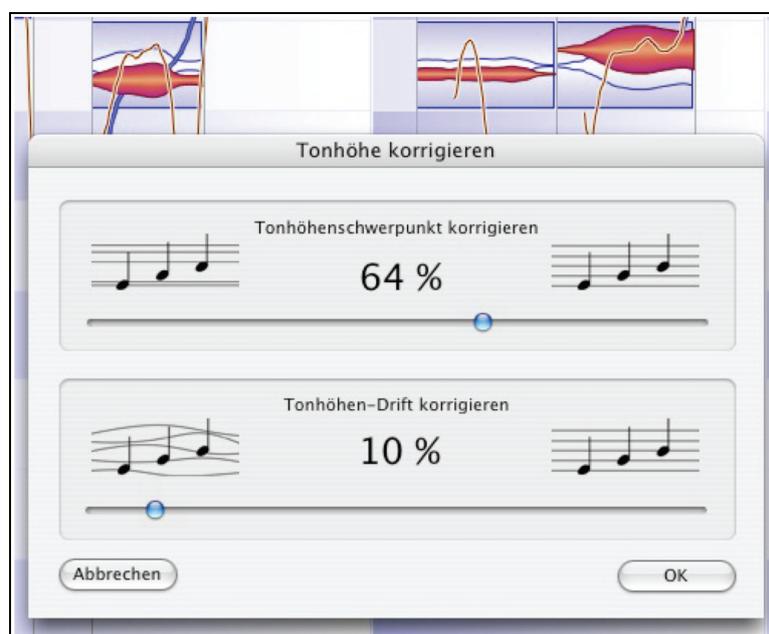


Abb. 27: Einsatz der automatischen Tonhöhenkorrektur

Im Allgemeinen wurden bei der Nachbearbeitung der Tonhöhe in Melodyne drei verschiedene Arbeitsweisen erprobt, um die Vielseitigkeit aufzuzeigen und eine Gegenüberstellung zu ermöglichen.

Bei der ersten Version wurde hauptsächlich mit der automatischen Tonhöhenkorrektur gearbeitet, manuelle Eingriffe, wie Notentrennungen oder Korrigieren der Tonhöhe wurden nur minimal vorgenommen. Diese Version soll das Pendant zu einer weniger zeitaufwändigen Korrektur mit einem Plugin darstellen. Parallel dazu wurde mit der Software Antares Autotune, ein Beispiel mit äquivalenten Einstellungen erstellt, das später bei den Hörversuchen eine Rolle spielen sollte.

Für die zweite Version wurde basierend auf den vorherigen Einstellungen die Modulation und der Tonhöhendrift auf jeweils 25% herabgesetzt. Dies sollte eine „effektartige“ Version als Resultat haben, wie es bei vielen zeitgenössischen elektronischen Produktionen der Fall ist.⁶⁶

⁶⁶ Siehe dazu Kap. 4.4.5

Bei diesen ersten beiden Versionen wurden die Tonhöhenkorrekturen nur innerhalb des Halbtonrasters durchgeführt.

Die letzte Version war aufgrund der vielen manuellen Änderungen, mit dem größten Zeitaufwand verbunden. Auch hier wurde mit der automatischen Tonhöhenkorrektur gearbeitet. Anschließend daran wurden jedoch alle Blobs mit gebundenen Tönen, mithilfe der Notentrennung in einzelne Blobs unterteilt. Wird dies nicht durchgeführt, erfolgt eine falsche Erkennung der Blobs, deren Grundton daraufhin als Mittelwert der beiden Noten erkannt und somit auf eine falsche Tonhöhe korrigiert wird. Werden die Noten allerdings getrennt, erfolgt auch die Korrektur getrennt und arbeitet demnach korrekt. Darüber hinaus arbeitet die Tonhöhenenerkennung auch bei einem Vibrato nicht immer exakt und mit dem freien Verändern der Tonhöhe, kann dies nach dem Gehör nachjustiert werden.

Wichtig bei der Notentrennung ist, dass die Bindung der Noten aufrecht erhalten bleibt und kein harter Verlauf am Übergang auftritt.

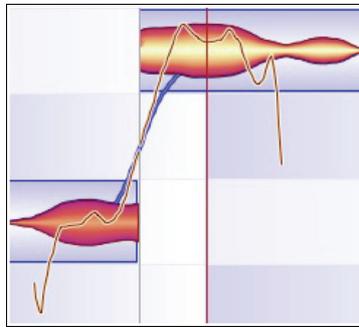


Abb. 28: Übergang zwischen zwei gebundenen Noten

Beim Vergleich der drei Versionen sind die unterschiedlichen Herangehensweisen durch die Ergebnisse deutlich voneinander zu unterscheiden.

Version eins verhält sich bei gebundenen Noten nicht optimal und korrigiert die Note hier auf einen Zwischenwert. Das Ergebnis klingt tonal nicht sauber, Artefakte im Klang sind jedoch auch bei hundertprozentiger Korrektur nicht zu bemerken. Das Plugin von Antares verhält sich bei gebundenen Noten durch die automatische Arbeitsweise ungewohnt und erzeugt teilweise Übergänge, die sich auf die Interpretation im Gesang stark auswirken.

Bei Version zwei wurde gewollt ein effektartiger Klang erzeugt, der anders als die menschliche Stimme frei von unregelmäßigen Modulationen ist. Aus diesem Grund klingt das Ergebnis hier einem Tasteninstrument sehr ähnlich und lässt sich womöglich gut in elektronische Musikgenres integrieren.

Die dritte Version klingt aufgrund der zeitaufwändigen manuellen Korrekturen am natürlichsten und gleicht der ursprünglichen Aufnahme am ehesten. Trotzdem stellt sie durch die Korrekturen eine Verbesserung des ursprünglichen Gesangs dar, ohne durch Nebeneffekte die Nachbearbeitung hörbar zu machen.

In Sonderfällen wurde bei der Tonhöhenkorrektur eine manuelle Veränderung der Formantfrequenz vorgenommen, um zu dunkel klingende Noten heller erscheinen zu lassen und die Homogenität einer Passage herzustellen.

Eine Manipulation der Formantfrequenz kann jedoch auch zu klanggestalterischen Zwecken genutzt werden, um zum Beispiel aus identischen Spuren, durch leichte Formantverschiebungen, einen Satz von mehreren Stimmen zu erstellen. Melodyne bietet auch bei weiteren Parametern die Möglichkeit, diese mit Zufallsabweichungen zu versehen und somit ein *humanizing* vorzunehmen.

Eine ähnliche Situation bot sich bei der Bearbeitung der zweiten Harmoniestimme im Refrain. Hier war bei den Silben „New-York“ eine Dissonanz zu hören, welche während den Aufnahmen nicht aufgefallen war. Nun wurde das Intervall dieser Note kurzerhand von einer kleinen Sekunde zur Hauptstimme, zu einer Prime korrigiert, was die Geschlossenheit des Chors verstärkte.

Allgemein entsteht beim Vergleich aller Versionen mit dem ursprünglichen Gesang der Eindruck, dass Tonhöhenveränderungen auch die subjektive Dynamik der Performance verändern. Durch das Erhöhen eines zu tief gesungenen Tones zum Beispiel, wirkt eine etwas ruhig klingende Passage lebendiger und kraftvoller. Je nachdem, ob dieser Effekt erwünscht ist oder nicht, muss eventuell mit Kompromissen bei der Genauigkeit der Tonhöhe gearbeitet werden.

Es kann zusammenfassend gesagt werden, dass die Postproduktion am Song „Wiesbaden ist New York“ keine allumfassende Übersicht über die Funktionen von Celemony Melodyne eröffnen kann. Alle Bearbeitungen beziehen sich auf diese spezielle Produktion, zu der alle Rahmenbedingungen, wie Aufnahmearten und Arrangement zählen.

Es wurde hier vielmehr versucht, den Fokus auf bestimmte Teile der Software zu setzen und diese anhand eines konkreten Beispiels auf ihre Nützlichkeit zu untersuchen.

4.4.5 Genrespezifischer Einsatz von Tonhöhenkorrektur

In vielen Musikgenres ist die Verwendung von Software zur Korrektur von Stimmen fester Bestandteil der Klangästhetik. Bei elektronischer Musik ist die Stimme oft eines von vielen Instrumenten, das dem gesamten Werk zum Ausdruck verhilft und nicht Mittelpunkt der Aufmerksamkeit ist. Für diese Verwendung von Stimmen sind starke Phrasierungen unerwünscht, der „synthesizerartige“ Klang der Stimmen passt sich darüber hinaus besser in das Gesamtarrangement elektronischer Musik ein.

Bei Musikrichtungen, in denen der Gesang eine zentrale Rolle spielt und Hauptelement zur Übertragung des Inhaltes ist, wird dessen fehlerfreie Übertragung durch perfekt korrigierte Intonation unterstützt. Als Beispiele sind hier Pop, Schlager/Volksmusik und Country Musik zu nennen, wobei sich im Bereich Pop eine zunehmende Annäherung an elektronische Genres abzeichnet, die auch mit einer effektartigen Bearbeitung der Stimme einhergeht. Ähnliche Tendenzen in etwas stärkerer Ausprägung, sind innerhalb der orientalischen und asiatischen Musik zu beobachten.

5. Mischung und Mastering

Die Mischung eines Poptitels ist ein Prozess, der meist mit einem ersten Rough-Mix beginnt und sich bis zu den Korrekturen vor dem Mastering erstreckt.

Die Mischung zum begleitenden Musikstück dieser Arbeit fand sowohl vor der Postproduktion statt, als auch im Anschluss daran. Der Grund aus dem bereits vor der Postproduktion eine erste Mischung erfolgte, liegt darin, dass hiermit eine klangliche Grundlage geschaffen wurde, auf der es möglich war die einzelnen Schritte der Postproduktion realistisch beurteilen zu können.

Während dem Mischprozess wurde das Ziel verfolgt eine den aktuellen Standards entsprechende Dichte und Nähe zu vermitteln, wofür während den Aufnahmen bereits Vorarbeit geleistet wurde. Andererseits galt es die emotionale Aussage des Stückes zu beachten und in die kreativen Entscheidungen einfließen zu lassen.

Um die Vielzahl der Audiosignale überblicken und kontrollieren zu können wurden verschiedene Kanäle eines Instrumentes sinngemäß in Bussen zusammengefasst.

Beim Schlagzeug wurde das Prinzip der Mehrfachmikrofonierung weitergeführt und aus den jeweiligen Signalen durch Filterung der charakteristische Klang extrahiert, der sich in Kombination mit den weiteren Mikrofonsignalen zu einem vollen Gesamtklang zusammenfügt. Am Beispiel der Bassdrum soll diese Arbeitsweise erläutert werden.

Das innere Mikrofon der Bassdrum wurde für das Erzeugen der *Attack* verwendet, welche eine wichtige rhythmische Information darstellt und deutlich hörbar sein muss. Hierfür wurden der Frequenzbereich um 300 Hz stark abgesenkt und die Bereiche um 5 und 10 kHz angehoben.

Die beiden weiteren Mikrofonsignale wurden verwendet um die Resonanz der Bassdrum zu liefern und wurden dementsprechend in den Bereichen von 80 Hz abwärts angehoben. Da die Bassdrum während der Aufnahme mit Akustikschaumstoff und einer Wolldecke isoliert worden war, konnte ohne ein hörbares „Pumpen“ der Becken ein Gate zum Vermindern des Übersprechens eingesetzt werden.

Die Raumsignale des Schlagzeug wurden stark komprimiert und nur leicht dazugepegelt, da ansonsten der Klang der Becken unnatürlich scharf wurde. Um die Transienten des Schlagzeugs zu erhalten und ihm gleichzeitig mehr Druck zu verleihen wurde mit der sog. *New York Compression* gearbeitet. Hierzu wurde ein Aux-Bus angelegt, der mit Snare-, Bassdrum- und Tom-Stützsignalen gespeist wurde. Dieser wurde bei kurzer Attack und Release-Zeit stark komprimiert und mit geringem Pegel parallel hinzugemischt.⁶⁷

Da der Gesang das wichtigste Element bei der Vermittlung des Inhalts darstellt, soll dessen Bearbeitungskette an dieser Stelle auch kurz erläutert werden. Der Gesang wurde in drei Stufen, jeweils mit dem Kompressor aus dem *SSL E-Channel*, dem *Waves R-Vox* und dem *Waves L2 Limiter* in der Dynamik bearbeitet. Dies erfüllte den Zweck die Stimme dichter an den Hörer heranzubringen.

⁶⁷ http://en.wikipedia.org/wiki/Parallel_compression

Bei der Klangbearbeitung kam eine Kombination aus dem Equalizer des E-Channels und des *Pultec Program Equalizer* zum Einsatz. Im SSL E-Channel wurden Grundton und Präsenzfrequenzen verstärkt, sowie eine Absenkung bei 400 Hz vorgenommen, um der Stimme mehr Klarheit zu verleihen. Der Pultec Program Equalizer wurde zum Hinzufügen der sogenannten *Air-Bänder*, zwischen 10 und 12 kHz verwendet.

Bei der Mehrzahl der Spuren kam der bereits erwähnte SSL E-Channel von Waves zum Einsatz, ein Plugin, das nach dem Vorbild der SSL-4000 Konsolen entworfen wurde und die Grundfunktionen eines Kanalzuges daraus bietet.



Abb. 29: Waves SSL E-Channel



Abb. 30: Waves SSL G-Master Bus Compressor

Ergänzend wurden schmalbandige Filter zum Entfernen von Resonanzen oder weitere Dynamikprozessoren zur mehrstufigen Kompression in den Kanal insertiert.

Das Prinzip der mehrstufigen Kompression basiert darauf, dass eine Kompression, die in mehreren Stufen bei geringer Intensität erfolgt, kein so starkes „Pumpen“ hervorruft, wie es bei der starken Kompression in einer Instanz der Fall ist. Die Kompressoren werden mit verschiedenen Einstellungen genutzt, oft eine lange Attack-Zeit, gefolgt von einer kurzen Attack-Zeit. Des Weiteren kann am Ende der Kette das Einschleifen eines Limiters in Betracht gezogen werden.

Um Instrumenten Räumlichkeit zu verleihen, wurde mit dem Hallplugin Altiverb der Firma Audioease gearbeitet. Dieses Plugin nutzt Impulsantworten zur Erzeugung der Hallsignale und kann somit vielseitig zur Emulation von Räumen oder Geräten eingesetzt werden. Im speziellen Fall dieser Produktion wurde für die Stimme die Impulsantwort eines AMS RMX16 Effektgeräts mit einem Plate Preset verwendet. Bei den Schlagzeugspuren kam die Impulsantwort eines EMT140 Plattenhalls und bei den Gitarren die Impulsantwort eines Lexicon L480 Effektgeräts zum Einsatz.

Die Impulsantworten wurden durch Altiverb in ihrer Länge, Klangfarbe und Pre-Delay Zeiten nach den gewünschten Anforderungen angepasst.



Abb. 31: Audioease Altiverb mit EMT140 Plattenhall Impulsantwort

Im Masterbus befand sich seit Beginn des Mischprozesses ein SSL G-Master Buss Compressor, der die Färbung und das Verhalten des Masterbus-Kompressors in den SSL-4000 Konsolen emuliert. Die Einstellungen wurden mit einer langen Attack-Zeit und einem hohen Wert für den Threshold so gewählt, dass die Gain-Reduktion einen Wert von 3 dB nicht überschritt. Der Masterbus-Kompressor dient dem Zweck, der Mischung vor dem Mastering bereits eine gewisse Kompaktheit zu verleihen, so dass sie als Ganzes geschlossener wirkt.

Das Mastering kann im Bereich der Populärmusik einen großen Anteil zum Klang des Endproduktes liefern. In diesem Fall wurde ein Avalon VT-747SP Kompressor/Equalizer als klangformendes Element eingesetzt. Das Gerät wurde jedoch mit dem Kompressor im Bypass Modus und aktiviertem Tube Signal Path zur Färbung eingesetzt. Darüber hinaus wurde mit dem eingebauten grafischen Equalizer ein sogenanntes *Sweetening* vorgenommen. Mittels Software-Prozessoren wurde der Mischung anschließend Druck und Kompaktheit verliehen, ohne dabei jedoch klangliche Einbußen machen zu müssen.



Abb. 32: Avalon VT-747SP Stereo

Da die Hörversuche vor der finalen Mischung stattfanden, weisen die begleitenden Hörbeispiele hierzu einen anderen Klang im Vergleich zu denen, die als allgemeine Beispiele dienen auf. Aus diesem Grund wurden die Beispiele aus den Hörversuchen und die Vorproduktion mit einer anderen Masteringkette bearbeitet, um jeweils die Lautheit anzupassen.

6. Hörversuche

Bei der Postproduktion von Musikaufnahmen ist der Tonmeister vor eine Vielzahl von Möglichkeiten gestellt, aus denen er die Wahl meist nach subjektiven Gesichtspunkten fällt. Hier gibt es kreativen Freiraum, der sich entscheidend auf die Wirkung des Endproduktes auswirkt, aber auch hohe musikalische Anforderungen an den Tonmeister heranträgt.

Um in diesen Fragen eine Bestätigung und einen Einblick in die Sicht der potenziellen Musikkonsumenten zu erhalten, möchte ich mit einer gemischten Gruppe von Probanden, bestehend aus Laien und Fortgeschrittenen, einen Hörversuch durchführen.

6.1 Versuchsaufbau

Die Hörversuche fanden in der Regie B des AM-Tonstudios an der Hochschule der Medien statt. Die Akustik und die Aufstellung der Lautsprecher entspricht den Empfehlungen der ITU für Abhörräume.

Als Abhörlautsprecher wurden ADAM S2A Aktivlautsprecher verwendet, auf denen auch die hauptsächliche Mischung des Musikstückes stattgefunden hat. Der Proband wurde im Sweet-Spot platziert, um Verfärbungen des Klangs zu vermeiden und eventuelle Timingunterschiede zwischen linkem und rechtem Kanal bestmöglich beurteilen zu können.

Zur Wiedergabe wurde das vorhandene Digidesign Pro Tools System genutzt. Die Beispiele wurden hierfür in einer eigenen Session angelegt und mit Location Markern versehen, um die Geschwindigkeit beim Anspringen der Schnitte zu erhöhen. Jeder Marker war mit einem Kommentar zur entsprechenden Nachbearbeitung versehen, um eindeutig zugeordnet werden zu können. Ferner waren die zusammengehörigen Beispiele mit Fade-Ins und Fade-Outs direkt so arrangiert, dass der Proband beide Beispiele ohne große Verzögerung nacheinander hören konnte.⁶⁸

Der Platz des Versuchsleiters war rechts von der Digidesign ProControl Konsole, von dem auch das Pro Tools System bedient wurde. Hierfür wurden die Monitore mit Hilfe der flexiblen Arme zur Seite gedreht, Tastatur und Maus wurden auch auf die Seite verlegt.

Es wurde großer Wert darauf gelegt, dass der Proband keine Ablenkung durch unnötige Lampen oder LEDs erfährt. So wurden das RTW und ein ungenutzter Monitor abgeschaltet, bei der Digidesign ProControl wurde die Helligkeit der LEDs verringert.

Während der Versuche erfolgte die Bedienung des Pro Tools Systems, als auch das Eintragen der Teilnehmerentscheidungen durch den Versuchsleiter selbst. Der Teilnehmer sollte sich ganz auf die Wirkung der Klangbeispiele konzentrieren und nicht durch andere Aufgaben abgelenkt werden. Das Formular zum Hörversuch befindet sich im Anhang.

⁶⁸ ITU-R BS.1116-1, Methods for the subjective assessment of small impairments in audio systems including multichannel sound systems, Rec., (1994-1997), International Telecommunications Union, Geneva, Switzerland

6.2 Durchführung

Den Probanden wurden vor dem Hören der Audiobeispiele kurz der Sachverhalt und die Relevanz des Themas erklärt, sowie der grobe Aufbau des Hörversuchs geschildert. Darüber hinaus wurden Sie dazu aufgefordert, falls sie einen Unterschied feststellen können, nach dem ersten Höreindruck zu entscheiden.

Der Versuch war in zwei Phasen aufgeteilt, zu deren Beginn jeweils der Schwerpunkt der kommenden Beispiele erklärt wurde. Die erste Phase befasste sich mit der Stimmbearbeitung, die zweite Phase war auf Timing und Performance der Band ausgelegt.

In Vorversuchen mit Laien und Tontechnikern wurde der Schwierigkeitsgrad der Versuche ermittelt. Anfangs waren die Hörversuche darauf ausgelegt möglichst realistische Situationen nachzubilden. Hierbei war jedoch festzustellen, dass im Allgemeinen wenig Unterschiede zwischen den Beispielen hörbar waren und keine Aussagen aufgrund der Ähnlichkeit der Beispiele getroffen werden konnten. Aus diesem Grund wurde die Dauer der Einzelbeispiele um die Hälfte verringert und je nach Beispiel ein Ausschnitt des Musikstücks gewählt, der für die jeweilige Bearbeitung charakteristisch war. Dies entspricht der Empfehlung der ITU, die darauf hinweist, dass das mittel- und langfristige auditive Gedächtnis keine verlässliche Quelle für Hörversuche ist. Es wird empfohlen mit möglichst kurzen Beispielen zu arbeiten.⁶⁹

Darüber hinaus wurden in der ersten Phase des Versuchs jegliche Gesangsspuren um 4 dB angehoben, in der zweiten Phase des Versuchs waren teilweise instrumentale Versionen des Musiktitels zu hören. Dies machte die Unterschiede deutlicher und beugte einer Ablenkung durch weniger relevante Elemente vor.

Der Hörversuch wurde an zwei Tagen mit insgesamt 21 Probanden durchgeführt und überschritt eine Länge von 20 Minuten nicht, was der Empfehlung der ITU gerecht wird⁷⁰.

Es wurde vorab die Überlegung aufgestellt, ob ein sogenannter ABX-Test⁷¹ als Methode für den Versuch in Frage käme. Da ABX-Tests jedoch eher eingesetzt werden, um festzustellen, ob die Probanden Unterschiede zwischen je zwei Beispielen differenzieren können und der Hörversuch zu dieser Arbeit eher auf die subjektive Meinung der Probanden abzielte, wurde diese Idee verworfen. Zeitlich problematisch wäre auch die nötige mehrfache Wiederholung des ABX-Tests gewesen, durch die erst eine verlässliche Aussage erzielt werden kann.

Durch diese Abgrenzung wird auch deutlich, dass dieser Versuch als Ergebnis keine allgemeingültige Aussage haben sollte. Das Ziel war es ein Meinungsbild zu erhalten, das speziell auf die Bearbeitungen in diesem Musikstück bezogen ist.

Der Versuch sollte darüber hinaus offen für Laien sein, um ein möglichst realistisches Bild der Musikkonsumenten abzubilden.

⁶⁹ ITU-R BS.1116-1, Methods for the subjective assessment of small impairments in audio systems including multichannel sound systems, Rec., (1994-1997), International Telecommunications Union, Geneva, Switzerland

⁷⁰ ebenda

⁷¹ ABX-Tests werden häufig für die Beurteilung von Kompressionsalgorithmen für Audio genutzt. Hierbei sind Beispiel A und B fest vorgegeben, Beispiel X wird zufällig zwischen A und B gewählt. Bei mehrfachen Durchläufen kann hiermit festgestellt werden, ob Unterschiede zwischen A und B hörbar sind.

Das Alter der Probanden lag zwischen 21 und 28 Jahren und spiegelte damit auch das Zielpublikum des Ihnen präsentierten Titels wieder. Das Genre des Titels war bewusst so gewählt, dass es nicht zu speziell war und somit der Mehrheit der Hörer gefallen würde.

Um weitere Hintergrundinformationen für die spätere Interpretation der Ergebnisse zu erhalten, wurden Fragen zum Konsumverhalten bezüglich Musik und zu ihrem Hintergrund im Bereich Tontechnik gestellt.

Die Auswahl der Hörbeispiele erfolgte nach den Erfahrungen, die während der Postproduktionsphase gemacht wurden. Demnach wurden Beispiele mit zu geringen Unterschieden und Zwischenstufen der Bearbeitungsarten nicht herangezogen. Es wurde auch auf eine Gegenüberstellung quantisierter Live- und Overdub-Aufnahmen verzichtet. Alle Beispiele zur Quantisierung waren auf die gesamten Instrumentenspuren bezogen, es wurde auf den Vergleich der Quantisierung bestimmter Instrumente verzichtet.

Die unten stehende Tabelle zeigt Reihenfolge und Inhalt der Beispiele im Versuch.

Hörversuch 1: Tonhöhenkorrektur

Nummer	Inhalt	Dauer
01 A	Ausschnitt Strophe 1, keine Korrektur	00:17
01 B	Ausschnitt Strophe 1, 100% Tonhöhenkorrektur, Modulation 25%, Drift 25% (Celemony Melodyne)	00:17
02 A	Ausschnitt Strophe 1, 100 % Tonhöhenkorrektur, Aufwändige Notentrennung	00:17
02 B	Ausschnitt Strophe 1, keine Korrektur	00:17
03 A	Ausschnitt Strophe 1, 100% Tonhöhenkorrektur, Retune Speed 20 (Antares Autotune VST Plugin)	00:36
03 B	Ausschnitt Strophe 1, keine Korrektur	00:36
04 A	Ausschnitt Refrain 1, keine Korrektur	00:21
04 B	Ausschnitt Refrain 1, 100 % Tonhöhenkorrektur (Celemony Melodyne), Modulation 25%, Drift 25%	00:21

Hörversuch 2: Timingkorrektur und Performance

Nummer	Inhalt	Dauer
01 A	Ausschnitt Refrain 1 Instrumental, 100% Quantisierung auf Raster	00:18
01 B	Ausschnitt Refrain 1 Instrumental, keine Quantisierung	00:18
02 A	Ausschnitt Refrain 1 Instrumental, 100% Quantisierung auf Schlagzeug-Groove	00:18
02 B	Ausschnitt Refrain 1 Instrumental, keine Quantisierung	00:18
03 A	Ausschnitt Refrain 1 Instrumental, 100% Quantisierung auf Schlagzeug-Groove	00:20
03 B	Ausschnitt Refrain 1 Instrumental, 100% Quantisierung auf Raster	00:20
04 A	Ausschnitt Bridge/Refrain 1, Overdub-Aufnahme	00:28
04 B	Ausschnitt Bridge/Refrain 1, Live-Aufnahme	00:28
05 A	Ausschnitt Gitarrensolo, Overdub-Aufnahme	00:29
05 B	Ausschnitt Gitarrensolo, Live-Aufnahme	00:29

Abb. 33: Ablauf der Hörbeispiele während den Hörversuchen

Während dem Hörversuch 1 wurden die Probanden gebeten sich ganz auf den Gesang zu konzentrieren und nach ihrem Geschmack eines der Beispiele zu wählen. Bei Beispiel 4 sollten Sie besonders auf den Chorgesang achten. Als allgemeiner Hinweis wurde ihnen mitgeteilt, dass sie auf die Melodieführung des Gesangs achten könnten und anhand dessen ihre Entscheidung treffen. Außerdem wurden die Probanden aufgeklärt, dass die Stimme zur besseren Beurteilung bei diesen Beispielen angehoben wurde.

Beim Hörversuch 2 wurde die Betonung auf das Timing der Band gelegt, was sich im Zusammenspiel der einzelnen Elemente äußerte. Darüber hinaus konnten die Probanden jedoch auch nach dem Klangeindruck entscheiden, falls sie hier einen Unterschied hören konnten. Zum Ende des zweiten Versuches wurde die Aufmerksamkeit nochmals auf die Performance der Band gelenkt und die Probanden gebeten nicht nach technischen Gesichtspunkten, sondern nach dem Ausdruck der Musik zu entscheiden.

Es ist darauf hinzuweisen, dass jegliche Beispiele durch die Möglichkeit der parallelen Playlists von Pro Tools dieselbe Bearbeitungskette und Volume-Automation durchliefen. Hierdurch wurde bestmögliche Vergleichbarkeit gewährleistet. Eine Ausnahme stellt die Clean E-Gitarre beim Live Beispiel dar, da sie mit einem anderen Gitarrentonabnehmer, als das Overdub Beispiel aufgenommen wurde und somit einer kleinen Klanganpassung unterlag.

Alle Beispiele wurden im ursprünglichen Aufnahmeformat von 48 kHz bei 24 Bit Auflösung präsentiert und durchliefen kein Dithering oder Samplerate-Konvertierungen.

6.3 Ergebnisse des Hörversuchs

Die handschriftlichen Ergebnisse des Versuchs wurden in eine Tabellenkalkulation der Software NeoOffice eingegeben und anhand dessen die absolute Häufigkeit berechnet. Anschließend wurde anhand der Teilnehmerzahl die relative Häufigkeit in Prozent berechnet.⁷²

Die Fragen zum Musikkonsumverhalten und dem beruflichen Hintergrund der Probanden ergaben, dass diese im Durchschnitt 2,4 h am Tag Musik konsumieren, der Anteil der davon bewusst wahrgenommen wird liegt im Schnitt bei 46%.

Die Musikvorlieben der Probanden waren breit gefächert, mit 67% waren jedoch größtenteils Hörer der Rock- und Popmusik vertreten.

85% der Probanden war bereits mit theoretischen Vorkenntnissen im Bereich Tontechnik ausgestattet, praktische Erfahrungen in diesem Bereich konnten jedoch nur rund 52% aufweisen.

⁷² Bosch (2007), S. 6

Hörversuch 1:

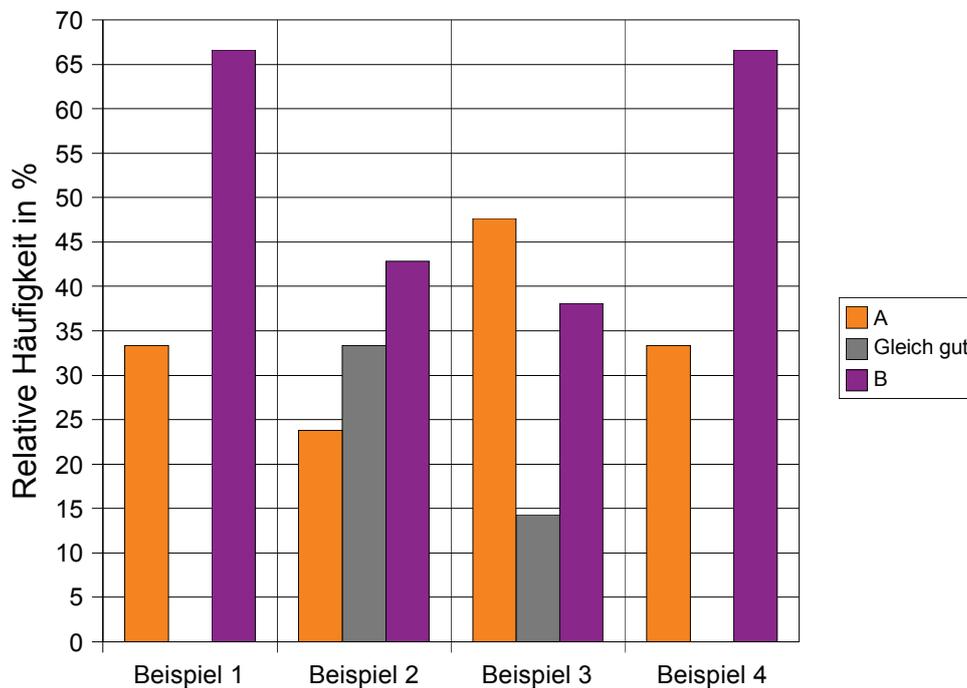


Abb. 34: Stabdiagramm zu Hörversuch 1

Bei Beispiel 1 des ersten Hörversuchs wurde ein unbearbeitetes mit einem stark korrigierten Beispiel verglichen. Diese Bearbeitung in Melodyne fiel während der Postproduktion als besonders künstlich klingend auf, da die Gesangspassagen frei von jeglicher Modulation waren und bei dieser starken Bearbeitungsstufe eine hörbare Verfremdung der Stimme stattfand.

Dennoch ist hier mit 66,6% eine starke Tendenz der Hörer in Richtung des bearbeiteten Beispiels 01B zu erkennen, während 33,3% sich für das unbearbeitete Beispiel 01A entschieden hätten.

Es kann zusammenfassend gesagt werden, dass viele der Hörer Beispiel 01A als „Unklar“, „Nuschelnd“ oder „Rauher“ empfanden und sich aus diesem Grund für Beispiel 01B entschieden. Dieses Beispiel wurde von den Hörern als „Aufgeräumter“, „Jünger“, „Höhenreicher“, „Stärker betont“, „Dynamischer“ und „Deutlicher“ kommentiert.

Manche der Hörer klassifizierten die Beispiele jedoch als „Konzertstimme“ und „CD Stimme“ ein und entschieden sich aufgrund dieser Feststellung für Beispiel 01B. Andere hörten die deutliche Bearbeitung zwar heraus, entschieden sich aber aufgrund der klanglichen Vorteile für Beispiel 01B.

Bei Beispiel 2 wurde eine mit Melodyne in der Tonhöhe korrigierte Spur, ohne Glättung der Modulation, mit einem unbearbeitetem Beispiel verglichen. Als besonders zeitaufwändige Bearbeitung wurden gebundene Noten innerhalb eines von Melodyne als Note erkannten Teils durch Notentrennung aufgeteilt und auf die richtige Tonhöhe korrigiert. Auch wurden in dieser Version Falscherkennungen von Melodyne zeitaufwändig korrigiert. Die Korrekturen in dieser Version waren im Vergleich mit anderen Beispielen mit dem größten Zeitaufwand verbunden.

Dennoch ist festzustellen, dass nur 24% der Probanden das bearbeitete Beispiel hier bevorzugten, 33% stellten keinen Unterschied fest und 43% hätten hier das unbearbeitete Beispiel gewählt.

Es fällt schwer hier aufgrund der ähnlichen Häufigkeiten eine Tendenz festzustellen, dennoch liegt das unbearbeitete Beispiel rein prozentual vor dem bearbeiteten Beispiel.

Die wenigen Kommentare der Hörer zum Test, wie *„B kommt besser rüber“*, *„B ist sauberer“*, *„A ist dynamischer“*, *„B hat bessere Phrasierung“* lassen auch keine Feststellung einer Tendenz zu.

Für das Beispiel 3 wurde das Programm Antares Autotune benutzt, um im Vergleich mit einer in Melodyne bearbeiteten Version festzustellen, welches der Programme bei geringem Zeitaufwand das bessere Ergebnis liefert.

Hier wählten 48% Antares Autotune, 14% ordneten die beiden Beispiele als gleich ein und 38% entschieden sich für Melodyne. Beide Versionen arbeiteten mit 100% Tonhöhenkorrektur und wurden mit einer möglichst realistischen Einstellung eingesetzt.

Es ist eine leichte Tendenz der Meinungen für das Beispiel von Antares Autotune zu erkennen, dennoch sind die Ergebnisse zu gestreut, als das man hier eine weitere Aussage treffen könnte.

Bei Beispiel 4 fand praktisch eine Wiederholung des ersten Beispiels, an einer anderen Stelle des Songs statt. Hier kommt im Refrain der Chor hinzu und es sollte festgestellt werden ob die drastische Stimmbearbeitung beim Chor positiv auf die Probanden wirkt.

Das Ergebnis ist erstaunlicherweise identisch mit dem von Beispiel 1, 66,6% wählten Beispiel 4B und 33,3% Beispiel 4A. Die Tendenz ist demnach wieder stark in Richtung des bearbeiteten Beispiels. Auffällig ist auch, dass bei den stark korrigierten Beispielen 1 und 4 keiner der Probanden unentschieden war und stets eine klare Entscheidung hervorkam.

Beim Vergleich der Beispiele 4A und 4B wurde letzteres unter anderem als *„Voller“*, *„Druckvoll und lebendig“* und *„Harmonischer“* beschrieben. Beispiel 4A wurde hingegen als *„Lasch“*, *„Undifferenziert“* oder *„Disharmonisch“* aufgenommen. Weitere Probanden empfanden den Chor bei 4B jedoch als *„Zu laut und zu wichtig“*, *„Zu aufdringlich“* und *„Weniger natürlich“*.

Hörversuch 2:

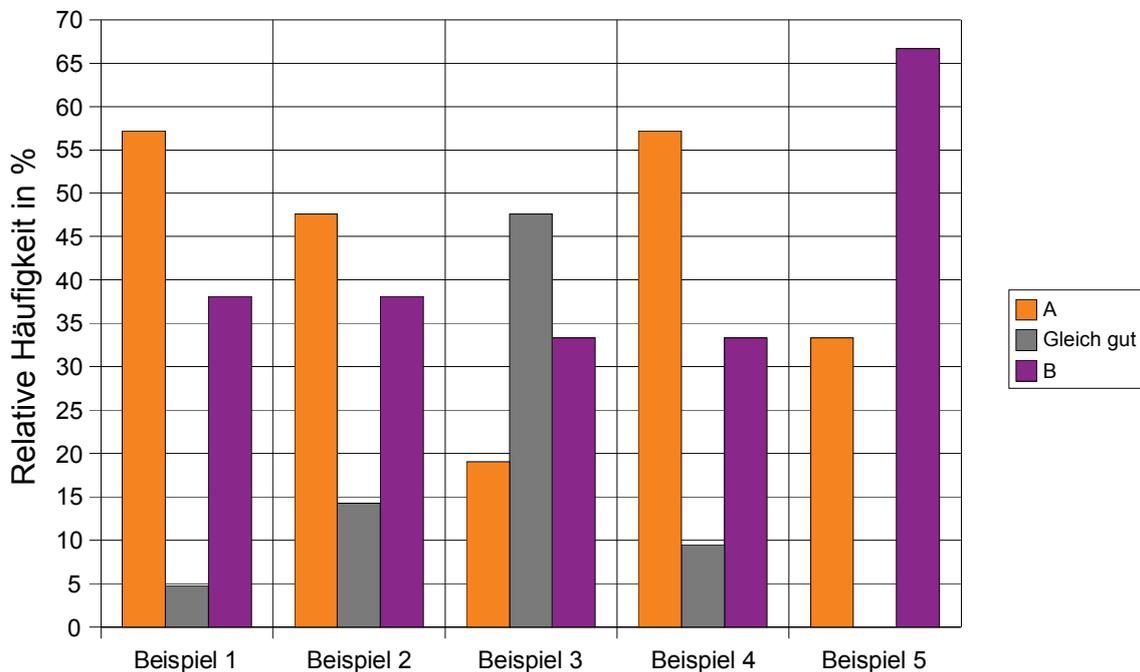


Abb. 35: Stabdiagramm zu Hörversuch 2

Beim Beispiel 1 des zweiten Hörversuches wurden eine 100% auf das Raster quantisierte Instrumentalversion des Stückes mit einer unquantisierten Version verglichen. Aus den Vorversuchen war hervorgegangen, dass der wahrnehmbare Unterschied recht schwer zu erkennen war. Dennoch ist hier mit 57% eine deutliche Tendenz in Richtung des stark bearbeiteten Beispiels zu erkennen. Das unbearbeitete Beispiel wurde von 38% der Probanden favorisiert und 5% konnten keine klare Entscheidung fällen.

Die Probanden kommentierten Beispiel 1A als „Tight“, „Besser zusammen“ oder „Massiv“. Einer der Probanden empfand den Bass bei Beispiel 1B zu hervorstechend und entschied sich aufgrund dessen für Beispiel 1A, bei dem ihm der Bass „Besser eingebettet“ schien. Beispiel 1B wurde von den Probanden als „Unstimmig“, „Lebendiger“ oder „Nicht ganz zusammen“ beschrieben. Ein Proband empfand Beispiel 1B als „Angenehmer“, da hier die Betonungen „Nicht immer zusammen“ waren.

Bei Beispiel 2 wurde dem Hörer zuerst eine 100% auf den Groove des unbearbeiteten Schlagzeugs quantisierte Instrumentalversion vorgespielt, anschließend hörte er eine unbearbeitete Version. Beispiel 2A wurde von 48% favorisiert, 38% der Probanden entschieden sich für Beispiel 2B und 14% stuften beide Beispiele gleich ein.

Eine Tendenz ist bei diesem Vergleich schwerer zu erkennen, dennoch überwiegt der Anteil der Probanden, die das bearbeitete Beispiel 2A favorisiert haben.

Die Probanden empfanden Beispiel 2A als „Tighter“ und kommentierten „Das Schlagzeug ist lauter“. Beispiel 2B wurde als „Lebendiger“ und „Druckvoller“ empfunden.

Außerdem merkten die Probanden an, dass das „*Timing der Gitarren verschieden*“ und bei Beispiel 2B der „*Bass lauter*“ sei.

Im Beispiel 3 fand eine Gegenüberstellung der bereits in Beispiel 1 und 2 vorgestellten Quantisierungsarten statt, wobei Beispiel 3A 100% auf den Groove des Schlagzeuges und Beispiel 3B 100% auf das Raster quantisiert war.

Der Unterschied bei diesem Beispiel war schwer zu erkennen und somit war es nicht verwunderlich, dass mit 48% einem großen Teil der Probanden beide Beispiele gleich gut gefielen. 19% der Teilnehmer entschieden sich für 3A und 33% für 3B. In Hinblick auf die Tatsache, dass der Mehrzahl jedoch keines der Beispiele deutlich besser als das andere gefiel, ist es nicht möglich eine klare Tendenz festzustellen. Es fielen außerdem gleichermaßen positive Kommentare bezüglich des Timings beider Versionen.

Bei Beispiel 4 unterschieden sich die beiden präsentierten Versionen darin, dass Beispiel 4A eine Overdub-Aufnahme und Beispiel 4B eine Live-Aufnahme des Songs waren. In der gewählten Passage, die die Bridge vor dem Refrain und den Refrain selbst umfasste, war der unterschiedliche Ausdruck der beiden Versionen deutlich hörbar.

Das Beispiel mit der Overdub-Aufnahme gefiel 57% der Teilnehmer besser, 33% entschieden sich für die Live-Aufnahme und ein kleiner Anteil von 10% war unentschieden.

Die Probanden merkten an, dass sie Beispiel 4A „*Druckvoller*“ fanden, es „*Mehr Dampf*“ hat und „*Sich besser zum Refrain steigert*“. Das Beispiel 4B wurde jedoch auch mit positiven Kommentaren, wie „*Klingt natürlicher*“, „*Geht mehr nach vorne*“ oder „*der Snare Sound gefällt mir besser*“ begrüßt.

Beim letzten Beispiel 5 fand wieder eine Gegenüberstellung einer Overdubversion und einer Liveversion statt. Diesmal wurde das Gitarrensolo gewählt, das sich durch die Arbeitsweise bei der Aufnahme und die jeweiligen Resultate in musikalischer Hinsicht unterschied.

Hier fällt auf, dass keiner der Probanden die Beispiele gleich einstufte, vielmehr gefiel 66% der Probanden die Interpretation in der Live-Aufnahme 5B besser und 33% wählten die Overdub-Aufnahme 5A.

Die Teilnehmer empfanden Beispiel 5B als „*Virtuoser*“ und „*Eindrucksvoller*“, Beispiel 5A wurde als „*Echter*“ beschrieben, es wurde jedoch auch bemerkt, dass der Gitarrist hier „*Etwas zu viel*“ spiele.

6.4 Auswertung und Interpretation

Unter Einbeziehung der eigenen Erfahrungen während der Postproduktion des Songs, soll im Folgenden eine Reflexion der Versuchsergebnisse erfolgen. Auf der Grundlage dieser Aussagen soll überprüft werden, ob weitere Zusammenhänge und Tendenzen erkannt werden können.

Die Resonanz auf die im Hörversuch 1 erzielten Ergebnisse, zeigt bei den Beispielen 1 und 4 eine deutliche Neigung der Hörer zum stark bearbeiteten Beispiel. Die Äußerungen der Teilnehmer deuteten an, dass hier die Bearbeitung dem etwas verwaschenen und unklaren Charakter der Leadstimme entgegenwirkte und diese offen und jünger wirken ließ. Obwohl der Verfasser aus tontechnischer Sicht die Stimme bei diesem Song nicht so stark verfremdet hätte, da die von Melodyne produzierten Artefakte beim Glätten der Modulation zu offensichtlich sind, wurde eben dieser Nebeneffekt der Tonhöhenkorrektur hier mit positiver Resonanz begrüßt. Es ist festzuhalten, dass zugunsten des Wiedererkennungswertes der Stimme eine fünfzigprozentige Glättung der Modulation in der Stimme denkbar wäre.

Das zweite Beispiel des Hörversuch 1 lieferte ein etwas überraschendes Ergebnis, da die zeitaufwändigste, aber auch unauffälligste Bearbeitungsversion keine klare Mehrheit erzielen konnte. Dies bestätigte, dass solch eine Bearbeitung zu korrigierenden Zwecken nahezu unhörbar eingesetzt werden kann. Für Kenner der Software und Hörer mit einem geschulten Gehör sind die Änderungen in der Dynamik und der Melodieführung zwar hörbar, dies jedoch ohne negative Auswirkungen.

Die bei Beispiel 3 gewonnenen Ergebnisse, bezogen sich auf zwei bearbeitete Versionen die in kurzer Zeit erstellt wurden. Das Plugin Antares Autotune, sollte sich gegen eine mit Celemony Melodyne korrigierte Version behaupten. Da die Ergebnisse jedoch keine klare Aussage zulassen, kann bei solch weniger zeitintensiven Bearbeitungen davon ausgegangen werden, dass die Wahl der Software keinen entscheidenden Einfluss auf die Wirkung und den Klang hat. Auch die unterschiedlichen Arbeitsweisen der Programme werden durch ein kürzlich von Celemony vorgestelltes Melodyne Plugin⁷³ relativiert. Dieses ermöglicht eine ähnliche Nutzung wie bei Antares Autotune innerhalb der DAW-Umgebung, jedoch mit etwas eingeschränkten Möglichkeiten im Vergleich zur Studio Version.

Die im Hörversuch 2 erzielten Ergebnisse bezüglich der Wirkung von Timingkorrekturen, zeigten, dass die Probanden allgemein die korrigierten und somit etwas härter klingenden Versionen bevorzugten. Parallel zu den Auswertungen des ersten Hörversuchs könnte man aufgrund des klareren Ergebnisses bei der Rasterquantisierung schließen, dass diese Bearbeitungsart für die Mehrheit der Probanden besser wahrnehmbar ist. Die gestreuten Ergebnisse bei der Quantisierung auf den Groove, bestätigen, dass diese Bearbeitung aufgrund des kleineren zu korrigierenden Versatzes⁷⁴ unauffälliger geschieht.

⁷³ http://www.celemony.com/cms/index.php?id=products_plugin

⁷⁴ Siehe dazu Kapitel 4.3.3

Dies lässt weitere Schlüsse auf die jeweiligen Anwendungsgebiete dieser Arbeitsweisen zu, wobei die Rasterquantisierung für einen gewollten Effekt dienen kann, die Quantisierung auf das Schlagzeug eher für feine, schwer hörbare Eingriffe, die zur Perfektion eines bereits gut eingespielten Titels beitragen.

Bei der Gegenüberstellung von Quantisierungen auf den Groove des Schlagzeugs und auf das Raster konnte jedoch keine Tendenz festgestellt werden. Der entstehende Klangcharakter ist bei beiden Beispielen ähnlich, sie unterscheiden sich lediglich durch kleine Timingschwankungen, die bei der Quantisierung auf den Groove des Schlagzeugs noch hörbar sind.

Die beiden Beispiele 4 und 5, die Live- und Overdub-Aufnahmen gegenüberstellen sollten, zeigten, dass je nach Songpassage unterschiedliche Aufnahmearten von Vorteil sind.

In der Bridge zum Refrain kehrt bei der Live-Aufnahme eine deutliche Unruhe ein, was sich in der Steigerung der Geschwindigkeit und überbetonten Gesangsphrasen bemerkbar macht. Hier wirkt die Overdubversion deutlich sicherer und gefällt somit der Mehrheit der Probanden besser.

Das Gitarrensolo der Overdubversion wurde zeitaufwändig mit Punch-Ins korrigiert und in Zusammenarbeit mit der Tonregie zu einem runden Gesamtergebnis gebracht. Die Live-Aufnahme des Solos wurde ohne Unterbrechung vom Gitarristen in Eigenregie eingespielt. Man hört die Spontaneität hier heraus und laut der positiven Wirkung auf die Probanden hat dies hier einen erwünschten Effekt. Auch wenn das Gitarrensolo in der Liveversion handwerklich nicht perfekt ist, so zieht es durch seine Virtuosität die Aufmerksamkeit der Hörer auf sich und gewinnt bei der Mehrheit der Probanden im Direktvergleich.

Allgemein wurde die Beobachtung gemacht, dass die Schwelle für die Wahrnehmung von Stimmbearbeitungen deutlich niedriger ist. Durch die tägliche zwischenmenschliche Kommunikation ist das Gehör auf den Klang von menschlichen Stimmen eingestellt und erkennt Veränderungen in der Klangfarbe und Unterschiede in der Tonhöhe besser.

Bei der Beurteilung von Instrumenten haben die wenigsten Probanden eine verlässliche Referenz in Form eines auditiven Gedächtnis und können nur mit Mühe Unterschiede feststellen. Dies war auch bei der Äußerung von Anmerkungen zu den Beispielen zu bemerken, die bei den Stimmbeispielen in deutlich größerer Quantität als bei den Timing und Performance Beispielen stattfanden.

Weiterhin ist festzustellen, dass es den Probanden bei einem Hörversuch in der Kürze der Zeit nur schwer möglich ist, die Bearbeitungen im Gesamtzusammenhang zu sehen und nach musikalischen Gesichtspunkten zu entscheiden.

Einen umfassenderen Blickwinkel kann der Tonmeister liefern, der im Optimalfall bei der Produktion des Musiktitels auch anwesend war und die emotionale Aussage des Titels in seine Arbeitsweise einbeziehen kann.

Als Resultat aus diesen Auswertungen wurden zwei verschiedene finale Versionen des Songs „Wiesbaden ist New York“ von „Was Bleibt“ erstellt.

Die erste Version ist den Tendenzen des Hörversuchs angeglichen und wurde aus diesem Grund mit einer Intensität von 100% auf das Raster quantisiert. Die Stimmbearbeitung erfolgte in Melodyne und wurde bei Lead und Chorstimme mit 100% Intensität, 25% Modulation und 25% Tonhöhendrift durchgeführt. Weiterhin wurde das Gitarrensolo aus der Live-Aufnahme in diese Version montiert, so dass daraus ein Ergebnis resultiert, das in allen Facetten den Vorlieben der Mehrzahl der Versuchsteilnehmer entspricht.

Für die zweite Version wurden die subjektiven Erfahrungen des Verfassers herangezogen, die nicht mit allen Ergebnissen des Hörversuchs übereinstimmend waren und somit eine etwas andere Version bedingten. Auf Quantisierung wurde in den Strophen gänzlich verzichtet, um hier den Klangeindruck weich und natürlich zu belassen, was eher zu der Grundstimmung des Songs in den Strophen passt. Da es im Refrain etwas lebhafter zugeht und dies keinesfalls chaotisch klingen soll, wird hier auf den Groove des Schlagzeugs quantisiert, was auch die Klangfarbe etwas von den weichen Strophen absetzt. Für die Stimme wurde die zeitaufwändigste Melodyne-Bearbeitung gewählt, hierbei wurde jedoch der Chorgesang in den Refrains in der Modulation und im Tonhöhendrift auf 50% reduziert. Das Gitarrensolo wurde hierbei jedoch nicht ausgetauscht und bei der Overdub-Version belassen.

7. Fazit

Im Rahmen dieser Arbeit wurden anfangs die geschichtlich, technischen Hintergründe im Bereich der Schnittsysteme erläutert. Es wurde aufgezeigt, dass die musikalische Schnittgestaltung erst durch die technische Entwicklung von Non-Linearen und Non-Destruktiven Schnittsystemen ermöglicht wurde.

Anhand der Produktion des Titels „Wiesbaden ist New York“ wurde exemplarisch der Ablauf einer Pop-Produktion geschildert. Hierzu ist sowohl der Bereich der Planung und Vorproduktion, als auch die Durchführung der Produktion an sich zu zählen, anhand derer verschiedene Arbeitsweisen während der Aufnahme und die Wichtigkeit der Mikrofonierung für die Klanggestaltung erläutert wurden.

Im Kapitel zur Postproduktion wurde die Bedeutung dieses Teilbereichs für die musikalische Ausdrucksgestaltung ausgeführt und anhand von verschiedenen Herangehensweisen die Vielzahl der möglichen Wege aufgezeigt.

Um in diesem bisher unerforschten Sektor eventuelle Maßgaben zur Orientierung zu erhalten, wurden Hörversuche durchgeführt, die Aufschluss über die musikalische und klangliche Wirkung der verschiedenen Herangehensweisen zulassen. So wurde gezeigt, dass neben dem Einsatz im musikalischen Sinne auch der Klang beeinflusst werden kann, womit sich im Zusammenspiel mit Arrangement und Mischung neue Möglichkeiten für Kombinationen ergeben.

Es wurde weiterhin aufgezeigt, dass bei einer Aufnahme von Musikern, die ein bestimmtes musikalisches Niveau erfüllen, mit Methoden der Timingkorrektur nur marginale Verbesserungen erzielt werden können. Wobei hier deutlich zu unterscheiden ist, ob die Timingbearbeitungen gestalterischen oder korrigierenden Hintergrund haben. Bei Musikern, die musikalisch, handwerklich jedoch kein solch hohes Niveau erreichen, kann eine Timingbearbeitung zur Korrektur einen deutlichen wirtschaftlichen Vorteil gegenüber einer Neuaufnahme mit Studiomusikern bieten.

Als interessante Neuerung im Bereich der Timingkorrektur ist das Softwareupdate von Pro Tools auf die Version 7.4 zu nennen, womit Digidesign die Funktion Elastic Audio vorstellte. Diese Funktion bietet eine Alternative zu der Zeitquantisierung mit dem Beat Detective und ermöglicht durch die Einbindung des *Serato Pitch'n'Time* Algorithmus zum Verändern der Dauer von Audiodateien eine Längenquantisierung. Es bleibt abzuwarten, ob Elastic Audio ein vollkommener Ersatz für den Beat Detective sein kann und ob die Entwickler andere Bereiche, wie die Tonhöhenkorrektur innerhalb von Pro Tools erschließen werden. Aufgrund der Bedenken über klangliche Einbußen, wird Elastic Time möglicherweise auch eher im Bereich von Zupf- und Tasteninstrumenten Einsatz finden, wo bisher, aufgrund von schwer kaschierbaren Schnitten, die Schwachstellen des Beat Detective lagen.

Im Bereich des Lead Gesangs sieht die Lage etwas komplizierter aus, da meist kein einfacher Ersatz durch Studiomusiker erfolgen kann, ohne die Kreditibilität der Produktion zu gefährden.

Hier wurde festgestellt, dass bereits einfache Eingriffe in die musikalische Performance Vorteile bringen können, je nach Genre muss jedoch abgewägt werden, ob ein Einsatz der Tonhöhenkorrektur als Effekt erwünscht ist.

Die Erkenntnisse aus den Hörversuchen lassen jedoch auch den Schluss zu, dass gerade bei kommerziellen Pop-Produktionen, die starke Bearbeitung und Korrektur von Stimmen bereits sehr verbreitet ist. Dies kann im Sinne eines Sounddesign eingesetzt werden, es bringt jedoch auch zeitliche und somit wirtschaftliche Gründe mit sich. So kann für ein ansprechendes Ergebnis das musikalisch handwerkliche Niveau des Sängers oder der Sängerin sehr gering sein, die Performance bei der Aufnahme muss auch nicht im Detail perfekt sein und selbst die Nachbearbeitung benötigt für ein solches Resultat relativ wenig Zeit.

Für mich persönlich lag der interessante Teil dieser Arbeit vor allem in der systematischen Untersuchung der verschiedenen Möglichkeiten und in Verbindung damit auch in den Hörversuchen. Hier wurde mir deutlich bewusst, wie sehr sich die Meinung eines Involvierten mit den Meinungen von potenziellen Musikkonsumenten unterscheiden kann. Es hat mir als Erfahrung einen Einblick in die Sicht der unvoreingenommen Hörer eröffnet.

Diese Schere, zwischen fachlichen und laienhaften Meinungen, gilt es für den Tonmeister kennen und einschätzen zu lernen. Das Endprodukt kann nur durch eine Verbindung beider Welten schließlich zu einem Endresultat gebracht werden, das sowohl klanglich ansprechend, authentisch, als auch im kommerziellen Sinne vermarktbar ist. In diesem Zusammenhang müssen aktuelle Trends jedoch stets kritisch betrachtet werden und eine Symbiose aus einer zeitlosen und einer zeitgemäßen Produktion angestrebt werden.

Ich möchte mit einer Analogie zur griechischen Sage des Prometheus schließen, der als Lehrmeister, der Menschheit den Verstand brachte und letztendlich auch das Feuer für sie wiedererlangte. Nur durch den Verstand waren die Menschen dazu befähigt das Feuer für ihre Zwecke zu nutzen, nur durch den Verstand konnte es ihnen ein Werkzeug werden.

In ähnlicher Form sind nach meiner Meinung die Neuerungen im Bereich der digitalen Postproduktion zu sehen, die mit immer brillanteren Algorithmen eine Formung von Audioinhalten nach unseren Wünschen zulassen. Es liegt nun an uns Tonschaffenden, diese Gaben mit Bedacht einzusetzen, um der Musikalität willen und nicht aus der puren technischen Gier heraus, alle zur Verfügung stehenden Möglichkeiten genutzt zu haben.

Steve Churchyard, unter anderem Produzent von INXS, hat hierzu treffend formuliert

„It's hard to know when to stop, because you end up fixing things that before you would never have bothered about. You didn't worry that the drums kind of picked up a little bit towards the chorus, maybe that was excitement, that was a little anticipation - but no it's ‚Let's fix that.‘ And there's the danger of Auto-Tuning and pitch correcting. What do you then end up with ? Something perfectly in time, something perfectly in tune - could be perfectly boring.“ (Massey, 2000, S. 121)

Es bleibt zu erwarten, inwiefern sich diese Entwicklungen weiterhin auf die musikalische Qualität und Vielfalt des Musikmarktes niederschlagen werden.

8. Begleitende Audio-CD

Titel Nr.	Hörbeispiel
01	Endfassung 1: Overdub 50% Quant. auf Schlagzeug in Refrains, , 100% Melodyne, 50% Modulation (Notentrennung) in Refrains
02	Endfassung 2: Overdub 100% Quantisierung auf Raster, Melodyne 100%, 25% Modulation, 25% Tonhöhendrift, Gitarrensolo aus Live-Aufnahme
03	Live-Aufnahme mit 70% Quant. auf Schlagzeug, 100% Melodyne (Notentrennung)
04	Vorproduktion
05	Ungeschnittene Overdub-Aufnahme (Keine Säuberung)
06	Ungeschnittene Live-Aufnahme (Keine Säuberung)
07	Ungeschnittene Overdub-Aufnahme (Gesäubert & Phase angepasst bei Bass und BD)
08	Ungeschnittene Live-Aufnahme (Gesäubert & Phase angepasst bei Bass und BD)
09	Ungeschnittene Live-Aufnahme mit zusätzlichen Overdubspuren
10	Ausschnitt Overdub, 100% Quantisierung auf Raster
11	Ausschnitt Overdub, 50% Quant. auf Raster mit Exclude Within 25%
12	Ausschnitt Overdub, 100% Quant. auf Schlagzeug
13	Ausschnitt Overdub, 50% Quant. auf Schlagzeug mit Exclude Within 25%
14	Ausschnitt Overdub, 100% Quant. Bass auf Schlagzeug
15	Ausschnitt Overdub, 50 % Melodyne, 50% Quant. auf Schlagzeug
16	Ausschnitt Overdub, 100 % Melodyne, 50% Quant. auf Schlagzeug
17	Ausschnitt Overdub, 100% Melodyne, 25% Modulation, 50% Quant. auf Schlagzeug
18	Ausschnitt Overdub, 100% Melodyne, Notentrennung, 50 % Quant. auf Schlagzeug
19	Ausschnitt Overdub, 100% Autotune, 50% Quant. auf Schlagzeug
20	Hörversuch 1 Beispiel 1 A
21	Hörversuch 1 Beispiel 1 B
22	Hörversuch 1 Beispiel 2 A
23	Hörversuch 1 Beispiel 2 B
24	Hörversuch 1 Beispiel 3 A
25	Hörversuch 1 Beispiel 3 B
26	Hörversuch 1 Beispiel 4 A
27	Hörversuch 1 Beispiel 4 B
28	Hörversuch 2 Beispiel 1 A
29	Hörversuch 2 Beispiel 1 B
30	Hörversuch 2 Beispiel 2 A
31	Hörversuch 2 Beispiel 2 B
32	Hörversuch 2 Beispiel 3 A
33	Hörversuch 2 Beispiel 3 B
34	Hörversuch 2 Beispiel 4 A
35	Hörversuch 2 Beispiel 4 B
36	Hörversuch 2 Beispiel 5 A
37	Hörversuch 2 Beispiel 5 B

9. Quellennachweise

9.1 Verzeichnis verwendeter Literatur

Audio Engineering Society, Inc.: AES Recommended Practice for Digital Audio Engineering – Serial Multichannel Audio Digital Interface (MADI), (2003)

Bosch, K.: Basiswissen Statistik, Oldenburg Wissenschaftsverlag, (2007)

Dickreiter, M.: Handbuch der Tonstudioteknik Band 1, 6.Aufl., Saur München, (1997)

Dickreiter, M.: Handbuch der Tonstudioteknik Band 2, 6.Aufl., Saur München, (1997)

Digidesign: Pro Tools 101 Version 7.4 official Courseware, Thomson, (2007)

Huber, D.M.: Audio Production Techniques for Video, Focal Press, (1987)

Institute of Electrical and Electronics Engineers.: Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics, New Paltz, New York, (1999)

International Telecommunications Union: ITU-R BS.1116-1, Methods for the subjective assessment of small impairments in audio systems including multichannel sound systems, Rec., Geneva, Switzerland, (1994-1997)

Magix AG: Handbuch Magix Sequoia 10, (2007)

Massey, H.: Behind the Glass, Backbeat Books, (1990)

Rumsey, F.: Tapeless Sound Recording, Focal Press, (1990)

Sandner, M.: Musikalische Schnittgestaltung, Vortrag im Rahmen der Tonmeistertagung Leipzig, (2004)

Studer Deutschland: Product Information Studer D21m System, (2007)

Warnke, E.F.: Tonbandtechnik ohne Ballast, Franzis Verlag München, (1975)

Zander, H.: Harddisk-Recording, Vogel Verlag, Würzburg, (1993)

9.2 Verzeichnis der Internetquellen

<http://fabdp.fh-potsdam.de/lehre/studpro/steffen/record/lexikon/texte/schnitt.htm> , [31.01.08]
<http://de.wikipedia.org/wiki/Schallplatte> , [31.01.08]
http://www2.magnetbandmuseum.info/magnetband_story1.0.html?&L=pMP%3D10858-10859#2500 , [31.01.08]
<http://www.studerundrevox.de/index.php?page=178> , [31.01.08]
http://de.wikipedia.org/wiki/Good_Vibrations , [31.01.08]
http://en.wikipedia.org/wiki/Musique_concr%C3%A8te , [31.01.08]
http://en.wikipedia.org/wiki/Bitches_brew , [31.01.08]
http://en.wikipedia.org/wiki/Radio_edit , [31.01.08]
http://de.wikipedia.org/wiki/Digital_Audio_Workstation , [31.01.08]
http://www.rme-audio.de/products_madi_center.php?page=content/products/products_madi_center , [31.01.08]
<http://de.wikipedia.org/wiki/Quantisierung> , [31.01.08]
<http://de.wikipedia.org/wiki/Formant> , [31.01.08]
<http://www.dspdimension.com/admin/time-pitch-overview/> , [31.01.08]
<http://www.fh-wedel.de/cis/archiv/seminare/ws0304/sz/grundlagen/wavelet4.htm> , [31.01.08]
<http://www.dspdimension.com/admin/formants-pitch-shifting/> , [31.01.08]
http://www.celemony.com/cms/index.php?id=m3_background&L=1 , [31.01.08]
<http://www.propellerheads.se/technologies/rewire/index.cfm?fuseaction=mainframe> , [31.01.08]
http://www.celemony.com/cms/index.php?id=products_plugin , [31.01.08]
http://en.wikipedia.org/wiki/Parallel_compression , [31.01.08]

Weiterführende Links:

http://en.wikipedia.org/wiki/Audio_timescale-pitch_modification , [31.01.08]
http://en.wikipedia.org/wiki/Audio_editing , [31.01.08]
http://en.wikipedia.org/wiki/Reel-to-reel_audio_tape_recording , [31.01.08]
<http://www.users.globalnet.co.uk/~bunce/cutedit.htm> , [31.01.08]
<http://members.home.nl/discopatrck/history.htm> , [31.01.08]
<http://www.eqmag.com/article/how-to-edit/jul-06/21454> , [31.01.08]
<http://www.youtube.com/watch?v=aHw6JtS9xGY&feature=related> , [31.01.08]
<http://www.youtube.com/watch?v=WQxFcUq7Lrl&feature=related> , [31.01.08]

9.3 Abbildungsverzeichnis

Abb. 01: Bandschnittwinkel, Blick auf die Schnittseite.....	10
Abb. 02: Verschiedene Schnittarten des Anlogschnitt.....	11
Abb. 03: Vergleich eines a) band- und b) plattengestützten Schnittsystems.....	13
Abb. 04: Arbeitsweise eines plattengestützten Schnittsystems bei einem Crossfade.....	15
Abb. 05: Abspielreihenfolge bei Fade-Files.....	16
Abb. 06: Crossfade Editor in Magix Sequoia 10.....	18
Abb. 07: Zeitplan für die Produktion des Titels "Wiesbaden ist New York".....	19
Abb. 08: Schematische Darstellung des Studioaufbaus.....	23
Abb. 09: Aufnahme mit dem Tama Superstar EFX Drumkit in Studio D.....	26
Abb. 10: Detaillierte Auflistung der Schlagzeugmikrofonierung Teil 1.....	27
Abb. 11: Detaillierte Auflistung der Schlagzeugmikrofonierung Teil 2.....	28
Abb. 12: Detaillierte Auflistung der Bassabnahme.....	29
Abb. 13: Detaillierte Auflistung der Akustikgitarrenmikrofonierung.....	30
Abb. 14: Detaillierte Auflistung der E-Gitarrenmikrofonierung.....	31
Abb. 15: Detaillierte Auflistung der Gesangsmikrofonierung.....	32
Abb. 16: Strip Silence in Pro Tools.....	34
Abb. 17: Erkennung der Transienten mit Beat Detective.....	36
Abb. 18: Beat Detective Einstellung zur Timingkorrektur von Audio Regions.....	37
Abb. 19: Trigger Points und ihre zugehörigen Zählzeiten.....	38
Abb. 20: Sichtbare Lücken nach der Quantisierung des Audiomaterials.....	38
Abb. 21: Timestretch Auswahl in Pro Tools.....	38
Abb. 22: Originaltonhöhe mit Grundton und Formant.....	43
Abb. 23: Veränderte Originaltonhöhe mit verschobenem Formant.....	43
Abb. 24: Veränderte Originaltonhöhe mit Formantkorrektur.....	43
Abb. 25: Automatische Zeitkorrektur in Melodyne.....	45
Abb. 26: Notentrennung bei einer gebundenen Note in Melodyne.....	46
Abb. 27: Einsatz der automatischen Tonhöhenkorrektur.....	47
Abb. 28: Übergang zwischen zwei gebundenen Noten.....	48
Abb. 29: Waves SSL E-Channel.....	51
Abb. 30: Waves SSL G-Master Bus Compressor.....	51
Abb. 31: Audioease Altiverb mit EMT140 Plattenhall Impulsantwort.....	52
Abb. 32: Avalon VT-747SP Stereo.....	52
Abb. 33: Ablauf der Hörbeispiele während den Hörversuchen.....	55
Abb. 34: Stabdiagramm zu Hörversuch 1.....	57
Abb. 35: Stabdiagramm zu Hörversuch 2.....	59

10. Anhang

Formular zum Hörversuch Seite 1:

Hörversuche – Bachelorarbeit – Rawand Ahmad 15757

Bei der Postproduktion von Musikaufnahmen ist der Tonmeister oft vor die Frage gestellt, inwiefern und wie stark das Material nachbearbeitet werden soll.

Der folgende Hörversuch soll verschiedene Möglichkeiten aufzeigen und deren Wirkung feststellen.

Sie werden jeweils zwei Beispiele unmittelbar nacheinander hören und können sich anschließend entscheiden, welches Ihnen mehr zugesprochen hat. Falls Sie keinen Unterschied hören können oder sich für keines der Beispiele entscheiden können, bitte ich Sie mir dies mitzuteilen.

Sie können jedem Beispiel eine Anmerkung hinzufügen, die ihre Entscheidung unterstreicht und allgemeine Aussagen zu den Beispielen treffen.

Während dem Hörversuch werde ich die ganze Zeit für Fragen zur Verfügung stehen, jedes Beispiel kann auf Wunsch wiederholt werden.

Aber bevor wir beginnen, ein paar Fragen zu Ihnen selbst:

1. Nennen Sie eine oder mehrere Musikrichtungen, die ihrem Musikgeschmack entsprechen:
2. Wie viele Stunden/Minuten am Tag hören Sie Musik ?
3. Nennen Sie den prozentualen Anteil der Musik, den Sie bewusst hören:
4. Spielen Sie ein Instrument ? Wenn ja, welches ?
5. Haben Sie schon Erfahrungen im Bereich Tontechnik gemacht oder bereits in einem Tonstudio gearbeitet ?

Jetzt schon mal vielen Dank für Ihre Teilnahme !

Formular zum Hörversuch Seite 2:

Hörversuche – Bachelorarbeit – Rawand Ahmad 15757

Hörversuch 1 :

Beim ersten Hörversuch geht es um die menschliche Stimme. Achten Sie hier bitte nur auf den Gesang und beurteilen Sie dann welches Beispiel Ihnen besser gefällt. Die ersten drei Beispiele beziehen sich auf die Hauptstimme, das vierte und letzte Beispiel auf die Chorstimmen.

	A	=	B	Anmerkungen
Beispiel 1				
Beispiel 2				
Beispiel 3				
Beispiel 4				

Hörversuch 2 :

Für Hörversuch 2 bitte ich Sie aufmerksam auf das Timing und Zusammenspiel der Band zu hören und jeweils anzukreuzen, welches Beispiel ihnen besser gefällt.

Die Beispiele 1 bis 3 sind Instrumentalversionen und kommen in dem Stück normalerweise mit Gesang vor.

Bei den Beispielen 4 und 5 bitte ich Sie hauptsächlich auf die Gesamtwirkung zu achten und nach Ihrem Eindruck, eine der beiden Versionen zu wählen.

	A	=	B	Anmerkungen
Beispiel 1				
Beispiel 2				
Beispiel 3				
Beispiel 4				
Beispiel 5				