

Home Mastering mit Cubase

Ein Leitfaden für Anfänger und Fortgeschrittene

Roland Enders
© 2007 bis 2014

Wichtige Hinweise:

Diese Tutorial-Serie besteht aus drei Dokumenten:

Teil 1: Grundlagen

Teil 2: Mastering-Werkzeuge

Teil 3: Mastering-Praxis

Ich plane, dazu einige Videos auf meinem Youtube-Kanal und meiner Website zu veröffentlichen.

Sie können diese Tutorials zum eigenen, nicht kommerziellen Gebrauch kostenlos herunterladen (<http://www.songs-and-stories.de/>) und ausdrucken, und Sie dürfen sie auch weitergeben, wenn Sie folgende Regeln einhalten:

1. Sie dürfen den Link zu den Dateien auf einer Internetsite direkt einfügen, wenn Sie den Namen des Dokuments und meinen Namen als Urheber nennen (also z.B. Roland Enders: Home Mastering mit Cubase, Teil 1: Grundlagen: *Linkangabe*).
2. Sie dürfen diese Dokumente unter keinem anderen Link und auf keinem anderen Server speichern oder anderweitig zugänglich machen als über meine Website. Sie dürfen Sie an andere ausschließlich kostenlos weitergeben.
3. Sie dürfen Auszüge aus diesen Dokumenten in eigenen nicht kommerziellen Veröffentlichungen und Medien, gleich welcher Art, nur dann verwenden, wenn Sie sie deutlich als Zitat kennzeichnen, die Quelle (meine Website) und meinen Namen als Urheber korrekt nennen.
4. Sie dürfen diese Dokumente oder Auszüge daraus nicht in kommerziellen Veröffentlichungen und in kommerziellen Medien jedweder Art ohne meine Zustimmung verwenden.

Für meine Youtube-Videos gelten die auf meinem Kanal angegebenen Nutzerregeln.

Teil 2: Mastering-Werkzeuge

Benötigen Sie spezielle Mastering-Plug-Ins oder gar eine spezialisierte Mastering-Suite? Oder reichen die Bordwerkzeuge von Cubase?

Kommt darauf an. Für erste Versuche können Sie mit den vorhandenen Cubase-Plug-Ins und einigen guten Freeware-Tools schon recht weit kommen. Wenn Sie aber nicht nur gelegentlich mastern wollen, sondern das Mastering als ebenso wichtig wie das Mischen ansehen und das Beste aus Ihrer Musik herausholen wollen, lohnt sich die Anschaffung eines Mastering-Bundles oder zumindest einiger spezialisierter Einzel-Plug-Ins, die denen von Cubase doch überlegen sind. Das muss nicht unbedingt teuer sein, wie wir noch sehen werden.

Mastering Bundles

Bundles oder einzelne Plug-Ins? Beide haben Vorteile. Ich möchte Ihnen ganz willkürlich einige Bundles vorstellen, mit denen ich entweder arbeite oder die ich als Probeversion angetestet habe.

Izotope Ozone: die vielleicht verbreitetste Mastering Suite.



Abbildung 1: Izotope Ozone

Das Ein-Fenster-Plug-In hat sieben Bearbeitungs-Module, eine Meter-Section und ein Dithering-Modul, und belegt nur einen Plug-In-Platz in Cubase.

Die Bearbeitungsmodule: Equalizer, Dynamics (auch Multiband), Reverb, Stereo-Imaging, Harmonic Exciter, Post-Equalizer und Maximizer.

Die Meter-Section ist sehr vielfältig und bietet u.a. die Anzeige von True Peak und Loudness.

IK Multimedia T-Racks

T-Racks Einzel-Plug-Ins und Bundles gibt es in einer fast unüberschaubaren Vielfalt, sodass eine Einzelbeschreibung den Rahmen sprengen würde. Die aktuelle (2014) T-Racks Grand-Ausgabe zum Beispiel hat 16 Einzel-Plug-Ins für Dynamik-Bearbeitung, EQing und mehr. Darunter sind auch für das Mastering geeignete Multiband-Bearbeitungstools. T-Racks Deluxe besitzt immerhin noch 9 Module, allerdings nur Singleband-Tools. Die Plug-Ins sind oft analogen Vorbildern nachempfunden, sowohl optisch als klanglich. Man kann sie in der „T-Racks-Shell“ – einem eigenen Rack – öffnen, dann benötigen Sie nur einen Plug-In-Slot, oder einzeln in Cubase insertieren.

Die Meter-Section besitzt zwar ein so genanntes „Real Perceived Loudness Meter“, allerdings geht aus den Spezifikationen nicht hervor, ob es sich um den neuen EBU R128-Standard handelt.



Abbildung 2: IK Multimedia T-Racks

Fabfilter Mastering Bundle

Die Software-Schmiede Fabfilter hat sowohl Einzel-Plug-Ins als auch Bundles im Angebot. Im Bundle sind die Plug-Ins natürlich günstiger. Die Mastering-Suite besteht zwar nur aus vier Plug-Ins, die es aber in sich haben: dem Equalizer **ProQ 2**, dem Kompressor **ProC**, dem Limiter **ProL** und dem Multiband-Kompressor **ProMB**. Diese vier sind extrem flexibel einsetzbar, bieten sehr viele Features, die andere Plug-Ins nicht besitzen und klingen sehr transparent und neutral, ja beinahe schon unauffällig. Mit anderen Worten: sie machen genau das, was sie machen sollen, ohne einen „Eigenklang“ hinzuzufügen. Wer ein bisschen zusätzlichen analogen Schmutz und Wärme sucht, wird hier nicht fündig. Aber dafür kann man ja andere Plug-Ins einsetzen. Ich habe mich nach vielen Vergleichen für das Fabfilter-Bundle entschieden und habe es nicht bereut. Bei der nachfolgenden Besprechung von Einzel-Plug-Ins werde ich zwei von ihnen vorstellen, und in den geplanten Videos werde ich Ihnen zeigen, wie man damit arbeitet.

Die bisher besprochenen Mastering-Bundles sind nicht gerade billig. Gibt es denn keine preiswerte Alternative? Doch!

ToneBoosters Bus Tool Bundle

ToneBoosters stellt Plug-Ins her, die, gemessen an ihrem sensationell geringen Preis, eine hohe Qualität aufweisen. Die Preispolitik ist quasi einmalig: Sie können alle Plug-Ins kostenlos herunterladen und in vollem Funktionsumfang nutzen mit der einzigen Einschränkung, dass die Einstellungen nicht speicherbar sind. Wenn Sie darauf nicht verzichten wollen oder denken, dass dem Entwickler ein bescheidener Obulus zustehen sollte, dann können Sie sie für wenige Euro lizenzieren.

Das Bus Tool Bundle besteht aus folgenden Komponenten: Dither, BusCompressor, Fix (dynamischer EQ), ReelBus (Bandsättigungssimulation), EBULoudness (Loudness Meter),

Barricade (Brickwall-Limiter) und Ison (spezielles und einzigartiges Kopfhörer-Tool). Einige dieser Plug-Ins stelle ich Ihnen weiter unten vor. Die Lizenz für das Bundle kostet knapp 95 Euro! Sie können alle (und noch mehr) auch einzeln für 20 Euro oder weniger pro Plug-In erwerben.

Ob Mastering Bundles oder Einzel-Plug-Ins: jedes Mastering Studio sollte die nachfolgend beschriebenen Werkzeuge besitzen:

Analysewerkzeuge

Das wichtigste Werkzeug zur Analyse sind unsere Ohren. Diese lassen sich – gerade beim Ungeübten – leicht täuschen und ermüden schnell. Nach einem harten Arbeitstag sind sie nicht gerade in Höchstform, deshalb ist es wichtig, sich ausgeruht ans Werk zu begeben.

Wir können den Ohren etwas Unterstützung gewähren, vor allem, wenn sie sich in der Beurteilung nicht ganz sicher sind, indem wir einige Analysewerkzeuge bereithalten.

Das Erste und Wichtigste ist ein sehr gutes

Pegel-Messgerät

Viele DAWs inklusive Cubase bis Version 6 bieten nur die Peak-Pegel-Anzeige. Einige haben darüber hinaus noch ein RMS-Meter. Was für optimales Mastering fehlt, sind Anzeigen für den dynamischen Gehalt, die Loudness und für True Peak.

Mit den verschiedenen Pegeln haben wir uns ja im Teil 1 beschäftigt und erfahren, dass gerade Loudness-Pegel nach EBU R128 und TPL (True Peak Level) im Mastering immer mehr an Bedeutung gewinnen. Ab Cubase 7 sind sie standardmäßig enthalten (Abbildung 3).

Nutzer von Cubase 6 (oder früher) müssen nachrüsten. Dennoch möchte ich auch Cubase 7 Nutzern raten, ein zusätzliches Meter-Plug-In zu installieren. Es gibt eine Reihe von Loudness-Metern, die kostenlos oder zu einem sehr geringen Preis erhältlich sind. Sie sind noch flexibler einsetzbar als das von Cubase, vor allem, wenn sie eine grafische Darstellung des Loudness-Verlaufs bieten. Für diesen Mastering-Kurs verwende ich das Plug-In von **Toneboosters TB EBU Loudness** (Abbildung 4). Sie können eine Trialversion herunterladen, deren einzige Einschränkung ist, dass die Einstellungen nicht speicherbar sind, oder es für knapp 20 Euro erwerben:

<http://www.toneboosters.com/tb-ebuloudness/>

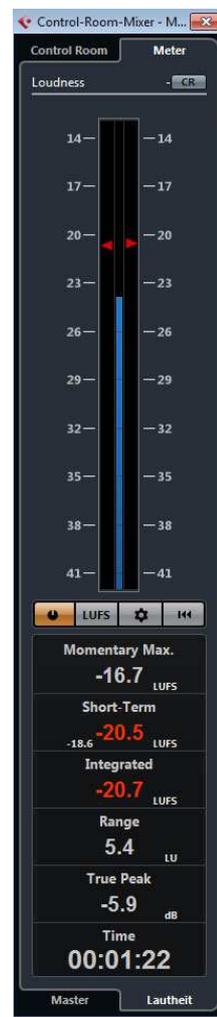


Abbildung 3:
Cubase Loudness
Meter

Unter **Meter Mode** kann man einstellen, nach welchem Loudness-Standard gemessen werden soll, und damit auch die Ziel-Loudness festlegen. Für die in Europa gültige EBU R128 wäre sie -23 LUFS (für Fernsehsendungen). Alternativ kann man auch andere Standards (zum Beispiel den in den USA gültigen) und andere, für Musikproduktionen besser geeignete Ziel-Lautheiten von -20 LUFS bis -12 LUFS einstellen. Letztere ersetzen die K-Skalen von Bob Katz (siehe Teil 1). Die Messung kann wahlweise für Stereo- oder 5-Kanal Surround erfolgen.



Abbildung 4: ToneBoosters Loudness Meter

Die Felder darunter zeigen:

Integrated Loudness: ihre Messung läuft ständig während der Wiedergabe des Songs. Zwei Gates bei -70 LUFS (absolute Gate) und -10 LU unter dem ohne Gate gemessenen Loudness-Wert (relative Gate) verhindern, dass Stille oder sehr leise Stellen mit ausgewertet werden.

Loudness Range: das ist die Variation der Lautheitswerte im Verlauf der Messung, sozusagen die Makrodynamik des Songs.

True Peak: der Maximal-Pegel, der auch Interleaved Sample Peaks berücksichtigt.

Peak to Loudness Ratio (PLR): Differenz zwischen dem True Peak-Pegel und dem Integrated Loudness-Pegel. Dieser Wert wird nicht in jedem Loudness-Meter dargestellt (z.B. nicht in dem von Cubase 7), lässt sich aber leicht errechnen. PLR ist ein Maß für die Mikrodynamik der Musik.

Integration Time: die Zeit der Messung.

Darunter befinden sich noch ein Start-Button zum Starten der Messung, ein Sync-Button: die Messung läuft dabei nur während der Wiedergabe, d.h. wenn Cubase im Playmodus ist, und ein Reset-Button, um alle Werte zurückzusetzen.

Auf der rechten Seite kann man verschiedene Ansichten wählen. Zum Beispiel eine, die Skalen für Momentary Loudness (**ML**), Short-Term Loudness (**SL**) und **True Peak** für alle Kanäle zeigt. Oder man wählt eine grafische Darstellung des Loudnessverlaufs (wie in der Abbildung dargestellt).

Selbst ein gutes Loudness-Meter kann aber noch nicht alles. Was fehlt, ist die Möglichkeit, die Mikrodynamik zu jedem Zeitpunkt im Song zu messen (das Peak to Loudness Ratio ist eine Mittelung über die Zeit). Doch schon vor der Einführung dieser neuen Pegelbegriffe gab es einen Messwert zur Darstellung der Mikrodynamik: **Dynamic Range**, also der Unterschied zwischen Peak- (Transienten) und RMS-Wert nach AES 17 (Durchschnittspegel). Der Dynamic Range kann in „Echtzeit“ (d.h. in einem kurzen Zeitfenster) gemessen werden, dann sagt er etwas aus über den momentanen Unterschied zwischen Peak- und RMS-Level, oder über die gesamte Länge des Musikstückes. Dabei werden der Maximalwert des Peak- und RMS-Pegels erfasst und von einander abgezogen. Und es gibt noch eine dritte Möglichkeit: Friedemann Tischmeyer schlug vor, nur die oberen 20% des RMS-Pegels des gesamten Musikstückes auszuwerten, um Aussagen über den dynamischen Gehalt zu gewinnen. Was sagt uns der DR-Wert? Ist er klein, dann ist der Song sehr komprimiert und limitiert. Er kann dann zwar laut gemastert sein, weist aber wenig Transparenz und Druck auf. Extrem laut gemasterte Alben haben oft nur noch einen Dynamic Range von 3 bis 4 (die Maßeinheit dB wird meist weggelassen). Songs mit höherer Dynamik klingen besser, lassen sich aber nicht so laut mastern. Zwar ist die beste Kontrollinstanz unser Gehör, aber es wäre trotzdem hilfreich, wenn wir die Dynamik unserer Songs messen könnten.

Ein Plug-In, das darauf spezialisiert ist, den Dynamic Range in Echtzeit zu messen, ist das **TT Dynamic Range Meter** von Tischmeyer (Abbildung 5). Es hat links und rechts die üblichen Peak- und RMS-Anzeigen, die Anzeige in der Mitte gibt den Dynamic Range wieder. Sie ist farbig abgestuft: grüne Werte zeigen eine hohe, gelbe eine mittlere und rote Werte eine geringe Dynamik an. Der Dynamic Range kann auch zahlenmäßig in den Kästchen darüber abgelesen werden. Links und rechts oben werden die Spitzenwerte und unten die RMS-Werte numerisch dargestellt. Das Meter bedient sich der Oversampling-Technik, zeigt den True Peak Pegel an (der allerdings nicht der EBU R128-Norm entspricht) und warnt vor Interleaved Sample Peaks.



Abbildung 5:
Dynamic Range-Meter

Zur nachträglichen Analyse des gemasterten Tracks entwickelte Tischmeyer noch ein **DR-Offline-Meter**, das den DR-Wert für die lautesten 20% des Tracks errechnet. Die Tabelle in Abbildung 6 bezieht sich auf die Offline-Messung.

Kurz etwas zur Geschichte dieser nützlichen Werkzeuge: Anfang 2009 gründete der Mastering-Experte und Autor Friedemann Tischmeyer die *Pleasurize Music Foundation*, deren Ziel die klangliche Aufwertung von Musik in ihren unterschiedlichen Formaten ist, seien es CD, MP3 oder Rundfunk. Das wichtigste Teilziel dieser Non-Profit-Organisation war es, den Loudness-War zu bekämpfen. Zu Beginn der Initiative bot Tischmeyer das Echtzeit-Plug-In und das Offline-Meter kostenlos an, später bekam man es nur, wenn man aktives Mitglied in der Pleasurize Music Foundation wurde (ab 30 Euro im Jahr). Zunächst schien Tischmeyer trotz großen Engagements zu scheitern. Seine Bemühungen wurden teilweise auch durch die Einführung der Lautheitsnormierung durch EBU R128 überholt, deren Anwendung er jetzt unterstützt. Die Website der Initiative wurde mehrere Jahre lang nicht mehr aktualisiert. Doch inzwischen hat er sich zurückgemeldet und die Entwicklung eines neuen Mess-Tools namens **DRQ-Meter** (Dynamic Range Quality) auf der Grundlage der Peak to Loudness- und True Peak-Messung angekündigt, von dem es auch eine kostenlose Version geben soll. Bis dahin können Sie noch die alte Version des Echtzeit-Plug-Ins und Offline-Meters herunterladen:

<http://www.pleasurizemusic.com/es/es/download>

Ich gehe davon aus, dass dies im Sinne von Tischmeyer ist, denn sonst hätte er die Seite sicher Passwort-gesichert.

Friedemann Tischmeyer hat auch Vorschläge dazu gemacht, wie hoch der Dynamic Range in Abhängigkeit von der Art der Musik am besten sein soll.

Seine Tabelle (Abbildung 6) ist selbst erklärend. Sie zeigt zum Beispiel, dass für Pop und Rock ein Dynamic Range von 12 und mehr (grüner Bereich) optimal, zwischen 11 und 8 (gelb) noch akzeptabel, ab 7 aufwärts (orange bis rot) mehr oder weniger ungenießbar ist, wenn die Ohren des Hörers noch einen Tick audiophil sind.

	rot: überkomprimiert = ungenießbar gelb = Übergangsbereich grün=dynamisch und genießbar	samplebasierte Musik, elektronische Musik mit vorwiegend synthetisch erzeugten Klängen	Pop, Rock, Mainstream "Radiomusik" mit akustischen Klängen	vorwiegend akustische Musik: Jazz, Folk, Country, Klassik Musik, die relaxen soll
DR4				
DR5				
DR6				
DR7				
DR8				
DR9				
DR10				
DR11				
DR12				
DR13				
DR14 &<				
		Techno	Pop	Jazz
		House	Rock	Folk
		Disco	R'n B	Country
		Trance	HipHop	Klassik
		Electro	Blues	Chillout
		Goa	Hardrock	Relax

Abbildung 6: **Wirkung des DR-Werts auf die Audio-Qualität in Abhängigkeit vom Musikstil**



Sie können diese Empfehlungen ohne weiteres auf die anzustrebende Loudness übertragen.

Wollen Sie zum Beispiel ein dynamisches Folkalbum mastern, dann sollten Sie darauf achten, dass die finale Loudness etwa bei -14 LUFS liegt, damit die Transienten der Songs nicht zu sehr begrenzt werden. Bei -14 LUFS Loudness und einem True Peak Pegel von $-0,5$ dB FS kann der Dynamic Range maximal $13,5$ dB betragen.

Arbeiten Sie hingegen an ein Hardrock-Album, dessen Tracks nach dem Mixen einen maximalen Dynamic Range von nur 8 dB haben, dann können Sie es ohne Qualitätseinbußen deutlich lauter – also auf -8 LUFS mastern, ohne den Peak-Pegel stark begrenzen zu müssen.

Spektrum- oder FFT-Analyzer



Abbildung 7: Voxengo Span Spektrum Analyzer

Cubase bietet zwar in seinem *Multiscope*-Plug-In einen Analyzer, und auch der Kanal-EQ zeigt ab Version 7 das Frequenzspektrum, dennoch würde ich Ihnen empfehlen, das beste Spektrumanalyse-Plug-In herunterzuladen, das Sie umsonst bekommen können. Es heißt *Voxengo Span*, und Sie finden es hier:

<http://www.voxengo.com/product/SPAN/>

Neben der Spektralverteilung, deren Darstellung durch viele Parameter beeinflussbar ist, zeigt es auch noch verschiedene RMS-Pegel sowie den Crest-Faktor und warnt vor Clipping. Allerdings wird die RMS-Anzeige nicht visualisiert. Der Nachteil dieses Plug-Ins ist, dass eine gewisse Einarbeitungszeit nötig ist, um die verschiedenen Einstell- und Anzeigemöglichkeiten zu verstehen. In einem geplanten Video gehe ich detailliert darauf ein.

Der ab Cubase 7 mitgelieferte *Voxengo Curve EQ* besitzt übrigens einen integrierten Analyzer, der fast identisch ist mit dem *Voxengo Span*. Sie können auch diesen als Analysewerkzeug verwenden, wenn Sie auf die EQ-Sektion verzichten.

Goniometer

Damit werden die Phasenbeziehungen zwischen rechtem und linkem Kanal einer Stereo-Audioaufnahme dargestellt. Das ist wichtig für die Beurteilung der Monokompatibilität des Materials, da bei der Monowiedergabe eines Stereosignals beide Kanäle zusammengemischt

werden. Bei gegenläufigen Phasenbeziehungen kommt es dabei zu Auslöschungen, die das Klangbild negativ beeinflussen. Sie können durch verpolte Stereo-Mikros, durch Effekte, die auf die Phase wirken (Flanger, Phaser, sehr kurze Delays usw.) und durch Stereo-Verbreiterer, Enhancer usw. verursacht werden. Natürlich sollten sie schon beim Mixen erkannt und vermieden werden. Aber spätestens jetzt, beim Mastering, sollten wir die Tracks auf Mono-kompatibilität prüfen.

Ein Goniometer ist im Allzweck-Tool **Multiscope** von Cubase enthalten.

Ich will an dieser Stelle nicht auf Einzelheiten eingehen. Hier nur ein kurzer Überblick: **Ampl** stellt die schwingende Welle wie ein Oszilloskop in Echtzeit dar. **Freq** ist ein Spektrumanalysator und **Scope** ein Goniometer.

Alternativ gibt es auch kostenlose Plug-Ins mit dieser Funktion. Das in Abbildung 9 gezeigte finden Sie hier:

<http://www.uk-music.de/index.php?page=gonio>

Idealerweise wird eine zur senkrechten Achse symmetrische Leuchtfigur angezeigt. Je schmaler sie ist, desto mehr Frequenzen tummeln sich in der Stereomitte. Je breiter sie ist, desto mehr unterschiedliche Anteile rechts und links sind vorhanden. Ist die Figur schräg verkippt, so ist das Stereobild unsymmetrisch und unausgewogen. Der schlechteste denkbare Fall ist der einer horizontalen Linie: hier sind beide Kanalsignale gleich, aber um 180° phasenverschoben. Sie löschen sich bei Monodarbietung vollkommen aus.

Neben den Analyse-Werkzeugen und Pegelmetern brauchen wir natürlich auch Bearbeitungs-Plug-Ins. Jeder hat wahrscheinlich in seinem VST-Plug-In-Ordner Dutzende, wenn nicht Hunderte davon. Aber was brauchen Sie wirklich für das Mastering? In wahrscheinlich 99% aller Fälle diese hier:

Equalizer, **Kompressor** und/oder **Multiband-Kompressor** und **Brickwall-Limiter**. Alle anderen sind zweit- oder dritrangig.

Equalizer

Der EQ ist eines der wichtigsten Werkzeuge beim Mastering. *Parametrische EQs* mit einstellbarer Mittenfrequenz und Bandbreite sind hierfür sehr viel besser geeignet als so genannte grafische Equalizer mit festen Bändern.

Ein Mastering-EQ hat andere Aufgaben als ein Kanal-EQ, den man im Mix verwendet. Es geht hier nicht um drastische Klangformung, sondern zum Beispiel um kleine Eingriffe am Klangbild von wenigen dB, die möglichst nicht als Bearbeitung auffallen sollen. Nicht selten sind mehrere davon in ganz unterschiedlichen Frequenzbereichen nötig. Wir wollen dies mit größtmöglicher Transparenz und ohne drastische Verfärbung machen und keine neue Klang-Ästhetik schaffen, denn unsere sorgfältig durchgeführten Mixes sollen im Charakter erhalten bleiben. Ein zweiter Einsatzzweck des Mastering-EQs ist das Entfernen von unhörbaren Frequenzen z.B. im Subbass-Bereich mit Filtern hoher Flankensteilheit.

Der Haupt-EQ in der Mastering-Kette sollte deshalb idealerweise sechs Bänder oder mehr haben, zwei davon als Low Cut (Hochpass) und High Cut (Tiefpass) mit einstellbarer Flan-

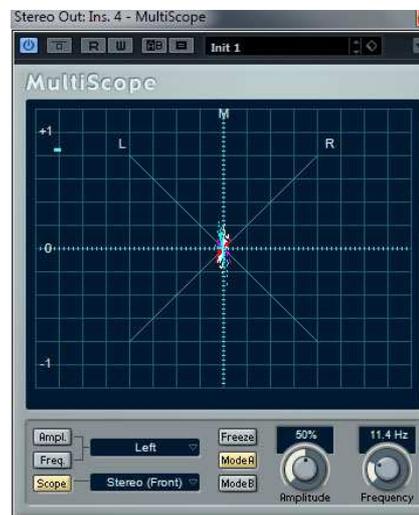


Abbildung 8: Cubase Multiscope

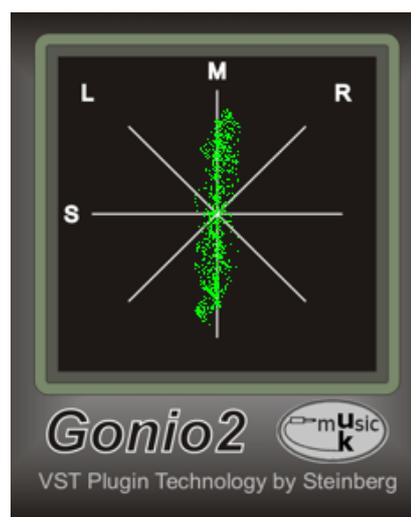


Abbildung 9: Goniometer

kensteilheit von mindestens 24 dB/Oktave. Die meisten EQs verändern im Bereich um die Anhebung und Absenkung die *Phase* der Schwingung. Das ist nicht zwangsläufig etwas Negatives, kann sogar in bestimmten Fällen gut klingen (analoge Equalizer tun das immer). Bei sehr steilen Filterkurven (z.B. Bass-Cut mit 48 dB) können aber solche Phasenverschiebungen den Klang verfärben. Mastering EQs haben oft die Möglichkeit, einen so genannten „Linear Phase Mode“ zu wählen. Dann gibt es keine Phasenverschiebungen zwischen den einzelnen Frequenzen. Ein Nachteil ist, dass dann eine deutliche Latenz (Verzögerung des Signals) entsteht. Das ist aber beim Mixen und Mastern kein Problem, weil diese durch Cubase automatisch kompensiert wird. Beim Aufnehmen sollte man aber keine Linear Phase EQs einsetzen. Ob man diese Option beim Mastering benutzt, hängt sehr stark vom Material ab, an dem man arbeitet. Am besten lässt man von Fall zu Fall seine Ohren entscheiden.

Manche Mastering EQs haben die Möglichkeit, das Stereo-Signal in ein **MS**-Signal (Mitte/Seiten) zu transformieren. Im M-Anteil werden beide Kanäle addiert, also $M = L + R$, im S-Anteil wird die Differenz aus Ihnen gebildet: $S = L - R$. Das M-Signal ist somit das Mono-Signal, das aus der Mitte der Stereobasis kommt, das S-Signal enthält gerade die Anteile aus der Mitte nicht: z.B. sind Bass, Hauptgesang, Snare usw., wenn sie beim Mix exakt in die Mitte gelegt wurden, nicht im S-Signal zu hören. Das eröffnet beim EQing neue Möglichkeiten: Man kann durch entsprechende Frequenzbearbeitung etwa die Vocals in der Mitte hervorheben, ohne dass die Gitarren, die nach rechts und links gelegt sind, davon beeinträchtigt werden. Auch kann man mit einem solchen EQ direkt auf die Stereobreite einwirken.

Cubase bis einschließlich 6 bietet Ihnen verschiedene EQs: den Kanal-EQ, den Studio-EQ und ein paar grafische Festfrequenz-EQs. Der **Kanal-EQ** ist für das Mastering nur bedingt geeignet. Die Haupteinschränkung ist die geringe Anzahl der Bänder. Regulär sind es vier: zwei vollparametrische Mittenbänder mit Glockenkurve und zwei Seitenbänder, die sich zusätzlich noch auf Shelf- und High- bzw. Lowpass schalten lassen. Zwar hat der EQ ab Version 7 einen zusätzlichen Bass- und High Cut, aber deren Flankensteilheit ist weder einstellbar noch besonders hoch. Stellt man z.B. den Bass-Cut auf 30 Hz, um die eigentlich unhörbaren Subfrequenzen zu entfernen, so senkt er bei dieser Frequenz bereits um 12 dB ab und wirkt bis weit über 100 Hz hinaus. Es gehen also hör- und spürbar Bässe verloren. Um im Mastering vernünftig arbeiten zu können, muss man stattdessen das Filter 1 im Highpass-Mode benutzen. Davon gibt es wiederum 2 Varianten: High Pass 1 hat eine feste Flankensteilheit (geschätzt -6 dB/Oktave) und arbeitet viel zu flach, um subharmonische Anteile auszublenden, ohne die die hörbaren Frequenzen zu beeinträchtigen. High Pass 2 lässt sich im Q-Faktor regeln. Je höher er ist, desto größer die Flankensteilheit. Ab $Q = 5$ aufwärts entwickelt er allerdings einen Überschwinger-Bauch und hebt Bässe oberhalb der Regelfrequenz an. Mit einem Trick lässt sich noch ein bisschen mehr Flankensteilheit herausholen: man kann die Verstärkung auf bis zu 24 dB anheben. Damit ist die Auswirkung auf den hörbaren Bassbereich geringer, weil die Absenkung oberhalb der Regelfrequenz schwächer ausfällt. Wenn man also den Subbass-Bereich des gesamten Mixes herausfiltern will, bleibt nur die Möglichkeit über das Filter 2 mit der beschriebenen Einstellung. Die Regelfrequenz sollten Sie so tief wie möglich stellen und sich auf Ihre Ohren verlassen, die entscheiden müssen, ob nichts Relevantes aus dem Bassbereich entfernt wird. Dann bleiben aber für alle anderen Frequenzbereiche nur noch drei Bänder übrig.

Man kann diesen Engpass in Cubase durch einen Trick umgehen, indem man den Kanal-EQ nur zum Herausfiltern der subharmonischen Frequenzanteile benutzt und dann die Frequenzbearbeitung im hörbaren Bereich mit dem in Cubase auch vorhandenen **Studio EQ** als Plug-In macht. Der unterscheidet sich vom Kanal-EQ hauptsächlich durch die fehlenden Bass Cut und High Cut-Filter und durch einen Output-Regler, der gerade im Mastering sehr nützlich ist, wie wir noch sehen werden.

Ab Cubase 7 können Sie auf den **Voxengo CurveEQ** zurückgreifen, ein ausgefuchstes Werkzeug, das jedoch einiger Einarbeitung bedarf. Es besitzt weder Bänder, noch Regler für Q-Faktor, Filterart, Anhebung- und Absenkung wie die meisten EQs, sondern ist eine Art grafischer EQ. Sie können eine eigene Filterkurve mit beliebig vielen Punkten erstellen, die Sie durch ziehen wie gewünscht einstellen. Damit ist praktisch jeder denkbare Frequenzgang nachvollziehbar. Und noch mehr: Sie können den Frequenzgang eines Referenzsongs analysieren und diesen auf Ihren eigenen Song übertragen! Der CurveEQ ist ein ausgezeichneter Mastering-EQ.

Wenn Sie eine Cubase-Version ohne CurveEQ besitzen, oder Ihnen der CurveEQ zu kompliziert ist und Sie lieber mit Standard-Parametern arbeiten, aber keine Kompromisse eingehen wollen, dann sollten Sie etwas Geld in einen guten Mastering-EQ investieren. Es gibt Dutzende von empfehlenswerten Plug-Ins in fast jedem Preis-Segment. Natürlich enthält auch jede Mastering-Suite (wie Ozone oder T-Racks) sehr gute Equalizer. Ob Sie sich mit einer Suite gleich komplett versorgen oder die wichtigsten Plug-Ins einzeln erwerben, ist zweitrangig. Zwei geeignete EQs möchte ich Ihnen vorstellen:

Fabfilter Pro-Q 2

Das ist der fortschrittlichste und vielseitigste Equalizer, der aktuell (September 2014) auf dem Markt erhältlich ist. Die Beschreibung seiner Möglichkeiten würde den Rahmen sprengen. Er klingt sehr transparent und neutral und lässt sich auf verschiedene Phase-Modes einstellen: von Zero Latency über Natural Phase bis Linear Phase. Er kann von Stereo- auf MS-Bearbeitung umgeschaltet werden und bietet mehr als genug Bänder. In der Abbildung habe ich neun davon eingefügt, und das ist noch nicht das Ende der Fahnenstange!

Bei jedem Band kann man aus bis zu acht Filterkurven auswählen. Die Flankensteilheit von Bass Cut und High Cut ist wählbar zwischen 6 und 96 dB/Oktave. Der ProQ 2 arbeitet wahlweise in LR- oder MS-Stereo. Alle Bänder lassen sich einzeln von Stereo-verlinkt auf Einzelkanalbearbeitung umschalten. Sie können zum Beispiel im MS-Modus wählen, ob Sie das Mitten- oder Seitensignal oder beide gleichzeitig bearbeiten wollen. Ein flexibel einstellbarer Frequenz-Analyzer zeigt wahlweise Eingangs-, Ausgangsspektrum oder beide. Es gibt die Möglichkeit, zwischen zwei Einstellungen zu vergleichen und natürlich auch, die Einstellungen abzuspeichern. Das Plug-In ist entweder einzeln erhältlich oder als Bestandteil des Mastering Bundles. Beim Bundle spart man natürlich noch einmal gegenüber den Einzelpreisen



Abbildung 10: Voxengo CurveEQ



Abbildung 11: Fabfilter Pro-Q 2

aller darin enthaltenen Plug-Ins. Ich arbeite damit schon seit Jahren und kann die Fabfilter-Plug-Ins wegen ihrer Qualität, ihres Funktionsumfangs und ihres guten Preis-Leistungs-verhältnisses wirklich empfehlen. Der Pro-Q 2 kostet zurzeit (2014) 149 €.

Gibt es gleichwertige Alternativen? Sicher. Ich will keinesfalls Fabfilter herausheben. Es gibt wahrscheinlich auch gute EQs von anderen Firmen. Allerdings habe ich mit diesen noch nicht gearbeitet.

Gibt es preisgünstigere Alternativen? Ebenfalls ein Ja. Eine möchte ich hier vorstellen:

ToneBoosters TB Equalizer

Das ist ein sechsbändiger EQ, der wahlweise im Stereo- oder MS-Mode arbeitet. Er besitzt zahlreiche Filtertypen, darunter auch analog-typische und diverse Bass und High Cuts mit einstellbarer Flankensteilheit. Den Linear-Phase-Mode beherrscht er nicht. Er ist sehr viel flexibler einsetzbar als die Cubase-EQs und recht neutral klingend. Nicht wirklich nachprüfbar ist, wie viel CPU-Leistung er verbraucht, denn das Performance-Meter in Cubase zeigt bei mir sogar eine Verringerung der CPU-Last an, wenn er eingeschaltet ist! Ob das an einem Bug in Cubase oder einer trickreichen Programmierung liegt, kann ich nicht sagen.



Abbildung 12: TB Equalizer

Das Beste ist jedoch der Preis: der EQ kommt im „Essentials Bundle“ zusammen mit sieben anderen für unter 25 €! Da kann man nicht viel falsch machen. Sein großer Bruder, der ebenfalls sechsbändige **TB Fix** bietet noch mehr Filter-Kurven und sogar eine Dynamik-Sektion pro Band, ist also als dynamischer EQ (siehe unten) einsetzbar! Er hat eine Auto-Phase Option, die laut Hersteller das Beste zwischen Linear Phase (Präzision der Frequenzkurve) und Minimum Phase (akkurates Timing) bietet. Dieser EQ kostet weniger als 20 Euro.

Neben dem Haupt-EQ setzen manche Mastering-Experten noch einen **Post EQ** oder **Sweetening EQ** ein, der fast am Ende der Mastering-Kette eingeschleift wird. Er ist kein chirurgisches Werkzeug wie der Haupt-EQ, sonder eher eine edle Klangregelung, mit der der Mix subtil verfeinert werden kann. Solche EQs kommen mit drei bis vier Bändern aus, simulieren häufig analoge Vorbilder und haben durchaus einen speziellen Eigenklang. Im Praxisteil werde ich Ihnen einige kostenlose Vertreter vorstellen.

Es gibt noch eine recht spezielle EQ-Art, die man im Mastering eher selten einsetzt, aber ich habe sie auch schon gelegentlich verwendet, nämlich den **dynamischen EQ**. Es ist eine Mischung aus EQ und Dynamikbearbeitung. Sehr stark vereinfacht ausgedrückt: man kann damit Frequenzen anheben oder absenken, deren Pegel eine einstellbare Regelgrenze (Threshold) übersteigt. Mit anderen Worten: die Anhebung bzw. Absenkung wirkt nicht ständig, sondern nur, wenn in diesem Frequenzband lautere Pegelspitzen auftauchen. Man kann damit z.B. sehr schön eine einzelne Bassnote zähmen, die aus einem Basslauf unangenehm heraussticht, ohne gleich den ganzen Bass zu komprimieren oder abzusenken.

Dynamik-Prozessoren

Alle großen Cubase-Versionen bringen diverse Limiter sowie Single- und sogar Multiband-Kompressoren mit. Darüber hinaus finden sich in den verschiedenen Programmversionen Expander, De-Esser und Loudness-Maximizer.

Beim Mastering werden wir nur Kompressoren und Limiter einsetzen (der Loudness-Maximizer ist ein Zwischending aus beiden).

Kompressor

Der Kompressor ist eines der kompliziertesten und am meisten missverstandenen Werkzeuge im Mixing und Mastering. Es ist notwendig, dass Sie seine Funktionsweise und seine sinnvollen Einsatzzwecke voll und ganz verstehen, wenn Sie zielgerichtet damit arbeiten wollen.

Er „verdichtet“ das im Pegel schwankende Signal, engt die Dynamik in bestimmten Bereichen ein. Er besitzt im Wesentlichen fünf Regler:

Threshold: Damit wird der Schwellwert-Pegel gewählt, bei dessen Überschreiten der Kompressor das Signal beeinflusst. Alle Signalanteile mit niedrigerem Pegel werden nicht verändert. Alle mit höherem werden abgeschwächt, also leiser gemacht (*downward compression*). Es gibt noch einen weniger oft verwendeten Kompressortyp, der nur auf Signale unterhalb des Thresholds reagiert. Diese macht er lauter. Pegel oberhalb der Schwelle werden nicht verändert (*upward compression*). Im Folgenden werde ich nur die erste Version behandeln, also den geläufigen Kompressortyp, der laute Signale dämpft.

Ratio: Damit wird bestimmt, um wie viel der Pegel abgeschwächt wird. Dabei gibt das Ratio R ein Verhältnis zwischen dem Input und Output des Kompressors an. Je höher dieses Verhältnis, desto stärker fällt die Signaldämpfung aus. Der Ratio-Regelbereich bei einem üblichen Kompressor liegt etwa zwischen $R = 1:1$ und $R = 10:1$. Bei $1:1$ tritt keine Kompression auf. Ist R größer als Eins, so gilt Folgendes: ein Pegel, der um x dB über dem Threshold liegt, wird auf x/R dB heruntergeregelt.

Beispiel: Threshold -12 dB, Ratio $4:1$ (also $R = 4$). Der Eingangspegel liege momentan gerade bei -2 dB, überschreite den Threshold also um 10 dB, dann wird der Ausgang auf $10/4 = 2,5$ dB über dem Thresholdpegel, also auf $-9,5$ dB heruntergeregelt.

Attack-Zeit: (typisch: 1 ms oder weniger bis 100 ms). Bestimmt, wie schnell der Kompressor reagiert, um Signale, die die Thresholdschwelle überschreiten, zurückzuregeln. Sehr kurze Impulsspitzen (Transienten) werden bei mittlerer und längerer Attack-Zeit nicht beeinflusst.

Release-Zeit: (typisch 50 ms bis 1 s oder länger). Bestimmt, wie schnell der Kompressor aufhört, das Signal zu dämpfen, wenn es unter die Threshold-Schwelle fällt. Bei falsch eingestellter Release-Zeit die ist Regelung hörbar: der Kompressor „pumpt“ und „atmet“.

Make Up-Gain: Da der Kompressor die lauten Anteile leiser macht, wird das Signal insgesamt leiser. Um dies zu kompensieren, kann es um einen einstellbaren Betrag verstärkt werden. Viele Kompressoren haben auch eine Auto-Gain-Funktion, die die Absenkung der lauten Anteile durch eine automatische Anhebung des gesamten Signals kompensiert. Dadurch werden auch die leisen Anteile lauter. Der Kompressor erhöht auf diese Weise die Lautheit des Signals.

Manche Kompressoren haben darüber hinaus noch weitere Einstellmöglichkeiten:

Soft-Knee: Die *Kennlinie* des Kompressors, die man darstellen kann durch eine Gerade, die oberhalb des Thresholds abknickt, wird verrundet, das heißt: statt einem harten Übergang am Threshold gibt es einen gekrümmten Übergangsbereich rund um den Threshold-Punkt, in der die Kompression bis zum eingestellten Wert stetig zunimmt. Sie klingt dann weicher.

Hold: Eine einstellbare Zeit, in der der Kompressor ein abfallendes Signal weiterhin voll komprimiert, obwohl der Pegel bereits die Threshold-Grenze unterschritten hat. Die Kompression wird in dieser Zeit gehalten. Der Standard-Kompressor von Cubase ist einer der seltenen Vertreter, die über eine Hold-Regelung verfügen.

Analysis: wählbar zwischen Peak und RMS (ebenfalls im Cubase-Standard-Kompressor). Das Eingangssignal muss ja zuerst vom Kompressor analysiert werden. Mit Hilfe dieses Parameters kann man wählen wie: stellt man ihn auf Peak, wird der Spitzenwert gemessen, stellt man ihn auf RMS, wird ein Signalmittelwert über kurze Zeit gebildet. Die Art der Analyse hat Auswirkungen auf die Regelzeiten, speziell die Attack-Zeit und kann deren Einfluss verstärken oder mildern. Die richtige Einstellung hängt vom Programm-Material ab. Eine einzelne Percussion-Spur etwa bündigt man beim Abmischen besser mit einer Peak-Analyse. Einen kompletten Mix komprimiert man eher mit der Analysemethode RMS oder einer Einstellung zwischen Peak und RMS.

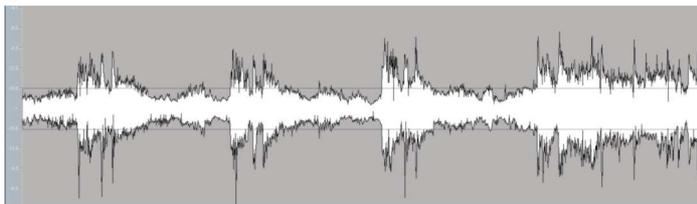
In Abbildung 13 sehen Sie den Standard-Kompressor von Cubase. Wie er arbeitet, verdeutlicht seine Kennlinie (die schräge, geknickte Linie, die den blauen Bereich nach oben begrenzt): Unterhalb des Knickpunkts, der den Threshold markiert, verläuft sie im Winkel von 45° . Ohne in mathematische Details gehen zu wollen: Dies bedeutet, dass der Ausgangspegel des Kompressors gleich groß wie der Eingangspegel ist. Oberhalb des Threshold-Pegels verläuft die Kennlinie flacher. Eingangssignale, die ihn überschreiten, werden am Ausgang abgeschwächt. Die drei Pegelanzeigen neben dem Kennlinien-Diagramm verdeutlichen dies: sie zeigen eine Momentaufnahme, bei der der Eingangspegel (linke Pegelanzeige) den Threshold überschritten hat. Das erste der beiden Pegelmeter rechts von der Kennlinie, welches von oben nach unten ausschlägt, zeigt die Reduktion des Ausgangssignals, also das, was vom Eingang subtrahiert wird, das zweite Pegelmeter den Ausgangspegel selbst.

Hier ein paar Wellenform-Illustrationen zur Arbeitsweise eines Kompressors:

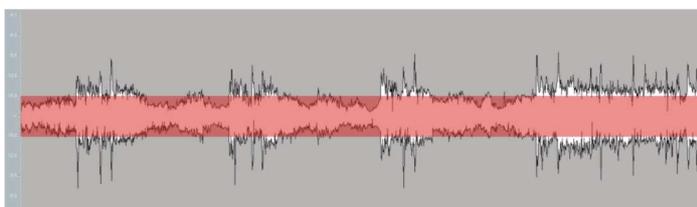
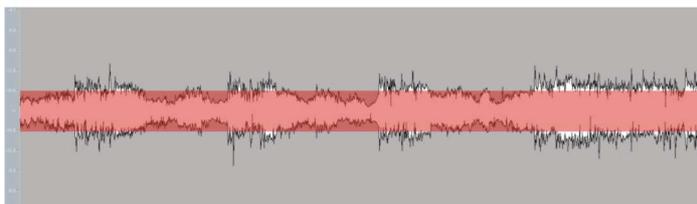


Abbildung 13: Kompressor in Cubase

Die obere Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem unkomprimierten Signal. Die beiden dünnen Linien stellen den Threshold-Pegel für positive und negative Signalanteile dar.



Im zweiten Beispiel ist eine harte Kompression eingestellt. Als Analyse-Art habe ich RMS gewählt. Die Attack-Zeit ist mit 0,1 ms sehr kurz, um möglichst alle Signalanteile zu erfassen. Innerhalb des roten Schlauchs, der wiederum die Threshold-Schwelle markiert, wird das Signal nicht verändert. Um dies deutlich zu machen, habe ich auf ein Make Up Gain verzichtet. Sie sehen, dass alle Signalanteile außerhalb des farbigen Schlauchs stark reduziert werden. Die Dynamik nimmt bei dieser Einstellung erheblich ab.



Im nächsten Beispiel (drittes Bild von oben) habe ich alle Einstellparameter gleich gelassen – mit Ausnahme der Attack-Zeit, die nun wesentlich länger ist (35 ms). Man sieht sehr schön, dass die Transienten wesentlich weniger beeinflusst werden.

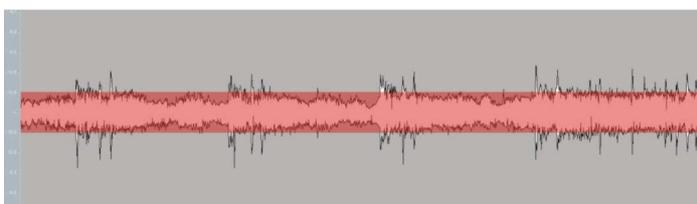


Abbildung 14: **Wirkung eines Kompressors bei verschiedenen Einstellungen**

Im untersten Bild habe ich eine Kombination aus längerer Attack-Zeit und kurzer Analyse (Peak) gewählt: Sie erkennen, dass die Transienten zwar erhalten bleiben, aber auch reduziert werden. Dies ist in manchen Fällen ein guter Kompromiss zwischen dem Ziel, die Dynamik zu reduzieren und die Transienten zu retten.

Bei geschickter Einstellung der Attack-Zeit eines Kompressors kann man also erreichen, dass die Musik verdichtet wird und kompakter klingt, ohne dass die Dynamik der Transienten, also der Peaks, die in der perkussiven Einschwingphase einer Schwingung entstehen, nennenswert reduziert wird.

Den Einfluss der Attack-Zeit auf den Regelvorgang haben wir nun verstanden: Sehr kurze Attack-Zeit bündigt Transienten, längere Attack-Zeit lässt sie mehr oder weniger unbeeinflusst durch. Durch geschickte Wahl von Attack-Zeit und Threshold lassen sich sogar Transienten wieder verstärken. Nehmen wir an, eine Snare hat zu wenig Punch und ist nicht knackig. Wir schicken sie durch einen Kompressor und stellen die Attack-Zeit so hoch ein, dass der scharfe Klang des Stocks aufpralls auf dem Fell nicht mit erfasst wird. Dann regeln wir Threshold und Ratio so, dass das Nachschwingen des Fells komprimiert wird, also leiser klingt, bis es den Thresholdpegel unterschreitet. Anschließend heben wir das Make Up Gain so an, dass die Fellschwingung wieder so laut ist wie vorher. Damit verstärken wir aber auch den Stockanschlag, der nun deutlicher hervortritt.

Wie ist die Auswirkung der Release-Zeit auf den Klang? Bei sehr kurzer Release-Zeit hört die Kompression fast sofort auf, nachdem das Signal den Thresholdpegel wieder unterschritten hat. Abhängig vom Stil der Musik und dem komprimierten Signal kann das unnatürlich klin-

gen und sogar zu Verzerrungen führen. Der Release-Wert wird deshalb oft auf eine längere Zeit eingestellt, die so bemessen ist, dass der Kompressor aufhört zu arbeiten, bevor der nächste Ton oder Schlag kommt. Sie ist natürlich abhängig vom Tempo der Musik und dem Notenwert. Wenn wir einen Bass komprimieren, der bei Tempo 120 BPM Achtel spielt, dann folgen die Bassnoten im Abstand 250 ms aufeinander. In diesem Fall wird man die Release-Zeit etwas kürzer als 250 ms einstellen. Ist sie länger, dann wirkt der Kompressor auf den nächsten Ton, auch dann wenn dessen Pegel geringer ist als der Schwellenwert. Die Attackphase des Basses wird gedämpft, der Pegel reduziert, steigt dann langsam mit der verbliebenen Release-Zeit an. Dieses Phänomen nennt man *Pumpen* oder auch *Atmen*. Der Sound nachfolgender Töne oder Geräusche schwillt langsam an, bis die lange Release-Zeit beendet ist.

Bei bestimmten Musikstilen wie etwa Trance kann das gewollt sein, für einen natürlichen Sound sollte man das Pumpen besser vermeiden.

Es gibt noch viele weitere Möglichkeiten, den Klang von Einzelspuren mit einem Kompressor zu formen: man kann etwa das Sustain einer ausklingenden Note verlängern (niedriger Threshold, kurze Attack- und Release-Zeit, mit Make Up Gain), den Raumanteil eines perkussiven Instruments erhöhen (kurze Attack- und Release-Zeit, mit Make Up Gain) oder vermindern (lange Attack- und Releasezeit, kein Make Up Gain) und vieles mehr. Und es gibt noch weitere kreative Möglichkeiten:

Parallel- oder New York-Style Kompression: Dem unkomprimierten Signal wird ein stark komprimiertes beigemischt (entweder von einer Kopie der Originalspur oder durch einen Mix-Regler im Kompressor).

Side Chain Kompression: Das Steuersignal, das bei Überschreiten des Thresholds die Kompression antriggert, ist nicht identisch mit dem Eingangssignal, sondern kommt entweder von einer anderen Spur (Ducking), oder ein Frequenzfilter nimmt einen bestimmten Frequenzbereich aus dem Inputsignal durch Filterung heraus und sendet ihn in den Regelkreis, sodass nur diese Frequenzen die Kompression steuern. Die Anwendungsmöglichkeiten und Gründe für Side Chain Kompression sind vielfältig, und es würde den Rahmen dieses Tutorials sprengen, darauf einzugehen. Im Mastering wird sie selten verwendet.

Neben dem oben beschriebenen Standard-Kompressor mit den wichtigsten Reglern Threshold, Ratio, Attack- und Release gibt es noch weitere Typen, die im Prinzip die gleiche Aufgabe erfüllen, aber anders funktionieren bzw. bedient werden. Sie sind häufig analogen Vorbildern nachempfunden:

- *Zweiknopf-Kompressor* mit festem Threshold: er hat weder einen Threshold- noch einen kontinuierlichen Ratio-Regler. Die Kompression wird mit zwei Reglern eingestellt. Das Eingangssignal wird mit einem *Input-Regler* an den Threshold angepasst, sodass Teile davon die Schwelle überschreiten, andere nicht. Dies führt zunächst einmal zu einer Veränderung der Lautstärke. Um das zu kompensieren, kann man auch den *Output* regeln. Das Ratio ist entweder fest vorgegeben oder auf verschiedene Werte schaltbar. Attack- und Release-Zeiten können sowohl kontinuierlich regelbar als auch schaltbar sein. Ein Beispiel ist der mit Cubase gelieferte **Vintage Compressor**.



Abbildung 15: Vintage Compressor von Cubase

- Noch einfacher lässt sich der *Einknopf-Kompressor* bedienen. Die eigentliche Kompression wird tatsächlich durch nur einen Knopf eingestellt, sozusagen ein kombinierter Input-/Outputregler. Die Regelzeiten sind meist fest eingestellt oder lassen sich zwischen *fast* und *slow* (schnell und langsam) regeln. Ein Beispiel hierfür ist der kostenlose **Blockfish Kompressor**:



Abbildung 16: **Blockfish Kompressor** von Digitalphisphones

Der *compression*-Regler regelt die Kompression, der *response*-Regler die Regelzeiten Attack- und Release im festen Verhältnis zueinander. Daneben gibt es noch einen *saturation*-Regler, der etwas analog klingende Verzerrung hinzufügt. Interessant ist auch der

Schalter *vca/opto*, der verschiedene analoge Schaltkreise simuliert. Das führt uns dazu, dass man Kompressoren auch nach dem Schaltungstyp unterscheiden kann:

- *Optokompressor*: ein Kompressor-Plug-In (bzw. eine schaltbare Option innerhalb eines Kompressors), der die Schaltung eines analogen Kompressortyps mit einer Lichtbrücke simuliert, in dem die Strahlung einer LED einen lichtempfindlichen Widerstand im Regelkreis steuert. Er zeichnet sich durch einen anderen Verlauf des Anstiegs und Abfalls im Bereich der Regelzeiten aus, und ihm wird nachgesagt, weicher und musikalischer zu klingen.
- *VCA-Kompressor*: ein Kompressor-Plug-In (bzw. eine schaltbare Option innerhalb eines Kompressors), der einen spannungsgesteuerten Regelverstärker (voltage controlled amplifier) simuliert. Dieser klingt bei gleicher Einstellung anders, direkter als ein Optokompressor.
- *Röhrenkompressor*: wie der Name schon sagt, ein Kompressor, der eine Röhrenschaltung simuliert.

Sie sehen: über Kompression könnte man ein ganzes Buch schreiben. Sie sehen aber auch, dass alle diese tollen Anwendungsmöglichkeiten zunächst einmal eine Einzelspur oder eine Gruppe von Spuren voraussetzen, deren Signale sich ähneln, z.B. perkussiv sind (Drums), ähnliche Einschwingzeiten haben (Keyboard-Pads, Streicher) oder ähnliche Frequenzstruktur, Pegelverlauf und Zeitverlauf besitzen (Background Vocals). Dann nämlich können wir mit den Regelzeiten darauf eingehen und den Klang wirklich *gezielt* formen. Und ein Ziel, also die Vorstellung davon, wie es klingen soll, sollten Sie wirklich haben, bevor Sie an einem Kompressor herumschrauben!

Im Mastering haben wir es mit einem viel komplexeren Signal zu tun. Drastische Klingbeeinflussungen sind hier kaum gezielt möglich und auch nicht gewollt. Ein guter Kompressor (in diesem Fall auch als **Bus-Kompressor** bezeichnet, weil er den ganzen Mix beeinflusst, der auf dem Masterbus liegt) wird im Mastering manchmal eingesetzt, um den Song moderat zu verdichten. Im Studio-Slang bezeichnet man das auch als *Glue*, also Klebstoff. Die einzelnen Elemente des Mixes können manchmal etwas „auseinander fallen“. Dann kann man einen Bus-Kompressor einsetzen, um sie besser zu verbinden. Manchmal strebt man mit der Verdichtung auch eine moderate Erhöhung der Lautheit an (obwohl es bessere Methoden gibt, den Mix lauter zu machen).

Um einen Lautheitsgewinn allein durch Kompression zu erzielen, müssen wir das Make Up-Gain nach oben drehen oder Auto-Gain einschalten. Sind noch viele Transienten in der Mu-

sik, dann kann es aber leicht zum Clipping kommen. Man sieht das deutlich, wenn man die Wellenform einmal stark vergrößert darstellt:

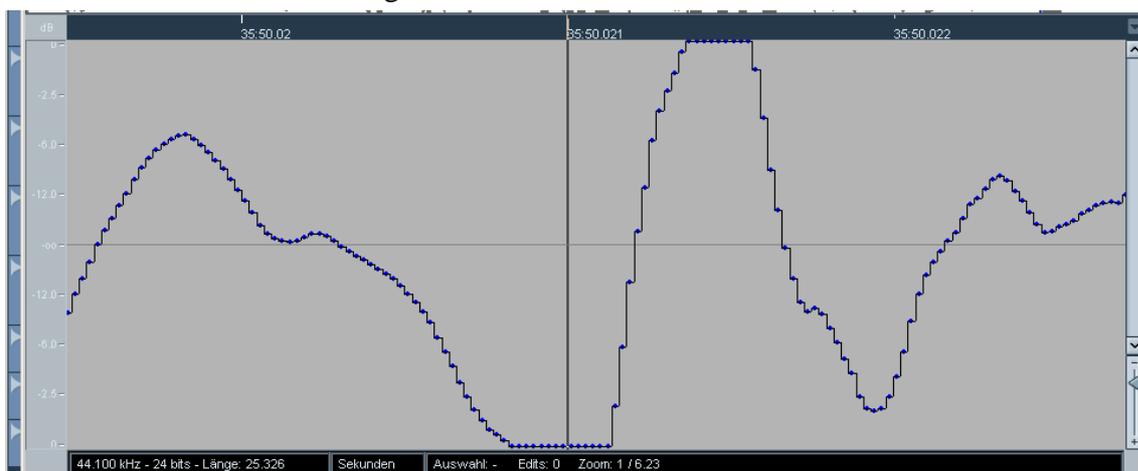


Abbildung 17: Clipping nach dem Komprimieren mit Auto-Gain

Wir erkennen, dass der 0 dB-Pegel mehrfach hintereinander erreicht wird. Das beweist, dass die Schwingung dort gekappt wurde.

Wie konnte das passieren? Das Auto-Gain hebt das Signal um gerade so viel an, wie der Bereich über dem Threshold abgedämpft wurde. Wenn aber die Transienten beim Komprimieren nicht erfasst werden (lange Attack-Zeit), werden diese durch das Auto-Gain zu stark angehoben und clippen deshalb.

Wäre es dann nicht zweckmäßig, die Attack-Zeit so kurz wie möglich einzustellen, um das zu vermeiden? Im Prinzip ja. Allerdings bedeuten Transienten auch Frische, Klarheit, Transparenz. Eliminiert man sie gnadenlos, so klingt die Musik leblos. Man muss also einen Kompromiss finden zwischen Klang und Regelverhalten. Genau deshalb ist die Attack-Zeit regelbar! Die jeweils beste Attack- und auch Release-Zeit ist programmabhängig. Bei langsam schwellenden Klängen wie Keyboardflächen wird man andere Regelzeiten einstellen als bei perkussivem Material. Im Stereomix eines Songs kommen aber in der Regel sowohl langsam als auch schnell einschwingende Signalanteile vor.

Auch gibt es beim *Singleband-Kompressor*, der also alle Frequenzen in einem einzigen Band regelt, das Problem der gegenseitigen Beeinflussung von Frequenzbereichen. Wenn etwa der Bass gezähmt werden soll, dann wirkt sich die Kompression natürlich auch auf andere Bereiche aus. Bei jedem Bassimpuls, der den Threshold überschreitet, wird nicht nur der, sondern der ganze Mix heruntergeregelt.



Ein Singleband-Kompressor ist nicht immer gut geeignet, eine Stereomischung lauter zu machen, da sein Einfluss auf den Klang bei stärkerer Kompression deutlich ist. Er kann sogar die Mixbalance zerstören und zu Clipping führen. Singleband-Kompressoren sind eher für die klangliche Bearbeitung von Einzelspuren oder Gruppen gedacht.

Das bedeutet nicht, dass ein guter Bus-Kompressor keine Verwendung beim Mastering finden soll. Sein Einsatzzweck ist aber wie schon gesagt eher die leichte Verdichtung und Verschmelzung des Materials. Noch besser geeignet für Mastering-Zwecke ist der

Multiband-Kompressor

Er wurde speziell für den Einsatz mit relativ breitbandigem Material entwickelt, um gegenseitige Beeinflussungen verschiedener Frequenzbereiche zu vermeiden. Und wir haben Glück: Cubase liefert ein solches Plug-In kostenlos mit.

Es gibt keine allgemeingültige Betriebsanleitung für die Verwendung des Multiband- (kurz: MB-)Kompressors im Mastering. Die Einstellungen hängen erheblich vom Programm-Material und dem angestrebten Ziel ab. Ich werde Ihnen im dritten Teil aber ein paar Tipps geben, wie Sie eine „pumpfreie“ und angenehm klingende Verdichtung der Musik erreichen.

Ein MB-Kompressor besteht aus mehreren Kompressoren, die das durch eine Filterbank frequenzmäßig aufgesplittete Signal parallel bearbeiten.

Der mit Cubase gelieferte MB-Kompressor ist vergleichsweise übersichtlich und – rein technisch betrachtet – durchaus einfach zu bedienen:

Er hat vier Frequenzbänder, die Sie im oberen Bereich erkennen können. Die *Trennfrequenzen* können Sie verstellen, indem Sie mit der Maus auf die kleinen Kreise zwischen den Bändern klicken und sie horizontal verschieben. In jedem Band können Sie den *Gain-Level* anheben und absenken, indem Sie die Kreise auf den horizontalen Kanten vertikal verschieben. Das wirkt ganz ähnlich wie die Anhebung und Absenkung mit einem EQ.



Abbildung 18: Multiband-Kompressor in Cubase 4

Unterhalb des Frequenzbereichsfensters sehen Sie die Kompressorkennlinien. Der Knickpunkt der Kurve stellt die *Threshold*-Schwelle dar. Sie können Sie am kleinen Kreis anfassen und nach oben oder unten ziehen. Oberhalb der Threshold-Schwelle werden die Pegel abgeschwächt, was durch die weniger steil verlaufende Gerade dargestellt wird. Wie flach diese verläuft (*Ratio*-Wert) können Sie bestimmen, indem Sie den oberen rechten Anfasserkreis vertikal verschieben. Nach unten vergrößern Sie den Ratio-Wert und damit die Abschwächung. Die Threshold- und Ratio-Einstellungen können Sie aber auch mit den Reglern unter der Kurve bestimmen, die mit den Kurvenanfassern korrespondieren.

Darunter befinden sich noch die Regler für die Regelzeiten *Attack* und *Release*. Der *Auto*-Button regelt die Release-Zeit automatisch und programmabhängig.

Sehr wichtig zur optischen Kontrolle sind auch die Pegelanzeigen: Sie sehen links neben der Kompressorkennlinie jedes Bandes den Eingangsspiegel, der auf gewohnte Weise von unten nach oben zappelt. Rechts neben der Kennlinie befindet sich die Anzeige für die *Pegelreduktion*. Wenn der Eingangsspiegel die Threshold-Schwelle überschreitet, zeigt diese, wie stark er reduziert wird. Der Nullpunkt ist oben. Dieses Levelmeter schlägt also von oben nach unten aus!

Der *Output*-Regler auf der rechten Seite bestimmt den Ausgangsspiegel für das gesamte Plug-In, der im Levelmeter oben rechts gemessen wird. Behalten Sie ihn im Auge: Bei Übersteuerung wird der Höchstwert rot angezeigt. Dann sollten Sie den Outputpegel reduzieren.

Sie können die Bänder bypassen (also den Frequenzbereich unbearbeitet durchlassen) und sie mit der Solo-Funktion einzeln anhören.

Der MB-Kompressor von Cubase ist nicht schlecht und bei dezemtem Einsatz auch für das Mastering geeignet, allerdings gibt es sehr viel flexiblere und auch besser klingende Vertreter. Der bekannteste unter ihnen ist wohl der

Linear Phase Multiband Kompressor von Waves

Er verfügt über 5 Bänder und bietet zahlreiche Einstellungsmöglichkeiten, darunter auch einen Parameter namens *Range*, der festlegt, um wie viel dB das Signal maximal geregelt wird. Das eröffnet neue Möglichkeiten zusammen mit dem Gain jedes einzelnen Bandes. Im Praxisteil werde ich darauf näher eingehen.



Abbildung 19: Linear Phase Multiband Kompressor von Waves

Vielleicht noch flexibler ist der

Fabfilter Pro MB

Sein großer Vorteil ist: man kann selber festlegen, wie viel Bänder man bearbeiten möchte (max. 6), und diese brauchen noch nicht einmal nebeneinander zu liegen. Auch kann man unter zwei Dynamikbearbeitungs-Moden wählen, nämlich Kompression und Expansion. Auch hier lassen sich mit Range- und Output-Regler sehr gezielt Frequenzen pegelabhängig verstärken oder abschwächen; so kann der Pro MB auch als dynamischer EQ fungieren. Die Steilheit der trennenden Filter ist regelbar zwischen transparenten 6 dB/Oktave bis zupackenden 48 dB/Oktave. Hinzu kommt, dass die einzelnen Bänder frei wählbar im LR- und im MS-Stereo Mode arbeiten können.



Abbildung 20: Fabfilter Pro MB Multiband-Kompressor

Limiter

Er funktioniert technisch ganz ähnlich wie der Kompressor. Allerdings gibt es bei den meisten Limitern weder einen Attack- noch einen Ratio-Regler. Die Attack-Zeit ist fest eingestellt und so kurz wie technisch möglich. Das Ratio ist auf Unendlich fixiert. Das heißt, übersteigt der Pegel den Threshold-Wert – der durch den Output-Regler eingestellt wird –, dann wird er so reduziert, dass er gleich dem eingestellten Output-Pegel ist. Beispiel: setzt man den Output auf $-0,5$ dB, dann werden alle Signalanteile darunter überhaupt nicht beeinflusst, während die Signalanteile, die den Schwellenwert überschreiten, auf $-0,5$ dB begrenzt werden. Der Output wird in aller Regel auf einen Wert knapp unter 0 dB FS eingestellt. Mit anderen Worten: Der Limiter soll vor Clipping schützen, indem er Transienten auf einen ungefährlichen Wert reduziert. Damit wäre er zunächst auch nicht zum Lautermachen geeignet, wenn er nicht noch einen Gain- oder Input-Regler hätte. Der hebt das ganze Signal an, das damit lauter wird, ohne dass Clipping-Verzerrungen auftreten.



Abbildung 21: Standard-Limiter in Cubase

In Abbildung 23 sehen Sie den Limiter von Cubase bei der Arbeit. Die Einstellungen sind hier extrem: Der Output-Pegel von 0 dB wird nicht überschritten. Die Loudness wird aber mit dem Input-Regler um 14 dB angehoben. So sieht das unbearbeitete Signal aus:

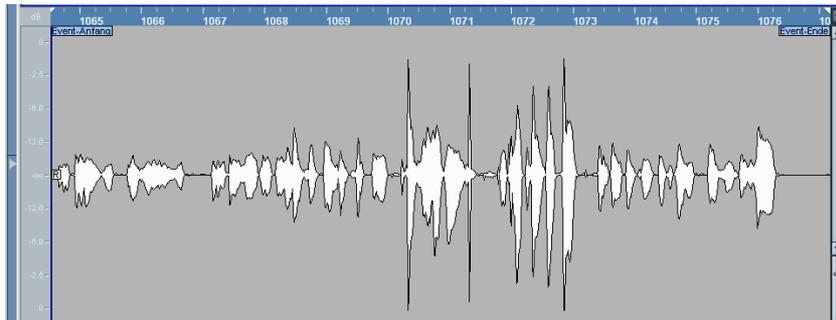


Abbildung 22: **unbearbeitetes Signal**

Und so das limitierte:

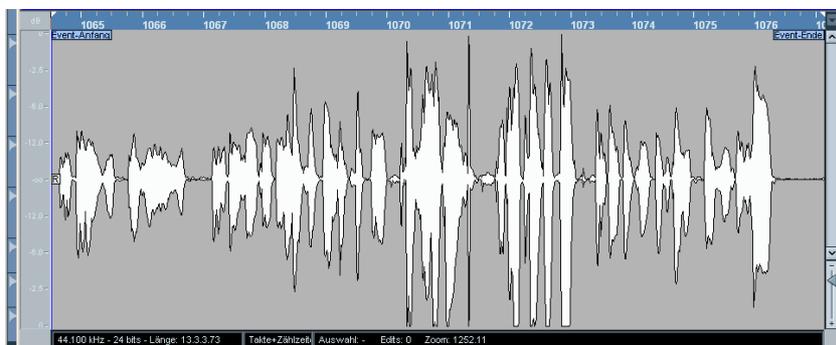


Abbildung 23: **begrenztes Signal**

Es ist offensichtlich wesentlich lauter. Sie sehen auch, dass mehrere Peaks bei 0 dB liegen. Um festzustellen, ob diese vielleicht nicht doch über die eingestellte Zielmarke hinaus schießen, vergrößern wir eine Stelle mit hohem Pegel auf der Zeitachse stark. (Dass der Maximalpegel in Abbildung 24 bei $-2,5$ dB statt 0 dB liegt, liegt daran, dass ich die gerenderte und reimportierte Datei in der Höhe etwas verringert habe, damit man die Punkte gut erkennen kann). Wir sehen, dass das Signal den Schwellwert von 0 dB (bzw. nach der Reduzierung $-2,5$ dB) nicht überschritten hat. Allerdings haben auch bis zu drei aufeinander folgende Samples den gleichen Wert:

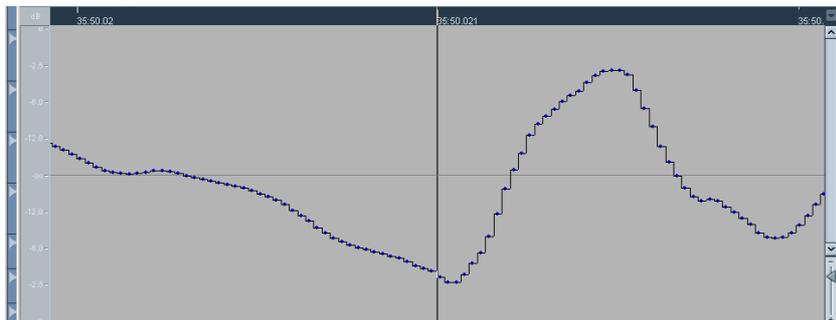


Abbildung 24: **Signal nach dem Begrenzen**

Nach dieser Analyse der Funktionsweise eines Limiters erkennen wir auch gleich zwei sinnvolle Einsatzzwecke:



Der Limiter dient einerseits zur Vermeidung von digitalem Clipping, andererseits lässt sich mit ihm ein Mix lauter machen, ohne dass der Klang merklich verändert wird.

Nicht jeder Limiter schafft es, Peaks mit hundertprozentiger Sicherheit abzufangen. Insbesondere analoge Schaltungen brauchen eine gewisse Zeit, bis sie reagieren. Die Attack-Zeit ist nicht beliebig kurz. Eine Software-Simulation eines analogen Limiters arbeitet eher wie ein *Soft Clipper*, der zwar clippt, wenn er zu „heiß“ gefahren wird, dabei aber wie bei einer gut konzipierten analogen Schaltung harmonische Teilschwingungen erzeugt, die besser klingen als harsches digitales Clipping.

Sie erkennen aber auch beim Standard-Limiter von Cubase, dass er zwar davor schützt, dass die eingestellte Schwelle überschritten wird, aber es dann vorkommen kann, dass mehrere aufeinander folgende Samples gleichen Pegel haben können. Das bedeutet, dass die Wellenform in der späteren Digital-Analog-Wandlung (z.B. im CD-Player) nicht exakt reproduziert werden kann. Es kommt zu *Interleaved Sample Peaks* (siehe Teil 1).

Ein digitaler Limiter kann sich aber eines Tricks bedienen, um Clipping wirklich auszuschließen. Er prüft das Signal schon ein kleines Stück *vor* dem Zeitpunkt, an dem er es regelt. Dazu verzögert er es ein wenig. Das nennt man *look ahead*, also *vorausschauen*. Limiter, die in der Lage sind, jeden Eingangspegel auf den gewählten Threshold zu begrenzen, die also vor digitalem Clipping, ja sogar *Interleaved Sample Peaks* schützen, nennt man **Brickwall-Limiter**. Cubase hat ab Version 7 auch einen an Bord.



Neben diesen wichtigen Plug-Ins gibt es noch weitere, die gelegentlich im Mastering verwendet werden:

Abbildung 25: Steinberg Brickwall Limiter

Analog Sound Simulation

Der Klang analoger Studio-Hardware ist immer noch sehr beliebt und wird mit Attributen wie warm, rund, dicht beschrieben. Erzeugt wird er etwa durch diskret aufgebaute analoge Mischpulte mit typischem EQ-Sound, durch spezielle Schaltelemente in Kompressoren (Opto-Kompressor, VCA-Kompressor, s.o.), durch leichte Übersteuerung bei Röhrengeräten, die harmonische Oberschwingungen hinzufügt, oder durch Magnetbandsättigung von Mehrkanal- oder Master-Tapedecks, um nur ein paar Beispiele zu nennen. Die Klassiker unter diesen Geräten sind unerschwinglich teuer. Es gibt aber sehr gute Software-Simulationen, die ihnen kaum nachstehen.

Selbst Cubase stellt solche Plug-Ins zur Verfügung. Zu nennen sind hier die Bandmaschinensimulation *Magneto* oder *Magneto II*, der *Vintage Kompressor* und *Röhrenkompressor*. Von anderen Anbietern gibt es zahlreiche Vintage-Plug-Ins in jeder Preisklasse. Ich setze sie eigentlich hauptsächlich im Mix ein, etwa eine Tape-Simulation auf dem Drum-Bus oder den Röhrenkompressor auf einer etwas kalt klingenden akustischen Gitarre. Natürlich kann man sie auch beim Mastern einsetzen, um den Mix dezent etwas aufzupolieren.



Abbildung 26: Steinberg Magneto II

Plug-Ins, die Räumlichkeit oder Stereobreite beeinflussen

Raum-Simulation

Ist ein Mix zu trocken, zu direkt, zu eindimensional, möchte man ihm ein wenig Tiefe zufügen, dann geht man besser in die Mixphase zurück und erhöht dort die entsprechenden Effektanteile. Sollte dies nicht möglich sein, dann kann man auch ein sehr gutes Reverb-Plug-In beim Mastern verwenden, um den Raumanteil nachträglich zuzufügen. Sie sollten ihn aber nicht so weit zumischen, dass Sie tatsächlich eine Hallfahne hören. Der Raumanteil sollte sehr dezent sein. Vergleichen Sie: klingt der Mix ohne Raum-Simulation flacher, und mit Raum-Simulation tiefer, dreidimensionaler, ohne Details zuzuschmieren, dann haben Sie Ihr Ziel erreicht.

Stereo-Image-Prozessor

Solche Geräte dienen der Änderung der Stereobasis, in aller Regel, um sie breiter zu machen.

In einem guten Mix werden alle Instrumente und Stimmen über den größten Teil der Stereobasis zwischen den Boxen abgebildet. Bass, Bassdrum, Hauptstimmen und Hauptinstrumente liegen dabei meist in der Mitte, die anderen, sowie die Effekte wie Hall, Chorus und Delay, sind aufgefächert. Einige Instrumente wie etwa gedoppelte Gitarren können auch ganz außen liegen, scheinen dann nur aus einer Box zu kommen, doch das ist keinesfalls zwingend erforderlich. Manchmal stellt man erst beim Mastering und dem Vergleich mit anderen Songs desselben Albums oder herangezogenen Referenz-Songs fest, dass sich zu viele Instrumente im mittleren Drittel der Stereobasis tummeln, der Sound räumlich eingengt wirkt. In diesem Fall kann man ein Plug-In wie den mit Cubase mitgelieferten

StereoEnhancer

verwenden, um die Basisbreite zu vergrößern. Der wichtigste Regler ist der mit der Bezeichnung *Width*, aber auch die zuschaltbaren Parameter *Delay* und *Color* haben Auswirkungen darauf. Ein übertriebener Einsatz kann leicht zu einem akustischen „Loch“ in der Mitte der Stereobasis führen oder zu einem künstlichen Breitwand-Klang, bei dem Instrumente sogar außerhalb des Bereichs zwischen den Boxen zu liegen scheinen. Das Plug-In verändert die Phasenbeziehung zwischen den Stereo-Kanälen, was in ungünstigen Fällen bei monophoner Wiedergabe zur Auslöschung von Frequenzen führen kann. Glücklicherweise gibt es einen *Mono*-Schalter, mit dem Sie die Mono-Kompatibilität gehörmäßig überprüfen können. Sicherheitshalber sollten Sie auch ein Goniometer (siehe oben) zur Kontrolle einsetzen, wenn Sie den StereoEnhancer verwenden. Mein Tipp: Benutzen Sie ihn nur, wenn bei einem der Songs für die CD die Auffächerung der Instrumente und Stimmen deutlich geringer ist als bei anderen, sodass es die Balance zwischen den Songs stört. Der bessere Weg wäre allerdings auch hier, diesen Song neu abzumischen.



Abbildung 27:
StereoEnhancer

Level-Matching

Im Teil 1 bin ich schon darauf eingegangen: beim Vergleich zweier ähnlicher Mixes klingt in der Regel der besser, der lauter ist. Dies hört man schon bei Unterschieden von 0,3 bis 0,5 dB. Jede Plug-In-Bearbeitung ändert aber die Loudness. Wenn Sie zum Beispiel mit einem EQ einen Frequenzbereich anheben, wird sich auch die Gesamt-Lautheit erhöhen. Sie können dann nicht wirklich beurteilen, ob der Mix nach der EQ-Bearbeitung besser klingt, weil der Frequenzbereich angehoben wurde, oder ob es daran liegt, dass der Mix damit etwas lauter ist. Deshalb sollten Sie bei jedem Bearbeitungsschritt die Lautheit anpassen. Viele Plug-Ins haben einen Output-Regler. Stellen Sie diesen immer so ein, dass sich beim Bypassen des Plug-Ins die empfundene Lautstärke nicht ändert. Dies bezeichnet man im Fachjargon als Level-Matching.

Das Auto-Gain eines Kompressors ist zum Level-Matching nicht geeignet. Es arbeitet viel zu grob, weil es nicht die Loudness, sondern nur den momentanen Pegel misst. Schalten Sie es deshalb aus und stellen das Gain manuell nach Gehör ein.

Was nun, wenn das Plug-In keinen Gain- oder Output-Regler besitzt? Ein Beispiel ist der Kanal-EQ von Cubase. Die Lautstärke mit dem Fader des Kanals zu korrigieren ist problematisch, weil Sie ihn ja bei jedem Ein- und Ausschalten des Plug-Ins zum Hörvergleich nachregeln müssten. Es gibt zwei Lösungen für das Problem:

1. Schalten Sie einfach ein anderes Plug-In dahinter, das einen Input- oder Output-Regler besitzt (z.B. den Cubase-Limiter). Beachten Sie, dass Sie alle Bearbeitungen in diesem Plug-In deaktivieren und nur die Lautheitsänderung kompensieren. Das Plug-In darf also den Sound nicht beeinflussen!
2. Besser ist natürlich ein Plug-In, das nichts anderes macht, als die Lautstärke zu regeln, also ein so genanntes **Gain-** oder **Trim-Plug-In**. Viele DAWs bieten das in ihrem Lieferumfang, Cubase leider nicht. Es hat zwar eine Gainregelung im Eingangsbereich jedes Kanals, diese lässt sich aber nicht beipassen.

Ein einfaches aber sehr brauchbares Freeware-Plug-In ist das **Blue Cat's Gain**. Es besitzt einen großen Volumenknopf, den man bei gedrückter Umschalttaste sehr fein justieren kann. Ein etwas aufwändiger gestaltetes Gain-Plug-In ist das **Sonalksis FreeG**, ein kompletter Kanalfader mit Pegelmesser und einer Reihe von Mess- und Einstellmöglichkeiten. Sie haben sogar die Möglichkeit, den maximalen RMS-Wert zu messen. Der Pegel lässt sich sehr genau regeln, sodass auch kleine Lautstärkesprünge ausgeglichen werden können.



Beim Level-Matching mit einem Gain- oder Trim-Plug-In sitzt dieses im Signalweg hinter dem zu kompensierenden Plug-In. Beide müssen stets zusammen ein- bzw. ausgeschaltet werden.



Abbildung 28: Gain-Plug-Ins:
Sonalksis FreeG
und **Blue Cat's Gain**

Der Nachteil des Level-Matchings mit Gain- oder Trim-Plug-Ins ist, dass Sie für jedes Bearbeitungs-Plug-In, das keinen eigenen Output-Regler besitzt, ein Trim-Plug-In nachschalten müssten, um die Wirkung der einzelnen Bearbeitungsschritte überprüfen zu können. Bei nur acht Plug-In-Slots in Cubase kann der Platz da schon knapp werden. Außerdem müssten Sie

die Bearbeitungs- und nachgeschalteten Trim-Plug-Ins zum Hörvergleich immer paarweise aktivieren und deaktivieren. Das kann bei mehreren Bearbeitungsschritten schnell lästig werden. Daher sollten Sie Plug-Ins, die über keine eigene Volumen Anpassung verfügen, nur in Ausnahmefällen einsetzen.

Headphone Plug-Ins

Nicht immer kann man mit voller Lautstärke von vielleicht 80 dB SPL oder mehr mastern, ohne Familie und Nachbarn zu stören. Da fragt man sich, ob man nicht vielleicht doch mit Kopfhörern... nein?

Jein. Im ersten Teil sagte ich Ihnen, dass Sie nicht *ausschließlich* mit dem Kopfhörer mischen oder mastern sollen, und dazu stehe ich. Es sei denn, Sie haben gelernt, den Klang in Ihrem Kopfhörer richtig zu beurteilen und auf die Wiedergabe Ihrer Boxen korrekt zu übersetzen (was sehr schwer bis unmöglich ist), oder Sie benutzen ein Hilfsmittel, das Ihnen diese Übersetzung wenn schon nicht abnimmt, so doch erleichtert. Was sind denn die Hauptunterschiede zwischen Monitoren und Kopfhörern?

1. Die Boxen bilden mit Ihren Ohren ein gleichseitiges Dreieck mit 60° Winkeln, die direkt auf den Ohren sitzenden Kopfhörermuscheln jedoch einen Winkel von 180° , erzeugen also eine viel breitere Stereobühne. Das heißt, Instrumente, Effekte und Raumanteile haben viel mehr Platz und überlagern sich weniger. Wenn Sie zum Beispiel einen Halleffekt mit höherem Anteil hinzufügen, bleibt der Klang im Kopfhörer noch transparent. Auf den Boxen würde er alles zumatschen und einen Soundbrei verursachen.
2. Sie hören mit Monitoren eine Überlagerung der Schallwellen aus beiden Boxen. Im linken Ohr kommt die Schallwelle der linken Box früher an (weil die rechte Welle um Ihren Kopf herumlaufen muss), ist etwas lauter (weil die rechte Welle durch Ihren Kopf etwas gedämpft wird und der Weg weiter ist) und etwas heller (weil die linke Welle direkt ins Ohr fällt, die hohen Frequenzen der rechten Welle durch den Kopf mehr gedämpft werden als die tiefen). Im Kopfhörer hingegen hören Sie den rechten und linken Kanal völlig getrennt voneinander.
3. Aus psychoakustischen Gründen findet die Wahrnehmung mit Kopfhörer im Kopf statt. Es ist dem Gehirn nicht möglich, das Klanggeschehen nach draußen und vorne zu projizieren. Das erschwert die Beurteilung der räumlichen Staffelung und Tiefe.
4. Ihre Boxen stehen in einem Raum, dessen Akustik eine große Rolle spielt. Eine Lautsprecherbox klingt in jedem Raum anders, da die Schallwellen an Wänden, Boden, Decken und Gegenständen reflektiert werden. Im Kopfhörer hören Sie den Einfluss der Raumakustik nicht (was prinzipiell ein Vorteil ist, wenn der Raum schlecht klingt).

Sie können nun sicher nachvollziehen, dass der Klang auf einem Kopfhörer deutlich anders sein muss als auf Ihren Monitorboxen.

Was aber, wenn man den Sound von Boxen auf dem Kopfhörer simulieren könnte?

Genau das wäre die Lösung, an der seit vielen Jahren mehr oder weniger erfolgreich gearbeitet wird. Individuen sind verschieden, haben verschiedene Ohren, Ohrmuscheln, Kopfgrößen und Kopfformen. Mit sehr viel technischem Aufwand ist eine individuelle Lösung zwar möglich, aber auch entsprechend teuer. Es gibt sehr gute, spezielle Kopfhörerverstärker, die das ziemlich gut können, und es gibt auch einige wenige Plug-Ins, die immerhin einige Nachteile von Kopfhörern vermeiden und ausgleichen, nicht jedoch alle. Sie müssen zumindest Folgendes können:

Einen Anteil des rechten Kanals in die linke Kopfhörerohr muschel einspeisen und umgekehrt (cross feed); diese überkreuzten Signale so behandeln, dass Verzögerung und Frequenzgang denen der physikalischen Realität beim Hören mit Boxen entspricht. Im Idealfall ist noch eine Anpassung an wenige anatomische Parameter des Hörers möglich (Ohrgröße, Kopfgröße). Ein Plug-In, das das beherrscht, möchte ich Ihnen vorstellen:

Toneboosters TB Isona

Mit diesem Tool wird das Hören über Kopfhörer dem über Boxen viel ähnlicher. Die Einstell- und Anpassungsmöglichkeiten sind enorm, sodass eine individuelle Anpassung (Ear Size, Head Size), ja sogar eine Anpassung an die eigenen Monitore (Frequenzgang, Tweeter Size) möglich ist. Auch die Raumakustik eines guten Abhörraums lässt sich mit dem Room Designer nachahmen. Es gibt darüber hinaus eine Reihe von Presets, die verschiedene Abhörsituationen, angefangen vom PC-Lautsprecher über Fernseher und HiFi-Boxen bis hin zu typischen Sounds einiger Monitorboxen simulieren. So kann man sich anhören, wie gut sich die eigenen Mischungen in anderen Abhörsituationen schlagen. Der Preis liegt unter 20 Euro für die lizenzierte Version.



Abbildung 29: Toneboosters Isona

Das Tool kann viel und kommt dem Abhören über Monitorboxen ziemlich nahe. Was es nicht kann, ist, die Wahrnehmung aus dem Kopf herauszuholen und auf eine virtuelle Bühne vor dem Hörer zu stellen. Jedenfalls funktioniert das bei mir nicht. Aber damit kann ich gut leben. Ich würde nicht ausschließlich damit mastern, aber das Tool kann ein Retter sein, wenn man die Nachbarschaft nicht belästigen will. Die finale Kontrolle über die Monitore ist aber immer noch Pflicht.

Zum Abschluss fassen wir noch einmal zusammen, welche Werkzeuge wir im Mastering einsetzen:

1. Analysewerkzeuge zum Messen, Kalibrieren, Überwachen:

- **Peak-Programm-** und **RMS-Meter** (Cubase ab V7)
- **True Peak, RMS + Dynamic Range** (TT-Dynamic Range Meter)
- **Frequenz-Analyzer:** Voxengo Span oder den Analyzer vom CurveEQ (Cubase ab Version 7)
- **Lautheitsmessgerät** nach EBU-R128-Norm (Cubase ab V7) oder TB EBULoudness
- **Gonimeter** (Cubase Multiscope) für die Überwachung der Phasen R L (Monokompatibilität)

2. Die wichtigsten Werkzeuge zur Bearbeitung:

- eine **Mastering Suite**, z.B. Isotope Ozone, Waves Masters, IK-Multimedia (T-Racks), Fabfilter Mastering Bundle, oder alternativ die Einzelbestandteile:
- **Mastering-EQ** (optional: linear phase), entweder voll parametrisch mit mindestens sechs Bändern und Bass-Cut hoher Flankensteilheit, z.B. Fabfilter Pro-Q 2, Waves Linear Phase EQ, oder grafischer EQ mit frei definierbaren Regelpunkten, z.B. den ab Cubase 7 mitgelieferten Voxengo CurveEQ.
Notbehelf: Stacking von mehreren Cubase-EQs

- **Brickwall-Limiter** (Cubase ab V7), oder z.B. Fabfilter Pro-L, Waves L2
 - **Multiband-Kompressor** (Cubase), oder z.B. Fabfilter Pro-MB, Blue Cat's MB-5, Waves Linear Multiband) *und/oder*:
 - guter **Bus-Kompressor**, z.B. Fabfilter Pro-C, LA-2A-Clone, Urei-1176-Clone, PSP Audioware VintageWarmer 2. Wenn moderat eingesetzt, lassen sich auch die Cubase-internen Kompressoren verwenden.
 - **Post- oder Sweetening-EQ** zur klanglichen Feinbearbeitung. Das muss kein analytisches Werkzeug sein, sondern wird eher als gut klingende Klangregelung eingesetzt, um dem gemasterten Song den letzten Schliff zu geben und die spektrale Balance der Tracks untereinander zu optimieren.
3. Weitere Werkzeuge, die nicht so häufig eingesetzt werden:
- **Trim-Plug-In** zum Angleich der Lautheit bei Plug-Ins, die keinen Output-Regler haben.
 - Plug-Ins zum Hinzufügen analoger Wärme (nur falls wirklich nötig), etwa Röhren- oder Bandsättigungssimulationen, z.B. Cubase Magneto II (ab V7), FerricTDS von Variety of Sound, TB Reelbus, TB FerroX.
 - **Raumsimulation** (Reverb): z.B. Cubase REVerence, Roomworks (gut für kleine, dichte Räume), REVelation (ab V7)
 - Tool zur Bearbeitung der **Stereo-Breite**, z.B. Cubase Stereo Enhancer oder Freeware-Tools wie Terry West Productions Wide.

Praxisteil nächstes Dokument.