

Hochschule der Medien Stuttgart
Audiovisuelle Medien
Sommersemester 2020
Tonseminar
Dozent: Prof. Oliver Curdt

Audio Mastering

Benedikt Ernst
Matrikelnummer: 37396
be019@hdm-stuttgart.de

Was ist Mastering?	3
Wann wird gemastert? Was wird gemacht?	3
Historie	4
Welche Technik braucht ein Mastering-Ingenieur?	5
Abhören	5
Digital Audio Workstation	6
Anzeigeeinstrumente	6
Mixdown(s) für das Mastering	8
Stem-Mastering	8
Dokumentation beim Mastering	8
Internation Standard Recording Code	9
Universal Product Code	9
Zusammenstellen eines Albums	9
Pausen	10
Das Album pegeln	10
Arbeitsfluss beim Mastern	10
Einen lauten Master erstellen	11
Mastering für Streaming Dienste	11
Quellenangabe	13

Was ist Mastering?

Wann wird gemastert? Was wird gemacht?

Zu Beginn möchte ich versuchen zu erläutern, warum es in der Musik Mastering gibt, wann man dies tut und was dort mit dem fertigen Mix geschieht.

Mastering ist der letzte (kreative) Schritt in der Audioproduktion und die Brücke zwischen dem Mischen und der Vervielfältigung bzw. dem Vertrieb. In diesem Arbeitsschritt wird der Klang ggf. ein letztes Mal verbessert – man gibt der Musik also den letzten Schliff oder den Feenstaub, wenn man so will.

In professionellen Mastering-Studios wird hierbei zusätzlich der fertige Mix in einem akustisch optimierten Raum auf Störgeräusche und ähnliche Fehler untersucht, die dem Mixing-Ingenieur entgangen sein könnten.

Diese Störgeräusche werden, wenn möglich, entfernt, ebenso wie das Einzählen oder Klicken des Metronoms. Auch Fades können im Mastering final überarbeitet werden.

Danach wird die Musik für das jeweilige Zielmedium optimiert. D. h. die korrekten Dateiformate mit entsprechender Qualität und Samplerate werden erstellt und ggf. in die richtige Reihenfolge gebracht.

Letzteres geschieht in der Regel beim Mastering für ein Album. Hierbei besteht die Aufgabe, aus einer Sammlung von Songs eine zusammengehörig klingende Platte entstehen zu lassen. Dazu werden Klang, Pegel und Timing der Songs möglichst so angepasst, dass alle Songs so klingen, als wären sie am Stück aufgenommen worden. Das Timing im Mastering bezieht sich auf die Spreads bzw. die Pausen zwischen den Titeln.

Mit dem Setzen der Pausen geht das Setzen des PQ-Codes und des ISRC (siehe S. 8) einher.

Was sind also die Ziele des Mastering? Im Großen und Ganzen soll der Song vor allem so optimiert werden, dass der Mixdown auf verschiedensten Abspielgeräten bestmöglich präsentiert wird. Außerdem sollen der Pegel und die Lautheit für den Markt konkurrenzfähig gemacht werden. Dies bedeutet, dass ein Track in der Regel lauter und knackiger klingen soll als sein Mixdown, allerdings ohne dass der Sound darunter an Qualität verliert.

Historie

Bis 1948 wurde in der Tontechnik alles auf 10 Zoll Vinyl-Platten mit 78rpm aufgenommen. D. h., bis dahin wurden die Aufnahmen direkt ins Presswerk zur Vervielfältigungen gegeben.

Erst mit der ersten Bandmaschine von *Ampel* wurde es erforderlich, einen Vinyl-Master für das Presswerk zu erstellen. An dieser Stelle entstand der Beruf des Mastering-Ingenieurs, der zu dem Zeitpunkt allerdings noch als „Transfer-Ingenieur“ bezeichnet wurde, weil er die Aufnahmen von den Bandmaschinen auf ein Vinyl-Master transferierte.

Obwohl sich dieser Vorgang nicht besonders anspruchsvoll anhört, gab es viele Fallstricke die fatale Folgen mit sich bringen konnten: Dies Betraf insbesondere den Pegel. Auf der einen Seite durfte der Pegel beim Schneiden der Rillen in die Platte nicht zu leise sein, da sonst das Rauschen der Platte zu laut gewesen wäre. Auf der anderen Seite durfte der Pegel aber auch nicht zu laut sein, da dies die Platte oder sogar den Schneidestichel zerstören konnte.

Als 1957 die erste Stereo Schallplatte erschien, die von manchen als der „beste Sound aller Zeiten“ bezeichnet wird, wurde aus den „Transfer-Ingenieuren“ der „Cutter“. Seine Aufgabe bestand darin, die fertigen Mixdowns klanglich und technisch so aufzubereiten, dass diese bestmöglich auf einer Schallplatte klingen würden. Dabei galt es – zum ersten Mal in der Geschichte – auch auf die Monokompatibilität zu achten. Dazu wurden Equalizer (im Folgenden EQ) und Kompressoren verwendet, um lautere und weniger verrauschte Signale zu erzeugen.

Seit diesem Zeitpunkt hatte der Mastering-Ingenieur die Möglichkeit, kreativen Einfluss auf den Klang der Musik zu nehmen.

Die Besonderheiten beim Mastering für Vinyl waren, dass man die oberen und unteren Grenzfrequenzen reduzieren musste, um Verzerrungen zu vermeiden und zeitgleich Platz zu sparen. Besonders bei tiefen Frequenzen musste man mit Pegel und Anteil haushalten, um die maximale Spielzeit erreichen zu können. Dies lag daran, dass die Rille breiter wurde, je mehr Bassanteil ein Titel aufwies. Bei zu hohem Bassanteil konnte es sogar passieren, dass der Stichel in der Rille verrutschte.

Mit der Einführung der Audio-CD 1982 wurde aus dem „Cutter“ der „Mastering-Ingenieur“. Für das neue Medium spielte die Monokompatibilität und der Frequenzumfang kaum mehr eine Rolle. Die einzigen Grenzwerte waren nur noch die Maximalspielzeit von 74 Minuten und die 0dBFS (Decibels relative to full scale).

Ein CD-Master wurde mit Hilfe eines modifizierten Videorecorders, dem Sony 1640, für das Presswerk erstellt. Erst 1989 bot *Sonic Solutions* eine DAW mit Mastering-Software an, die die direkte Erstellung eines CD-Masters möglich machte.

Mit der Einführung des MP3-Formats 1995 begann eine rasante Verbreitung von Musik im Internet. Mastering-Ingenieure mussten versuchen das Beste aus diesem verlust-behafteten Format rauszuholen.

Wenig später ermöglichte die Erfindung des digitalen Limiters den Mastering-Ingenieuren, eine nie zuvor dagewesene Lautheit zu generieren, ohne dabei die 0dBFS zu überschreiten. Das war der Beginn des Loudness-Wars¹.

Mittlerweile geht es beim Mastering zum Glück nicht mehr nur um die Lautstärke, sondern das Hauptziel ist es, den individuellen Charakter eines Musiktitels und eines kompletten Albums zu stärken, den Klang zu optimieren und die Musik auf alle Hörsituationen vorzubereiten.

Welche Technik braucht ein Mastering-Ingenieur?

Abhören

Bei der Bearbeitung eines Musiktitels ist die Abhörsituation ein entscheidender Faktor. Deshalb ist es auch für das Mastering unerlässlich, Bedingungen zu schaffen, die eine einwandfreie Urteilskraft über den Sound eines Musiktitels erlauben. So sollte der Raum extrem ruhig und geräuscharm sein. Die Wände sollten so massiv sein, dass sie nicht mitschwingen und so behandelt worden sein, dass sie möglichst reflexionsfrei sind. Unvermeidbare Reflexionen sollten mindestens 20ms später und 15dB leiser sein als der Direktschall.

Außerdem sollte der Raum keine parallelen Wände haben, um stehende Wellen zu verhindern.

Neben einem akustisch besonders behandelten Raum ist auch das Monitorsystem entscheidend für ein gutes Mastering. Selbstverständlich sollte ein hochwertiges Monitorsystem vorhanden sein, mit dem sich der Mastering-Ingenieur bestens auskennt. Das bedeutet, dass er möglichst viel und unterschiedliche Musik darüber gehört haben und genau wissen sollte, wie sich eine Wiedergabe aus dem Masteringraum in die reale Audiowelt übersetzt. Hierzu eignen sich vor allem Referenztracks.

Die Monitore sollten eine große Bandbreite von mindesten 20 bis 20.000Hz, viel Headroom, eine extrem lineare Frequenzwiedergabe und bestmögliche Impulstreue haben.

Neben der Art des Monitorsystems ist die Position entscheidend: So sollte innerhalb des gleichseitigen Abhördreiecks (siehe Abb. 1) kein Hindernis sein.

¹ In den 90ern bestand die Arbeit eines Mastering-Ingenieurs hauptsächlich darin, möglichst hohe Lautheit zu erzeugen, ohne, dass der Einsatz eines digitalen Limiters hörbar wurde. Dabei rückten die ästhetischen Ansprüche an die Sound-Qualität in den Hintergrund.

Optional kann man zu dem Hauptmonitorsystem weitere Systeme für Referenzen benutzen. Dafür bietet sich eine bunte Mischung aus verschiedenen Monitoren an: z. B. Hi-Fi-Boxen, kleine Studio-monitore und PC-Boxen.

Um einen festen Bezugspunkt zu haben, sollte man sich zudem zwei fixe Abhörpegel festlegen. Dabei sollte einer so laut sein, dass es möglich ist das Zusammenspiel der tiefen Instrumente beurteilen zu können. Der zweite Abhörpegel sollte hingegen nur so laut sein, dass man sich dabei noch unterhalten kann.

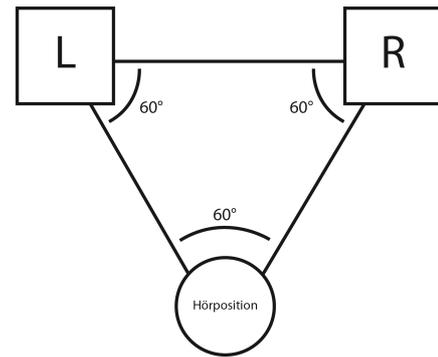


Abb. 1: Abhördreieck

Digital Audio Workstation

Mittlerweile gibt es viele Digital Audio Workstations (DAWs) zur Produktion von Musik. Allerdings eignen sich nicht alle auch zum Mastering, da eine Mastering-DAW bestimmte Voraussetzungen mit sich bringen sollte.

DAWs wie *Sequoia*, *WaveLab Pro*, *Pyramix* und *Sound Forge* eignen sich für Mastering, da sie neben einer hohen Datenintegrität und -auflösung, innerhalb eines Projekts Tracks mit verschiedenen Sampleraten laden und verarbeiten können, unterschiedliche Wortlängen und Dateiformate unterstützen und es ermöglichen PQ Codes zu setzen. Des Weiteren besitzen sie einen leistungsfähigen Crossfade Editor, der jede Art und Dauer eines Fades möglich macht und diesen bereits beim Setzen berechnet, sowie mit Hilfe der Wellenformdarstellung anzeigt. Es ist außerdem möglich mehrere Playlisten (sog. EDL²) gleichzeitig zu öffnen und Dateien darin zu kopieren und untereinander zu tauschen. Das ist beispielsweise hilfreich beim Zusammenstellen eines Albums, wenn es um die Songreihenfolge geht.

Anzeigeinstrumente

Beim Mastering gibt es viele Parameter, auf die man achten muss. Dabei helfen bestimmte Anzeigeinstrumente, die sehr detaillierte visuelle Informationen liefern können. Dennoch sollte sich der Mastering-Ingenieur ausschließlich auf sein Gehör verlassen können und etwaige Anzeigeinstrumente nur zur Kontrolle im Auge behalten.

Im Zusammenhang mit Mastering werden häufig Tools wie Peak- und RMS-Meter (Abb. 2 und 3) genannt, um die Spitzenpegel bzw. die Durchschnittspegel über einen bestimmten Zeitraum darzustellen. Ergänzend dazu gibt es eine Dynamikbereichs-

² edit decision list

anzeige (Abb. 4), die vergleichbar mit einem Peakmeter ist, zusätzlich aber noch den Dynamikumfang misst.

Der Spektrum-Analyzer (Abb. 5) stellt das Frequenzspektrum dar und kann dabei helfen einen ausgewogenen Klang zu erschaffen.

Mit dem Phasenzilloscop oder auch Goniometer (Abb. 6) und der Phasenkorrelationsanzeige (Abb. 7) wird z. B. die Stereobreite und die Monokompatibilität angezeigt.

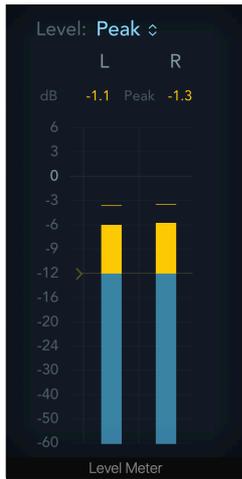


Abb. 2: Peakmeter

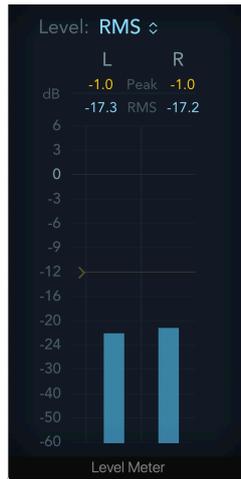


Abb. 3: RMS-Meter

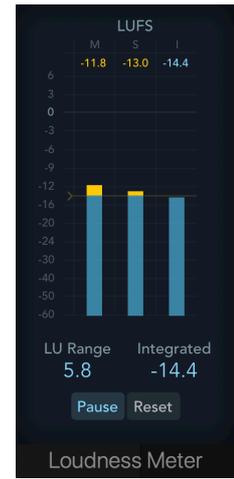


Abb. 4: LU Range

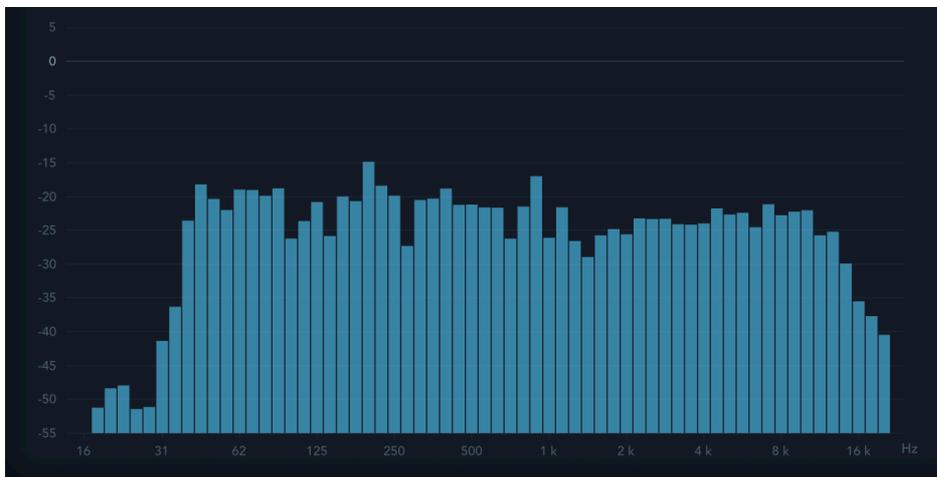


Abb. 5: Spektrum-Analyzer

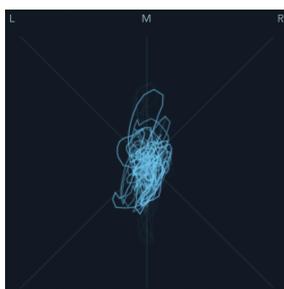


Abb. 6: Goniometer

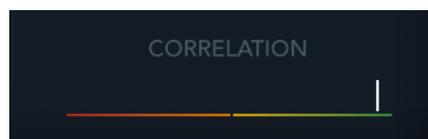


Abb. 7: Phasenkorrelationsanzeige

Mixdown(s) für das Mastering

Wer eine Mixdown erstellt, sollte wissen, was der Mastering-Ingenieur für einen guten Master benötigt. Selbstverständlich sollten die Mixdowns gut und ausgewogen klingen, was bedeutet, dass der gesamte Mix noch nicht stark mit Equalizer und Kompressor bearbeitet wurde. Fades sollten großzügiger gesetzt werden, da sonst Teile des Songs verloren gehen, die der Mastering-Ingenieur nicht wiederherstellen kann. Auch ist es nicht notwendig, dass die Pegel verschiedener Songs eines Album gleich oder extrem hoch sind. Dies kann sogar manchmal kontraproduktiv sein.

Oft ist es für das Mastering auch hilfreich, wenn es verschiedene Mixdowns gibt. Häufig hat man dann einen Instrumental-Mix, einen A-Capella- und einen TV-Mix³. So kann der Mastering-Ingenieur bei Bedarf die Mixdowns beliebig kombinieren.

Stem-Mastering

Je nachdem wie der Mixdown beim Mastering-Ingenieur eingereicht wird, gibt es unterschiedliche Varianten für das Mastering.

Beim Stem-Mastering ist der Mixdown in Subgruppen aufgeteilt. Diese Subgruppen sind vorgemischte Instrumentengruppen wie bspw. Drums, Keyboards, Backing Vocals, Gitarren und Lead Vocals. Durch die Subgruppen hat der Mastering-Ingenieur die Möglichkeit die Stimmen optimal zu bearbeiten und kann gezielt in den Sound des Playbacks eingreifen.

Dokumentation beim Mastering

Es ist extrem wichtig, dass beim Mastering der Überblick darüber bewahrt wird, was wann passiert ist. Unabdingbar sind Dateinamenkonvention, die unmissverständlich zeigen sollte, welcher Mixdown welche Eigenschaften hat und wofür er gedacht ist, und Tracklisten mit der Reihenfolge der Songs.

Alle Schritte, die im Mastering stattfinden, werden beim Logging mit Hilfe einer Filemaker-Datenbank protokolliert. Dies wird zum einen zur Kundenzufriedenheit gemacht, zum anderen für die Rekonstruktion eines bestimmten Stadiums.

Zuletzt müssen die Metadaten der Tracks korrekt eingesetzt und dokumentiert werden. Die Metadaten bestehen aus dem CD-Text, der die Option bietet mit max. 64 Zeichen den Interpreten und Titelnamen in den Subcode des TOC⁴ zu schreiben. Außerdem gibt es noch den International Standard Recording Code (ISRC) und den Universal Product Code (UPC).

³ Der TV Mix enthält alles mit Ausnahme der Lead Vocals.

⁴ Table of Content

Internation Standard Recording Code

Der ISRC bezieht sich auf einzelne Songs. Er dient zur eindeutigen Identifikation eines Titels. Bei Rundfunk und Fernsehen wird er ausgelesen und vereinfacht so die Abrechnung der GEMA⁵.

Der Code besteht aus einer zwölfstelligen Buchstaben und Zahlen Kombination.

Veröffentlicht man über eine Plattform wie *TuneCore* oder *cdbaby* wird der ISRC automatisch zugewiesen.

Presswerke hingegen vergeben den Code nur gegen eine Gebühr.



Abb. 8: Beispiel ISRC

Universal Product Code

Der UPC ist im Gegensatz zum ISRC ein Strichcode, der sich nicht auf einen einzelnen Track, sondern auf ein gesamtes Album bezieht. Ihn kann man auch im PQ als auch auf der Hülle finden.

Zusammenstellen eines Albums

Beim Zusammenstellen eines Albums ist die Reihenfolge eine wichtige Komponente. Dabei kommt es aus Mastering-Sicht weniger auf die lyrischen Inhalte, sondern viel mehr auf die musikalischen Zusammenhänge an.

Der gemeine Singer-Songwriter würde vielleicht auf Liebeslieder, Trennungslieder und anschließend Versöhnungslieder folgen lassen. Das könnte aber musikalisch schwierig sein, weil alle Liebeslieder ähnliche Stimmungen haben. Genauso die Trennungs- und Versöhnungslieder.

Deshalb achtet der Mastering-Ingenieur weniger auf den Text, sondern mehr auf Feeling, Tempo, Art, Tonart und musikalischen Übergänge.

Die Reihenfolge der Tracks ist vergleichbar mit einem Set eines Live-Konzerts: nach drei bis vier Songs gibt es eine Verschnaufpause, bevor es danach entweder mit aufsteigendem oder absteigenden Tempo weiter zur nächsten Verschnaufpause geht.

Der erste Track eines Albums hat eine besondere Bedeutung, denn er gibt die Stimmung des Albums vor und sollte den Zuhörer nachhaltig positiv beeinflussen und emotional fesseln. Oft erzeugt eine schnellere erste Nummer auch eine gespannte Erwartungshaltung auf das ganze Album.

⁵ Gesellschaft für musikalische Aufführungs- und mechanische Vervielfältigungsrechte

Pausen

Als Hörer wird man sich wahrscheinlich keine großen Gedanken über die Pausen zwischen den Liedern eines Albums machen, aber diese sind sehr wichtig für den Fluss. Falsche Pausen hingegen können dem Album die Energie und Dynamik rauben.

Wenn man Pausen setzt, sollte man grundsätzlich beachten, dass man nicht nach einer Sekundenzahl arbeitet. Stattdessen kann man die Pausen so anpassen, dass der nächste Track auf einen Downbeat des vorherigen beginnt.

Folgt auf einen schnellen ein weiterer schneller Songs, ist die Pause dazwischen meist kurz. Wenn auf einen schnellen Track jedoch ein langsamer, ruhiger Track folgt, sollte man mit einer längeren Pause etwas Zeit zum Luft holen schaffen.

Das Album pegeln

Wenn man das Album und die einzelnen Songs pegelt, sollte man zunächst mit dem lautesten anfangen. So läuft man nicht Gefahr, bei diesem anzukommen und ihn noch lauter machen zu müssen, als er sowieso schon ist, damit der Kontext zu den anderen Songs stimmt.

Es ist durchaus normal, dass Alben und Singles unterschiedlich gepegelt werden. Eine Ballade als Single muss z. B. häufig angehoben werden.

Beim Pegeln sollte man zudem die Anzahl der Musiker beachten, die in dem Stück spielen. Ein Song mit einem Solo Sänger und einer akustischen Gitarre sollte leiser klingen als eine komplette, elektrisch verstärkte Band.

Arbeitsfluss beim Mastern

Beim grundsätzlichen Arbeitsfluss beim Mastering fängt man zunächst mit dem kritischen Hören an. Danach wird editiert, gesäubert und gepegelt. Anschließend kommen Prozessoren wie EQ und Kompressor zum Einsatz, bevor abschließend die PQ-Codierung erstellt wird und die Ausgabe auf das endgültige Medium erfolgt.

Nach erstellen des Masters sollte man in jedem Fall nochmal eine Qualitätskontrolle durchführen. Am besten ist es, wenn diese Kontrolle ein anderer Toningenieur durchführt, der sich mit dem Mastering auskennt, das Projekt aber bisher noch nicht kennt und es somit unvoreingenommen beurteilen kann.

Neben der Suche nach Störgeräuschen, Dropouts⁶ und anderen Fehlern, achtet er auf die korrekte Reihenfolge.

⁶ Digitale Mutes und analoge Varianten

Einen lauten Master erstellen

Um einen lauten Master zu erstellen und einen Mix konkurrenzfähig zu machen, benutzt man in der Regel eine Kombination aus Kompressor und Limiter: Mit Hilfe des Kompressors verstärkt man die niedrigen und mittleren Signalpegel; mit dem Limiter fängt man die kurzen Pegelspitzen ab.

Durch das Abfangen der Pegelspitzen kann man das Signal deutlich anheben, ohne dass es zu clippen beginnt. Allerdings sollte man sich dabei bewusst sein, dass man damit die Transienten abschneidet, was einen ungewollten Effekt hervorrufen und den Master leblos klingen lassen kann. Übermäßige Kompression und Limiting klingen eher schlecht und machen dem Hörer weniger Spaß.

Um einen weicheren und zugleich kräftigeren Sound zu erreichen, kann man mehrere Kompressoren im Signalpfad anlegen. Dadurch wird die Verstärkung auf mehrere Prozessoren verteilt und man hat etwas mehr Spielraum bei der Kompression.

Eine weitere Technik, einen lauten Master zu erstellen, ohne dass dieser dabei vollkommen zerdrückt wird, ist die Parallelkompression. Hierbei wird der Mixdown dupliziert und in einer separaten Spur ziemlich stark komprimiert. Dieses Signal wird dann dem original Mix beigemischt. Richtig angewendet wird der Klang mit dieser Technik nicht nur lauter, sondern klingt auch ästhetisch besser und hat mehr Fülle und Druck.

Mastering für Streaming Dienste

Wenn man früher eine CD oder Schallplatte gekauft hat, hatte man die Musik in einer bestimmten Auflösung. Durch die Streamingdienste verändert sich aber nun dauernd die Auflösung in Abhängigkeit des Endgeräts oder der Internetverbindung. D. h. wenn die Internetverbindung schlecht ist, wird die Bandbreite reduziert und im Extremfall hört man den Song sogar nur noch mono. Das bedeutet, dass man als Mastering-Ingenieur beim Mastering darauf achten muss, dass der Track in jeder Abhörsituation einigermaßen passabel klingt und nicht durch eine Mono-Wiedergabe vollkommen unbrauchbar wird.

Bei den verlustbehafteten Formaten (MP3 oder AAC), die bei Streamingdiensten verwendet werden, werden nur sehr geringe Teile der originalen Audiodaten codiert. Je nach Kodierung werden nur zehn Prozent aller Daten berücksichtigt, was bedeutet, dass 90 Prozent der ursprünglichen Audioinformation einfach wegfällt. Zwar wird dabei mit psychoakustischen Effekten gearbeitet, sodass es dem gewöhnlichen Hörer nicht direkt auffällt, aber dennoch kann es durch solche Formate zu Überkompression,

Clipping oder Phaseneffekten kommen. D. h. auch dies muss man als Mastering-Ingenieur berücksichtigen.

Eine weitere Schwierigkeit beim Mastering für Streamingdienste sind Pegel und Lautheit. Man weiß beim Mastering nicht, ob der Hörer die Peak-Normalisation oder die Loudness-Normalisation eingeschaltet hat. So kann man es sein, dass bei einem Hörer zwei aufeinanderfolgende Songs automatisch von der Lautheit angepasst werden und beide Master gleichlaut klingen, während dies bei einem anderen Hörer nicht geschieht, wobei ein Master ungleich lauter klingen könnte als das andere.

Daraus ergibt sich für den Mastering-Ingenieur ein Dilemma: Einerseits sollte er den Track so laut machen, dass er genauso laut ist, wie der vorherige Track. Andererseits muss er dann damit rechnen, dass der Streamingdienst den Pegel dann wieder absenkt, sodass es zur Verminderung der Qualität kommen könnte.

Diese Probleme sorgen dafür, dass sich das Mastering für Streamingdienste vom Mastering für CD oder Vinyl unterscheidet, wodurch Mastering-Ingenieure vor neue Herausforderungen gestellt werden, die vermutlich erst erfolgreich gemeistert werden, wenn es bereits ein neues Medium für den Musikkonsum gibt.

Quellenangabe

- Katz, Bob (2010): Mastering Audio: Über die Kunst und die Technik, München, Deutschland: GC Carstensen Verlag.
- Noltemeyer, Stefan (2012): Mastering: professionelles audio-editing und mastering, Bergkirchen, Deutschland: PPVMedien.
- Oswinski, Bobby (2009): Mastern wie die Profis: Das Handbuch für Toningenieure , München, Deutschland: GC Carstensen Verlag.
- Kaiser, Carsten (2013): 1001 Mastering Tipps, 1. Aufl., Heidelberg, Deutschland: mitp/bhv.
- iZotope, Inc. (2020): Mastering for Spotify® and Other Streaming Services | Are You Listening? | S2 Ep4, in: YouTube, [online] https://www.youtube.com/watch?v=64dY_HZ6Tck [21.06.2020].