

Hochschule für angewandte Wissenschaft Hamburg  
Fakultät Design, Medien und Information  
Studiengang Medientechnik  
Erstprüferin: Prof. Dr. Eva Wilk  
Zweitprüfer: Prof. Wolfgang Willaschek



Bachelorthesis (B.Sc. Medientechnik)

# Auswirkung von Streamingdiensten auf Musikproduktionen am Beispiel von Max Martin

von Paulo Shklovsky (Matrikelnummer: [REDACTED])

Hamburg, den 08.04.2022

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>Begriffserklärungen</b> .....	<b>2</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Grundlagen der Arbeit</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 Max Martin (Martin Sandberg)</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2 Ausgewählte Zeiträume</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3 Musikauswahl</b> .....	<b>10</b>
<b>2.4 Thesen und deren Überprüfung</b> .....	<b>12</b>
<b>3. Entwicklung technischer und struktureller Merkmale der Tracks</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1 Zeitbezogene Entwicklungen von Tracks und Intros</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1.1 Entwicklung der Songdauer</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1.2 Entwicklung der Songstrukturen in Intros</b> .....	<b>21</b>
<b>3.2 Entwicklung der pegelbezogenen Eigenschaften</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2.1 Der „Loudness War“ und EBU R 128</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2.2 Peak, RMS, Crest Factor und Dynamic Range</b> .....	<b>31</b>
<b>3.2.3 True Peak und LUFS</b> .....	<b>35</b>
<b>3.3 Entwicklung der Stereobreite von Intros</b> .....	<b>41</b>
<b>3.3.1 Korrelationsgrad</b> .....	<b>41</b>
<b>3.3.2 Mid/Side Encoding</b> .....	<b>43</b>
<b>3.4 Entwicklung spektraler Eigenschaften von Intros</b> .....	<b>46</b>
<b>3.4.1 Spektrale Verteilung</b> .....	<b>46</b>
<b>4. Auswertung</b> .....	<b>50</b>
<b>5. Fazit</b> .....	<b>54</b>
<b>6. Quellenverzeichnis</b> .....	<b>55</b>
<b>7. Eigenständigkeitserklärung</b> .....	<b>66</b>
<b>8. Anhang</b> .....	<b>67</b>

## Vorwort

Aus persönlicher Sicht und aus der Sicht auf die aktuelle Weltsituation, konnte diese Arbeit kaum an einem ungelegeneren Zeitpunkt angemeldet werden. Aber wie mir vor nicht allzu langer Zeit gesagt wurde: „Es gibt nie einen geeigneten Zeitpunkt für Unannehmlichkeiten.“ Umso mehr freue ich mich, dass Ihnen, liebe Leserin / lieber Leser, diese finalisierte Arbeit nun vorliegt.

In erster Linie möchte ich mich bei meiner Erstprüferin Frau Prof. Dr. Eva Wilk und meinem Zweitprüfer Herrn Prof. Wolfgang Willaschek bedanken. Ich schätze Ihre Unterstützung in meinem Interesse zum Thema der Musikproduktion und ihrer Entwicklung sehr. Entsprechend danke ich Ihnen vielmals, dass Sie mich im Studium und bei dieser Arbeit aus fachlicher und persönlicher Sicht begleitet haben.

Insbesondere danke ich meiner Familie, meiner Freundin, meinen Freunden und meinen Arbeitskollegen, die mich tatkräftig unterstützten und unterstützen, wie motivierten. Zu guter Letzt danke ich den Experten – Bruno, Alex, Markus, Thomas, Marcel und Robin. Ohne Euch würden einige wichtige Erkenntnisse fehlen!

Vielen Dank Euch / Ihnen allen.

## Begriffserklärungen

A/D-Wandler	Analog/Digital-Wandler
BVMI	Bundesverband Musikindustrie
DAW	Digital Audio Workstation
dB	einheitenloses Maß „Dezibel“, zehntel eines Bel
dBFS	Decibels relative to full scale , digitaler Pegel mit Maximalwert 0 dBFS
DR	Dynamic Range / Dynamikumfang
dpMeter5	„Digital Percision Meter“, VST Plug-In von TBProAudio (vgl. o.D.)
ear candy	nach Høier (vgl. 2014: 253) intensive und überraschende Elemente im Sound-Design. Hier: Erlebnisförderliche akustische Begleitelemente.
EBU	European Broadcasting Union
EBU R 128	Empfehlung der EBU (2011: 3) zu „ <i>Lautheitsaussteuerung, Normalisierung und</i> “ zulässigem „ <i>Maximalpegel von Audiosignalen</i> “
FIR-Filter	Finite Impulse Response-Filter: Filter mit einer endlichen Anzahl an Ausgangswerten
ifpi	International Federation of the Phonographic Industry
ITU	International Telecommunication Union
ITU-R BS.1770	Empfehlung der ITU (vgl. 2015: 1) zu Algorithmen, mit dem Ziel der Messung subjektiver Lautheit und Spitzenpegel.
Mastering	abschließende Optimierung des Mix‘, um bspw. Frequenzgang, Dynamik, Lautheit und Stereobild anzugleichen (vgl. Baarß, o.D.).
Meilenstein	ein Zeitraum in dieser Arbeit, der ein Jahr oder mehrere Jahre aufgrund bestimmter Ereignisse zusammenfasst
Mix	Mischung von Audio-Elementen und -Signalen zu einem möglichst homogenen Audio-Signal
VST	Virtual Studio Technology, ein 1996 von Steinberg (o.D.) entwickelter Standard für virtuelle, digitale Instrumente und Effekte

## Zusammenfassung

Im vergangenen halben Jahrzehnt entwickelten sich Musik-Streamingdienste zu den wirtschaftlich führenden Medien der Musikindustrie. Diese Entwicklung geht allerdings mit Kritiken zum Zählvorgang, zu Auszahlungen und zu kürzer werdenden Songs einher. Nach 30 Sekunden Spielzeit zählt ein Song bspw. als abgespielt und ein gezählter Stream generiert 0,2 bis 0,9 Cent. Dies motiviert aus wirtschaftlicher Sicht bereits zu kürzeren Titeln. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, inwieweit bzw. ob Pop-Musikproduktionen von der Entwicklung der Streamingdienste betroffen sind. Dazu werden Max Martins Produktionen bestimmter Zeiträume bezüglich technischer Faktoren wie Lautheit, spektrale Gewichtung, Stereobreite, Songdauer und strukturelle Komplexität durch Messungen, Rechnungen und Expertengespräche geprüft. Anhand der Erkenntnisse wird die Entwicklung der Musikproduktionen Max Martins ausgewertet.

## Abstract

Over the past half decade, music streaming services have emerged as the music industry's economic leaders. However, this development has been accompanied by criticisms of the counting process, payouts, and songs getting shorter. After 30 seconds of play, for example, a song counts as played and a counted stream generates 0.2 to 0.9 cents. This already motivates to shorter songs purely economically. This thesis deals with the question if or to what extent pop music productions are affected by the development of streaming services. Therefore, Max Martin's productions of specific time periods are examined in terms of technical factors such as loudness, spectral weighting, stereo width, song duration and structural complexity through measurements, calculations and expert interviews. Based on the findings, the development of Max Martin's musical productions is evaluated.

## 1. Einleitung

Die Relevanz von Musik-Streamingdiensten stieg für die Musikindustrie seit dem Jahr 2009 immer weiter an. In diesem Jahr fand die erste Auszahlung des Streamingdienstes Spotify statt, die sehr gering ausfiel (vgl. Ruth, 2019: 235). Grund dafür war ein kleines und ausschließlich schwedisches Publikum (ebd.). 2017 bestätigt sich die Relevanz von Musik-Streamingdiensten, da diese global als das umsatzstärkste Format der Musikindustrie zählen (vgl. ifpi, 2022: 11). Bereits 2018 sind sie auch in Deutschland das umsatzstärkste Format (vgl. BVMI, 2021: 5). Seit 2019 generieren die Musik-Streamingdienste über die Hälfte des gesamten Umsatzes der Musikindustrie (ebd.; vgl. ifpi, 2022: 11).

Im März 2012 nahm das Billboard Magazine die Zahlen der Streamingdienste in ihre Hot 100-Charts auf (McKinley Jr., 2012). Die offiziellen deutschen Charts folgten 2014 (vgl. dpa, 2014). Diese Datenbelege unterstreichen den Einfluss von Streamingdiensten auf die Charts. Jan Kedves (vgl. 2017) behauptet, dass sich durch den Einfluss des Streamingdienstes Spotify Pop-Musik komprimiert und intensiviert habe und ungeduldiger wurde. Verantwortlich dafür sei, ab wann Streamingdienste die Streams ihrer Nutzer zählen (ebd.). „*Song stream: Counted when someone listens for over 30 seconds*“, ist die Antwort von Spotify for Artists (2022) auf die häufig gestellte Frage von Kunst- und Musikschaffenden, ab wann Songaufrufe auf der Plattform gezählt werden würden. Dasselbe Zeitfenster gilt auch für Apple Music (vgl. Apple Music for Artists, 2022). Die Streamingdienste werden für diese Form der Zählung und für die geringen Auszahlungen einzelner Streams häufig kritisiert. Ausgeübt wird solche Kritik bspw. durch das Label "Analog soul" (vgl. Günther, 2016). Dieses veröffentlichte ein Album, das auf 31-sekündigen Songs basiert (ebd.). Ein weiteres Beispiel ist das Album „Crisis – The Worthless Album“, dessen Titel der Künstler auf 29 Sekunden kürzte (vgl. Moening, 2021). Durch ihre Dauer generieren die darauf veröffentlichten Songs keine Streaming-Zahlen und damit keine Umsätze (ebd.). Moening (vgl. 2021) stellt in ihrem Artikel außerdem die These auf, dass diese „30-Sekunden-Hürde bei Spotify“ einen direkten Einfluss auf das Songwriting habe: Es sollen viele Songs nicht nur insgesamt kürzer geworden sein, sondern auch die Songstruktur soll sich verändert haben. Diese beiden Thesen werden in dieser Arbeit unter „3.1 Zeitbezogene Entwicklung von Tracks und Intros“ überprüft. Des Weiteren werden die technischen Eigenschaften der ausgewählten Titel auf tontechnisch relevante Größen wie Lautstärke bzw. Lauthheit, Dynamik, Stereophonie und deren Frequenzspektren überprüft. Die Ausarbeitungen werden in den Abschnitten „3.2 Entwicklung der pegelbezogenen Eigenschaften“ bis „3.4 Entwicklung spektraler Eigenschaften von Intros“ analysiert und

zusammengetragen. Als analytische Grundlage werden 35 Titel verwendet, die zwischen 1997 bzw. 1998 und 2019 veröffentlicht und bei denen Max Martin als (Musik-)Produzent und gegebenenfalls als Liedtexter unter den Mitwirkenden aufzufinden ist. Aufgeteilt werden diese Titel in sieben separate Gruppen, die alle einen bestimmten Zeitraum abdecken. Als Veröffentlichungsdaten wurden die Eintragungen der AllMusic-Datenbank (vgl. o.D.) betrachtet. Abweichungen zu den angegebenen Jahreszahlen von Streaming- oder Downloadplattformen waren jedoch in keinem relevanten Maß vorhanden.

## 2. Grundlagen der Arbeit

In diesem Kapitel wird das Fundament, sowie die Methodik dieser Arbeit vorgestellt und thematisiert. Wie bereits der Titel andeutet und in Kapitel „1. Einleitung“ erwähnt, findet die Ausarbeitung auf Grundlage von Produktionen Max Martins statt. Im Abschnitt „2.1 Max Martin (Martin Sandberg)“ wird die Entscheidung für den Produzenten Max Martin als Grundlage dieser Arbeit begründet. Im Abschnitt „2.2 Ausgewählte Zeiträume“ werden die für diese Arbeit gewählten zeitlichen Abschnitte vorgestellt und die Entscheidung für diese Zeiträume begründet. Bei dem Abschnitt „2.3 Musikauswahl“ findet sich eine Listung der für diese Arbeit ausgewählten Songs. Zur reinen Musikauswahl kommen auch technische Merkmale zur Kodierung der Songs hinzu, sowie allgemeine Details zur Auswahl. Im Abschnitt „2.4 Thesen und deren Überprüfung“ werden die vier Hauptthesen **„Songs beginnen früher und sind insgesamt kürzer geworden.“**, **„Intros sind im Laufe der Jahre lauter geworden.“**, **„Die Intros von Musik im Zeitalter von Streaming-Plattformen weisen eine zunehmende Stereobreite auf.“** und **„Die Intros von Musik im Zeitalter von Streaming-Plattformen weisen eine veränderte spektrale Gewichtung auf.“** und deren Erarbeitung vorgestellt.

### 2.1 Max Martin (Martin Sandberg)

In diesem Abschnitt werden die Gründe für Max Martin als Beispiel dieser Arbeit erläutert. *„Martin Sandberg kam 1971 in Stockholm [...] zur Welt. Als Schüler spielte er Waldhorn und Trompete, versuchte sich später als Sänger in einer Rockband, bevor ein Musikproduzent sein wahres Talent entdeckte und ihm 1994 den Markennamen Max Martin verpasste. Seitdem hat Martin Dutzende Pophits geschrieben und produziert. Mit 21 Songs stand er schon auf Platz eins der amerikanischen Hitparade, [...]“* (Balzter, 2016). Die Zahl der Platzierungen auf dem ersten Platz diverser Charts ist seitdem gestiegen (vgl. AllMusic, o.D.). Auch stieg die Zahl nennenswerter und repräsentativer Produktionen namhafter Musikschafter, an denen Sandberg beteiligt war (ebd.). *„Wer Radio hört oder die Hits auf Youtube und Spotify durchklickt, kommt an Max Martin nicht vorbei. Zurzeit ist ‚Send My Love‘ von der britischen Sängerin Adele besonders angesagt, in den vergangenen Jahren waren es zum Beispiel Taylor Swift mit ‚Shake It Off‘, Pink mit ‚Raise Your Glass‘ und Katy Perry mit ‚I Kissed a Girl‘. Länger zurück liegen ‚Oops! I Did It Again‘ von Britney Spears und ‚It’s My Life‘ von Bon Jovi. Martins internationaler Durchbruch kam 1996 mit den Backstreet Boys und ‚Quit Playing*

*Games With My Heart*“ (Balzter 2016). Ein weiterer Grund für die Wahl Sandbergs ist seine Platzierung auf dem 41. Platz der besten Songwriter aller Zeiten (RollingStone, o.D.). Gelistet sind hinter Martin Namen wie Kurt Cobain, Elton John, Tom Waits und Willie Dixon (ebd.). „*Every pop era has at least one songwriter who effortlessly taps into the zeitgeist, and for the last roughly 15 years, that person has been this Swedish writer-producer*“ (ebd.). Trotz einer großen Auswahl an Songwritern dieser Listung, fiel die Entscheidung auf Max Martin. Grund dafür ist, dass keiner der vor Martin platzierten Kunstschaftenden aktuell (vergleichbar viel) veröffentlicht. Trotz der digitalen Entwicklung der Gesellschaft, gestaltete Max Martin die internationale Popmusik weiter mit und war dabei kommerziell erfolgreich (vgl. Balzter, 2016). Durch seine Langlebigkeit als kommerziell erfolgreicher Produzent und Songwriter, ist er als guter Maßstab für die Erarbeitung einer Entwicklung von Musikproduktionen bewertbar. Auch lässt sich durch diesen Fokus die Anzahl von Songs bzw. Musikproduktionen eingrenzen und ein gewisser Standard einhalten.

## 2.2 Ausgewählte Zeiträume

Die Auswahl der Zeiträume richtet sich an Max Martins Veröffentlichungen und an den Ereignissen, an denen sich eine signifikante wirtschaftliche Entwicklung in Richtung des Streamings erfassen lässt. Max Martins Aktivität vor der Etablierung von Musik-Streamingdiensten hat einen Vorteil: Martins Produktionen können auch außerhalb eines möglichen Einflusses von Musik-Streamingdiensten betrachtet werden. Dadurch ist die Entscheidung auf insgesamt sieben folglich erwähnte Zeiträume gefallen. Diese Zeiträume werden jeweils als „Meilenstein  $N$ “ bezeichnet, wobei  $\{N \in \mathbb{N} \mid 1 \leq N \leq 7\}$ . Dabei ist  $N = 1$  der chronologisch entfernteste zurückliegende Zeitraum und  $N = 7$  der chronologisch nächste zurückliegende Zeitraum.

### **Meilenstein 1 (1998 bis 2000)**

Bei dem ersten Zeitraum handelt es sich mit 1998 bis 2000 um die ersten Jahre, in denen Martin Werke für Britney Spears und Céline Dion produzierte (vgl. AllMusic, o.D.). Weiterhin arbeitete er an Titeln für die Backstreet Boys. Die ersten Produktionen für diese erreichten sieben Top 5 Platzierungen in den Single Charts, eine davon auf dem ersten Platz (vgl. Offizielle Deutsch Charts, o.D.). Nach diesen Erfolgen lässt sich eine steigende Nachfrage von Sandbergs Arbeiten erschließen. Dadurch schlussfolgert sich auch eine gewisse Routine in der Musikproduktion.

### **Meilenstein 2 (2005 & 2006)**

Bei den Jahren 2005 und 2006 handelt es sich um die ersten Jahre, in denen das ifpi (2021: 11) Streaming-Umsätze listete. Streamingdienste erzielten in diesem Zeitraum Umsätze im dreistelligen Millionenbereich (in USD) (ebd.). Bei dem Jahr 2005 handelte es sich laut BVMI (2021: 5) um den „Start“ von „*Napster als Bezahl dienst*“ auf dem deutschen Markt. Laut Grannell (vgl. 2018), der für dynaudio schrieb, um den Start von Pandora, das zu diesem Zeitpunkt mit einem ähnlichen Bezahl system wirtschaftete wie Spotify heute. Pandora bot den Nutzenden eine Art persönlichen DJ, bzw. eine nach dem persönlichen Geschmack laufende Radiostation (vgl. Grannell, 2018). Napster wies die meisten Ähnlichkeiten zu Spotify auf und hatte nichts mehr mit der ehemaligen Funktion als illegale Musikt auschbörse gemein (ebd.). Beim Jahr 2006 handelt es sich um ein miteinbezogenes Referenzjahr.

### **Meilenstein 3 (2009 & 2010)**

Wie bereits im Kapitel „1. Einleitung“ beschrieben, fanden im Jahr 2009 die ersten Auszahlungen Spotifys statt. Diese waren jedoch für international agierende Künstler noch unter dem vierstelligen Euro-Bereich und somit nicht lukrativ (vgl. Schramm, Ruth, 2019: 235). Deshalb kann ein direkter Einfluss durch Streamingdienste noch ausgeschlossen werden. Laut ifpi (2021: 11) vervierfachten sich allerdings die Umsätze von Streamingdiensten global und lagen in den Jahren 2009 und 2010 bei jeweils 0,4 Mrd. USD. Andere digitale Dienste haben wirtschaftlich ähnlich stark zugenommen (von 1 Mrd. USD im Jahr 2005 zu 3,7 Mrd. USD im Jahr 2009) (ifpi, 2021: 11). Dagegen halbierten sich die Umsätze physischer Tonträger fast (von 17,9 Mrd. USD im Jahr 2005 zu 10,3 Mrd. USD im Jahr 2009 und 8,9 Mrd. USD im Jahr 2010) (ebd.). Der Abbau vom Umsatz physischer Tonträger und die Zunahme vom Umsatz digitaler Medien wird in dieser Arbeit als dritter Meilenstein der Entwicklung betrachtet.

### **Meilenstein 4 (2012 & 2013)**

Im März 2012 berichtete James C. McKinley Jr. (vgl. 2012) in der New York Times darüber, dass das Billboard Magazine von nun an die Zahlen von Streamingdiensten mit in die Berechnung ihrer Hot 100 Single Charts aufnehmen würde. Spotify startete 2012 im deutschen Markt (vgl. BVMI, 2021) und war bereits seit einem Jahr auf dem US-Markt vertreten (vgl. Grannell, 2018). In Deezer wurden parallel, laut eigenen Angaben, 100 Mio. Euro investiert (vgl. Deezer, o.D.). Diese expandierten im Vorjahr ins Vereinigte Königreich (ebd.). Die globalen Umsätze durch Streamingdienste stiegen 2012 im Vergleich zu 2010 um den Faktor 2,5 auf eine Mrd. USD (ifpi, 2021: 11). 2013 stiegen diese im Vergleich zu 2010 um

Faktor 3,5 auf 1,4 Mrd. USD (ebd.). 2013 wurden außerdem die bei Youtube generierten Zahlen ebenfalls zu den Hot 100 des Billboard Magazine hinzugezählt (vgl. Bain, 2019). Das brachte bspw. den Song „Harlem Shake“ von Baauer für fünf Wochen hintereinander auf den ersten Platz der Billboard Hot 100 (ebd.). Laut Unterberger (vgl. 2019) hatte dies einen derartigen Einfluss, dass es ab diesem Zeitpunkt nicht mehr möglich war Youtube und Spotify zu ignorieren. Durch den weiteren Ausbau der Streamingdienste und das Etablieren dieser auf dem globalen Musikmarkt, wurde der Zeitraum in dieser Arbeit als vierter Meilenstein gewählt.

### **Meilenstein 5 (2015)**

Im Jahr 2015 wurden Streaming-Zahlen bereits seit einem Jahr in den offiziellen deutschen Charts in die Auswertung miteinbezogen (vgl. dpa, 2014). Seit 2013 haben sich die globalen Umsätze für Streaming verdoppelt (ifpi, 2021: 11) und auch Apple beteiligte sich seit dem 30. Juni 2015 am Wettbewerb um den Streaming-Markt (vgl. Apple, 2015). Nach 2014 ist der globale Umsatz von digitalen Tonträgern zum zweiten Mal um 0,3 Mrd. USD auf 3,7 Mrd. USD gesunken (vgl. ifpi, 2021: 11). Ebenfalls sanken die Zahlen der physischen Tonträger (ebd.). 2015 gilt für Martins Produktionen zwar weniger als ein Jahr ausschlaggebender Ereignisse, wird in dieser Arbeit aber als Referenzjahr der fünfte Meilenstein betrachtet.

### **Meilenstein 6 (2017)**

Im Jahr 2017 war Streaming zum ersten Mal das global umsatzstärkste Format (vgl. ifpi, 2021: 11). Streaming setzte mit 6,5 Mrd. USD mehr um als physische Tonträger mit inzwischen 5,2 Mrd. USD (ebd.). Auch die Umsätze von digitalen Tonträgern sind weiter gefallen und befinden sich zu diesem Zeitpunkt global bei 2,6 Mrd. USD (ebd.). Mit diesen Daten ergibt sich für diese Arbeit der sechste Meilenstein.

### **Meilenstein 7 (2019)**

Der letzte Meilenstein ergibt aus zwei Umständen: 2019 ist Streaming zum ersten Mal für mehr als die Hälfte des Musikmarktumsatzes verantwortlich (vgl. BVMI, 2021: 5; vgl. ifpi, 2021: 11). Das gilt sowie für den deutsch, als auch für den globalen Musikmarkt (ebd.). Der zweite Umstand ist die Veröffentlichung des Songs "Blinding Light" von The Weeknd (vgl. Allmusic, o.D.). Max Martin produzierte und veröffentlichte diesen im Jahr 2019 gemeinsam mit The Weeknd, welcher erneut kommerziellen Erfolg hatte (ebd.). Der Song belegte noch im Jahr 2020 global den ersten Platz der digitalen Single-Charts (vgl. ifpi, 2021: 8). Stand 24.03.2022 befindet sich der Titel weiter in den Single-Charts und war von den 120 Wochen seit Veröffentlichung nur eine Woche nicht in den Offiziellen Deutschen Charts (o.D.a) vertreten.

## 2.3 Musikauswahl

Wie bereits im Kapitel „1. Einleitung“ erwähnt, handelt es sich bei der Auswahl der Songs ausschließlich um Titel, bei denen Max Martin als (Musik-)Produzent auf AllMusic (o.D.) unter den Mitwirkenden auffindbar ist. Dazu wurde eine möglichst willkürliche Auswahl an Titeln zusammengetragen, bei denen, soweit möglich, unterschiedliche Interpreten vertreten sind. Viele Künstlerinnen und Künstler veröffentlichten mehrere Werke innerhalb derselben Zeiträume. Um die Stichproben möglichst unterschiedlich zu halten, wurden diese Künstlerinnen und Künstler in den Zeiträumen, in denen sie bereits vorkamen weitestgehend gemieden. Für möglichst vergleichbare und nachvollziehbare Ergebnisse sollten alle Titel mit einer Abtastrate von 44,1 kHz und 16 Bit einem klassischen CD Mastering-Format entsprechen. Gegen eine höhere Auflösung der Audios (24 Bit), die bei neueren Titeln durchaus vorhanden war, sprach vor allem die Verfügbarkeit bei Titeln im Zeitraum 1997 bzw. 1998 bis ca. 2012 (vgl. Qobuz, o.D.). Eine höhere Abtastrate ist nach dem Nyquist-Shannon-Abtasttheorem nicht notwendig. Dieses besagt, dass eine Abtastrate, die mindestens der doppelten Signalfrequenz entspricht, in der Lage ist, das Signal repräsentativ wiederzugeben (vgl. Benson, 2008: 244). Insgesamt handelt es sich um 35 Titel, die zu je fünf Titeln auf die sieben Meilensteine durch verteilt wurden. Insbesondere bei den ersten vier Meilensteinen fällt auf, dass sich die Titel nicht auf nur ein Jahr konzentrieren, sondern diese einen größeren Zeitraum abdecken. Der Hauptgrund dafür lag in der Verfügbarkeit einiger Titel Max Martins. Diese waren entweder nicht mehr erwerbbar, oder entsprachen nicht der notwendigen Qualität. Zur Einheitlichkeit wurden die Jahreszahlen der Titel den „Credits“-Daten von „Allmusic“ (o.D.) verwendet. Diese widersprachen teilweise den Angaben im Download-Store von Qobuz. Durch die geringe Abweichung, die keinen Einfluss auf die Messung oder Meilenstein-Verteilung hatte, wurden die Daten beibehalten.

Meilenstein 1 (1998 bis 2000)

<b>Titel</b>	<b>Interpret</b>	<b>Jahr der VÖ</b>
It's the Thing You Do	Five	1998
Tearing' Up My Heart	*NSYNC	1998
Larger Than Life	Backstreet Boys	1999
That's The Way It Is	Céline Dion	2000
Oops!...I Did It Again	Britney Spears	2000

Meilenstein 2 (2005 & 2006)

<b>Titel</b>	<b>Interpret</b>	<b>Jahr der VÖ</b>
Analogue (All I Want)	a-ha	2005
Here I Am	Marion Raven	2005
4ever	The Veronicas	2006
'Cuz I Can	P!nk	2006
Let U Go	Ashley Parker Angel	2006

Meilenstein 3 (2009 & 2010)

<b>Titel</b>	<b>Interpret</b>	<b>Jahr der VÖ</b>
My Life Would Suck Without You	Kelly Clarkson	2009
Outta My Head	Leona Lewis	2009
If I Had You	Adam Lambert	2009
Grow a Pear	Ke\$ha	2010
DJ Got Us Fallin' in Love Again	Usher	2010

Meilenstein 4 (2012 & 2013)

<b>Titel</b>	<b>Interpret</b>	<b>Jahr der VÖ</b>
Tonight I'm Getting Over You	Carly Rae Jepsen	2012
I Knew You Were Trouble	Taylor Swift	2012
In A World Like This	Backstreet Boys	2013
Easier to Lie	Cassadee Pope	2013
One More Night	Maroon 5	2013

### Meilenstein 5 (2015)

<b>Titel</b>	<b>Interpret</b>	<b>Jahr der VÖ</b>
Lost and Found	Ellie Goulding	2015
Can't Feel My Face	The Weeknd	2015
Cool for the Summer	Demi Levato	2015
Nobody Love	Tori Kelly	2015
Send My Love (To Your New Lover)	Adele	2015

### Meilenstein 6 (2017)

<b>Titel</b>	<b>Interpret</b>	<b>Jahr der VÖ</b>
Secrets	P!nk	2017
Roulette	Katy Perry	2017
King Of My Heart	Taylor Swift	2017
Chained to the Rhythm (feat. Skip Marley)	Katy Perry	2017
End Game (feat. Ed Sheeran & Future)	Taylor Swift	2017

### Meilenstein 7 (2019)

<b>Titel</b>	<b>Interpret</b>	<b>Jahr der VÖ</b>
Break Up with Your Girlfriend, I'm Bored	Ariana Grande	2019
Blinding Lights	The Weeknd	2019
Stupid Love	Lady Gaga	2019
Finish What We Started	Zac Brown Band	2019
Beautiful People (feat. Khalid)	Ed Sheeran	2019

## 2.4 Thesen und deren Überprüfung

Diese Arbeit besteht aus vier Thesen, die auf zwei sich ähnelnden Grundthesen fundieren. Eine Grundthese entstammt einem Artikel von Jan Kedves in der Süddeutschen Zeitung: Kedves schrieb auf Basis von Aussagen von Marc Hogan, dass Titel nun anders beginnen würden, und zwar „*intensiver, ungeduldiger, komprimierter. Songwriter würden in die ersten 30 Sekunden von Songs immer mehr hineinpacken*“ (Kedves, 2017). Die zweite These tätigte Melanie

Moening (vgl. 2021), die schrieb, dass Songs kürzer geworden sind und sich Songstrukturen verändert haben sollen. Die Ursprungsthese dieser Arbeit ist somit, dass sich Musik, im Sinne der kommerziellen Optimierung, für die aktuell lukrativsten Plattformen verändert habe.

Die **erste** der vier Thesen, die im Kapitel „3. Entwicklung technischer und struktureller Merkmale der Tracks“ bearbeitet wird, ist:

**Songs beginnen früher und sind insgesamt kürzer geworden.**

Um diese These zu überprüfen, werden für den ersten Teil der These die Dauer der Songs überprüft und Mittel- und Medianwerte der jeweiligen Meilensteine erstellt. Hierfür werden auch die Alben betrachtet, auf denen die Songs zu finden sind. Das soll die möglichen Abweichungen, und damit auch Verfälschungen zu anderen Titeln dieses Zeitraums verringern. Für den zweiten Teil der These wird ein vereinfachtes System zur Objektivierung von Variationen und Songabschnitten erstellt. Anhand der dort erscheinenden, verschwindenden und sich maßgeblich verändernden Elemente wird versucht die Geschehnisse innerhalb der Intros möglichst objektiv festzuhalten und für eine Auswertung aufzubereiten. Des Weiteren werden die Songabschnitte der ersten 30 Sekunden erarbeitet und auch diese Entwicklung festgehalten und überprüft. Grundlage dafür sind Ulrich Kaisers Definitionen zu Pop-/Rockmusikstrukturen. Dafür werden Experten im Bereich der Musikproduktion hinzugezogen. So soll die musikalische Struktur durch eine Analyse der Ereignisse innerhalb der ersten 30 Sekunden festgestellt werden.

Die **zweite** der vier Thesen, die unter „3.2 Entwicklung der pegelbezogenen Eigenschaften“ überprüft wird, ist:

**Intros sind im Laufe der Jahre lauter geworden.**

Diese These wird überprüft, indem Messgrößen der Intros der ausgewählten Tracks zusammengetragen und ausgewertet werden. Diese Messgrößen spiegeln und spiegeln die Lautstärke, Lautheit und Dynamik wider. Unter den Messgrößen befinden sich in dieser Arbeit die Maxima (Peaks und True Peaks), Effektivwerte (RMS), Crest-Faktor-Werte, Dynamic Range-Werte und die Loudness Units, referenced to Full Scale (LUFS). Es werden ausschließlich die ersten 30 Sekunden der Songs ausgewertet, um dem Thema des Streamings gerecht zu werden. Der Grund für die Aufnahme der These in diese Arbeit sind die sogenannten „Loudness Wars“, die in „3.2.1 Der „Loudness War“ und EBU R 128“ thematisiert werden.

Die **dritte** der vier Thesen, die unter „3.3 Entwicklung der Stereobreite von Intros“ überprüft wird, lautet:

**Die Intros von Musik im Zeitalter von Streaming-Plattformen weisen eine zunehmende Stereobreite auf.**

Diese These wird durch das Messen, Zusammenfassen und Vergleichen von Korrelationsgraden und der Lautheit von unkorrelierten Signalanteilen überprüft. Zur Messung der Lautheit der unkorrelierten Signalanteile werden die korrelierten und unkorrelierten Signalanteile voneinander getrennt. Anschließend wird von unkorrelierten Signalanteil die Lautheit separat gemessen. Diese wird im darauffolgenden Schritt mit der Lautheit des Gesamtsignals verglichen.

Die **vierte** und letzte der vier Thesen, die unter „3.4 Entwicklung spektraler Eigenschaften von Intros“ überprüft wird, ist:

**Die Intros von Musik im Zeitalter von Streaming-Plattformen weisen eine veränderte spektrale Gewichtung auf.**

Um diese These überprüfen zu können, werden von den Intros der 35 ausgewählten Tracks jeweils eine Analyse des Frequenz-Spektrums durchgeführt. Gängig bei der Analyse der Frequenz-Spektren sind Echtzeitanalysen, die bspw. während einer Mischung zum Einsatz kommen. Damit werden bspw. unerwünschte Peaks einzelner Frequenzen herausgearbeitet. In diesem Fall wird eine Analyse der ersten 30 Sekunden und deren Frequenzspektren durchgeführt. Ziel davon ist die Erfassung der gesamten spektralen Gewichtung. Damit soll in Erfahrung gebracht werden, ob innerhalb der Intros diesbezüglich eine Entwicklung stattgefunden hat. Die Spektren werden in insgesamt zehn Bänder aufgeteilt, die jeweils einem Oktavband entsprechen, und miteinander verglichen.

### 3. Entwicklung technischer und struktureller Merkmale der Tracks

Die technische Entwicklung von Musik und musikalischen Elementen bis zum dokumentierten Zeitraum dieser Arbeit ist sehr weitreichend und umfassend. Die ersten Aufnahmen von Édouard-Léon Scott de Martinville's „Phonoautographen“ sind im Jahre 1857 entstanden (vgl. Ogorek, o.D.). De Martinville patentierte sein Gerät im selben Jahr (ebd.). Heute sind A/D-gewandelte und manipulierte Mehrspuren-Aufnahmen die Norm. Zwischen diesen Ereignissen hat eine maßgeblichere Entwicklung stattgefunden, als dass diese zur Erarbeitung dieser Arbeit beiträgt. Ebenso sind Strukturen innerhalb musikalischer Stücke kein Novum. So wurde bspw. am 06.10.1600 die, laut Anette Unger (vgl. 2016), erste Oper uraufgeführt, die bereits zu dem Zeitpunkt eine „Wiederbelebung antiker griechischer Musik“ als Ziel haben sollte. Der Fokus des Abschnittes „3.1 Zeitbezogene Entwicklungen von Tracks und Intros“ liegt auf den Strukturen von Pop-Musik des 21. Jahrhunderts. Geschichtliche Einflüsse technischer und künstlerischer Aspekte, die zu diesen Strukturen führten, werden nicht thematisiert.

In diesem Kapitel wird die Erarbeitung der in „2.4 Thesen und deren Überprüfung“ erwähnten Thesen **„Songs beginnen früher und sind insgesamt kürzer geworden.“**, **„Intros sind im Laufe der Jahre lauter geworden.“**, **„Die Intros von Musik im Zeitalter von Streaming-Plattformen weisen eine zunehmende Stereobreite auf.“** und **„Die Intros von Musik im Zeitalter von Streaming-Plattformen weisen eine veränderte spektrale Gewichtung auf.“** thematisiert, überprüft und tiefer beleuchtet.

### 3.1 Zeitbezogene Entwicklungen von Tracks und Intros

In diesem Abschnitt werden die zeitbezogenen Eigenschaften von Songs bzw. deren Intros überprüft. Ziel ist es in Erfahrung zu bringen, ob aktuellere Songs früher beginnen und ob diese kürzer geworden sind. Im ersten Unterabschnitt mit dem Titel „3.1.1 Entwicklung der Songdauer“ wird die Songdauer der ausgewählten Tracks erfasst. Die Songdauer wird im Mittelwert und Median der jeweiligen Meilensteine zusammengetragen und anschließend mit den vorliegenden Werten der anderen Meilensteine verglichen. Zur Erweiterung der Daten werden die Daten der Alben, auf denen die ausgewählten Titel dieser Arbeit veröffentlicht wurden, miteinbezogen. Auch Daten einer Erhebung von Dan Kopf bei „Quartz“ werden betrachtet. Im zweiten Unterabschnitt, „3.1.2 Entwicklung der Songstrukturen in Intros“, wird die Zahl der Variationen innerhalb der ersten 30 Sekunden der Tracks, sowie die Variationsdichte und Songstrukturen überprüft und möglichst objektiviert. Dies geschieht anhand einer im Abschnitt näher ausgeführten Systematik. Hierzu wurden Experten im Bereich der Musikproduktion angefragt und zu ihrer Interpretation der Variationen und Strukturen einiger Songintros befragt. Die gesammelten Eindrücke werden beziffert und damit die entsprechenden Werte des Systems errechnet. Die Ergebnisse werden im Rahmen der Meilensteine, in denen die Songs veröffentlicht wurden, zusammengefasst und ausgewertet.

#### 3.1.1 Entwicklung der Songdauer

*„Popular music is shrinking. From 2013 to 2018, the average song on the Billboard Hot 100 fell from 3 minutes and 50 seconds to about 3 minutes and 30 seconds. Six percent of hit songs were 2 minutes 30 seconds or shorter in 2018, up from just 1% five years before“* (Kopf, 2019). So fasst Dan Kopf die Ergebnisse zusammen, die er in seinem Artikel genauer beschreibt. Die Grafiken im Artikel, die die These des kürzer werdenden Durchschnittssongs stützen, zeigen eindrucksvoll die Entwicklung einiger Alben und deren Songlängen. Diese beschränken sich auf vier Künstler und eine Künstlerin aus dem Genre Hip-Hop und zwei Künstler aus dem Genre Country (vgl. Kopf, 2019). Hinzu kommen weitere Längen- und Zahlenangaben, die einige der dort gezeigten Exempel als valide Beispiele für die zeitliche Entwicklung fragil wirken lassen.

So sind enorme Kürzungen von Tracks erkennbar, die deutlich größer sind als die Gesamtzahl. Ein Beispiel dafür ist die *Abbildung 1*. Die tabellarischen Abbildungen zu anderen Interpreten in Dan Kopfs Artikel, weisen ähnlich starke Schwankungen auf (vgl. Kopf, 2019).

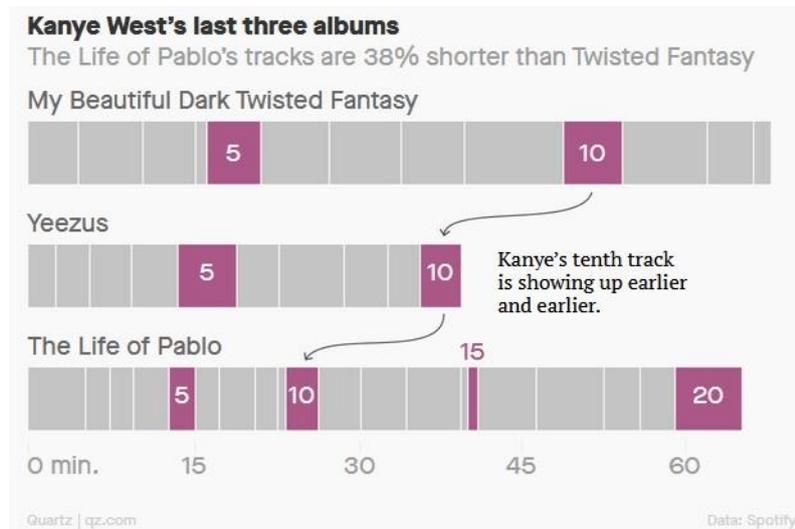


Abbildung 1: Entwicklung von Kanye Wests Songlängen nach Alben, Stand 2018 (Kopf, 2019)

Zu diesen Interpreten gehören Drake, Nicki Minaj und Eric Church (ebd.). Bei ihnen fallen insbesondere die Abweichungen der jeweils zweiten Alben ohne eindeutige Verlängerung der einzelnen Titel auf (ebd.). Des Weiteren sind viele Tracks auf dem Album „The Life of Pablo“, wie bspw. die Tracks neun, 14 und 15 kaum als eigenständige Tracks interpretierbar. Diese enthalten entweder Aufnahmen eines Telefonats oder eine einzelne Strophe (vgl. West, 2016). Außerdem fällt auf, dass die Kürzung von Songs in den Billboard Hot 100 von rund 3:50 auf 3:30 weniger als 10 Prozent beträgt. Dies relativiert nicht den Zusammenhang zwischen den Angaben und den abgebildeten Daten, scheint jedoch die Fälle zu zeigen, durch die eine solche Verkürzung numerisch zunimmt.

Das Genre Country deckt 2018 8,4 Prozent und R&B / Hip-Hop 31,2 Prozent des U.S.-Musikmarktanteils (vgl. Nielsen Music, 2019: 30). Dabei wird nicht zwischen Hip-Hop- und R&B-Daten unterschieden (ebd.). Das Genre Rock hat mit 23,1 Prozent und das Genre Pop mit 15,1 Prozent einen nennenswerten Anteil am amerikanischen Musikmarkt erwirtschafteten (ebd.). Abgesehen von diesen Zahlen, sprechen 2018 internationale Daten einer repräsentativen Umfrage stärker für Pop- und Rockmusik (vgl. Richter, 2018).

Die für diese Arbeit durchgeführte Erhebung und Rechnung ausgewählter Tracks deckt einen Teil dieser Genres ab. Allerdings in erster Linie das Genre Pop und einen Teil der dafür relevanten Interpreten. Der erste ausgewählte Zeitraum beginnt, je nach Quelle, im Jahr 1997 bzw. im Jahr 1998 und der letzte Zeitraum deckt das Jahr 2019 ab.

Wie in Abschnitt „2.2 Ausgewählte Zeiträume und Meilensteine“ erwähnt, decken die Meilensteine die Zeiträume wie folgt ab: 1 – 1997 bzw. 1998 bis 2000, 2 – 2005 & 2006, 3 – 2009 & 2010, 4 – 2012 & 2013, 5 – 2015, 6 – 2017 und 7 – 2019. Jeder Wert basiert auf den fünf Zeitwerten der für den Zeitraum ausgewählten Tracks. In der *Abbildung 2* wurden die jeweiligen Mittelwerte und Mediane der Titel nach Meilenstein zusammengetragen.

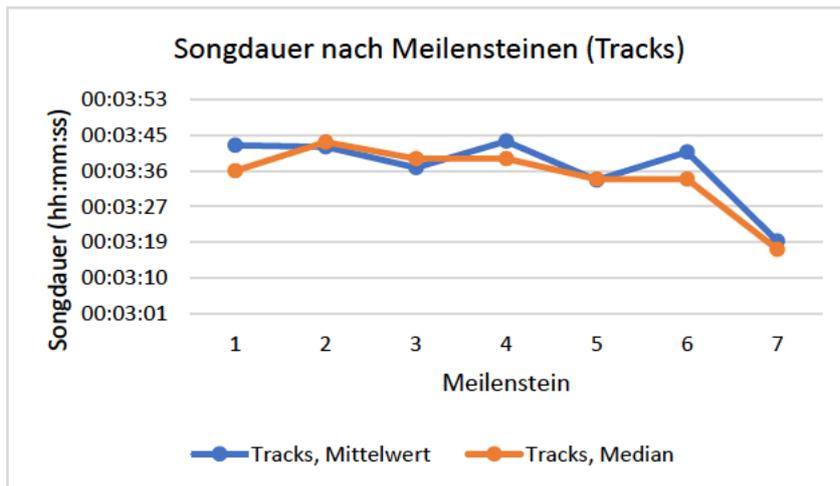


Abbildung 2: *Songdauer nach Meilensteinen (Tracks)* (Anhang 1.3)

Die Zahlen der Graphen unterschreiten der Aussage von Kopf (vgl. 2019), dass sich die Songdauer 2013 im Bereich 3:50 befinde. Mit 3:39 im Median und 3:43 im Mittelwert liegt der Wert unter den von Dan Kopf (vgl. 2019) angegebenen 3:50. Damit weicht der Wert der gemessenen Titel mit sieben bzw. elf Sekunden von Kopfs angegebenem Wert ab. Die Schwankungen im Bereich 2015 und 2017 ähneln den Schwankungen auf den Grafiken in Dan Kopfs Artikel. Die Graphen wirken im Median wie eine konstante Entwicklung in Richtung kürzerer Tracks, der Mittelwert schwankt. Dieser lässt an Meilenstein 4 ein Muster erahnen, reich aber nicht aus, um eine nachvollziehbare Entwicklung zu stützen. In Meilenstein 7 lässt sich ein Sprung erkennen, sowie beim Mittelwert als auch beim Median. Mit einem Mittelwert von 3:19 und einem Median von 3:17 wird der von Kopf angegebene Wert von etwa 3:30 mit elf und mit 13 Sekunden unterschritten. Allerdings ist dadurch, dass es sich um Werte von Veröffentlichungen im Jahr 2019 handelt, ist ein solcher Vergleich unpassend. Die Entwicklung von Meilenstein 6, über den Wert von Dan Kopf, auf Meilenstein 7 lässt die Interpretation einer Entwicklung mit linearem Verhalten zu.

Problematisch bei der *Abbildung 2* ist, dass es sich bei den Meilensteinen um je fünf Titel pro Zeitraum handelt. Dadurch sind die Daten eher beispielhaft als repräsentativ. Um ein

repräsentativeres Ergebnis zu erhalten, wurden für diesen Abschnitt Daten der Alben erhoben und errechnet, auf denen die ausgewählten Titel vertreten sind.

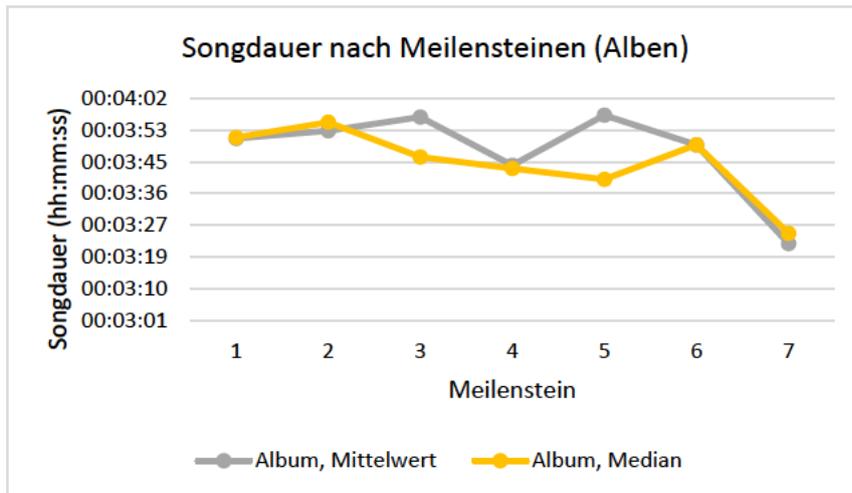


Abbildung 3: Songdauer nach Meilensteinen (Alben) (Anhang 1.3)

Die Werte für *Abbildung 3* stellen sich wie folgt zusammen: Die Gesamtdauer der Alben wurde mit der jeweiligen Anzahl der Titel des Albums dividiert. So wurden durchschnittliche Zeitwerte der jeweiligen Alben errechnet. Aus diesen Werten wurden anschließend jeweils der Median und der Mittelwert eines Meilensteins ermittelt. Beim 1. und beim 3. Meilenstein waren mit „That’s The Way It Is“ von Céline Dion und „If I Had You“ von Adam Lambert jeweils eine Single, die in die Rechnung miteinbezogen wurde. Diese wurden mit ihrer Songdauer als durchschnittliche Albumdauer involviert. Des Weiteren mangelte es im 6. Meilenstein an Referenztracks, wodurch mit „Chained to the Rhythm“ und „End Game“ zwei Titel vertreten waren, die von denselben Alben stammen wie zwei andere Titel in diesem Zeitraum. Die Alben wurden weiterhin als ein Wert betrachtet. Damit standen für die Rechnung, im Gegensatz zu anderen Zeiträumen, nur drei Werte zur Verfügung.

In *Abbildung 3* lässt sich beim Vergleich zu den Werten in *Abbildung 2* eine Abweichung erkennen. Bei den Mittelwerten aller Meilensteine außer dem 4. Meilenstein, verhalten sich die Werte der Alben entgegen den Titeln, an denen Max Martin beteiligt war. In *Abbildung 2* ist der 4. Meilenstein mit 3:43 der Höchstwert unter den Mittelwerten, während dieser in *Abbildung 3* mit 3:44 den zweitniedrigsten gibt. Wie auch in der tabellarischen Zusammenfassung der Zeitwerte erkennbar (siehe Anhang 1.1), übersteigen alle Zeitwerte der Alben die der einzelnen Tracks. Dies gilt beim Mittelwert und beim Median. In beiden Abbildungen fallen die Werte zum 7. Meilenstein ähnlich stark ab. Die kleinste Minderung beim 7. Meilenstein

beträgt dabei 17 Sekunden beim Median der Tracks, die höchste 27 Sekunden beim Mittelwert der Alben.

„Alle sieben Sekunden, sagt Martin, braucht ein Lied [...] eine Überraschung, einen Knalleffekt“ (Balzter, 2016). Max Martin gibt laut Balzter somit einen Hinweis darauf, weshalb seine Musik kompakter ist. Obwohl die Titel bereits zur Jahrtausendwende ähnliche Längen aufwiesen wie Titel folgender Meilensteine, kürzten sich diese scheinbar zu Gunsten des voranschreitenden Trends kürzerer Titel (siehe Abbildung 4).

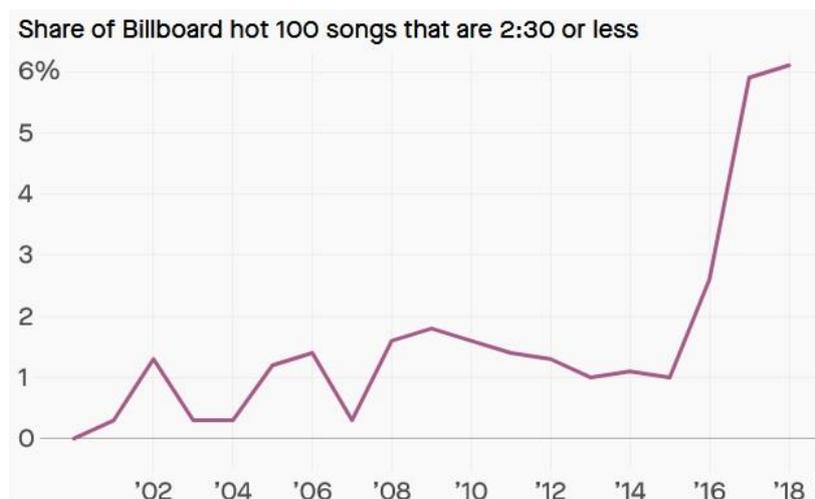


Abbildung 4: Prozentualer Anteil von Songs mit einer maximalen Dauer von 2:30 in den Billboard hot 100. Zeitraum: 2000 bis 2018 (Kopf, 2019)

„Why are songs getting so much shorter? Streaming is one the most likely culprits [...], [T]here has never been this kind of financial incentive to make shorter songs,“ tweeted Mark Richardson, the former editor of the music criticism site Pitchfork. *Stuffing more diminutive songs into an album is simply more remunerative than having a bunch of long ones.*“ (Kopf, 2019). Durch den in der Einleitung erwähnten kommerziellen Erfolg von Streamingdiensten sind diese als Argument für kürzer werdende populäre Titel naheliegend. Allerdings gibt es weitere Faktoren, die einen exklusiv-kausalen Zusammenhang zum Streaming unwahrscheinlicher machen könnten. In Dan Kopfs Artikel (2019) wurden zu größeren Teilen Hip-Hop Interpreten als Beispiele genannt. Bei diesen handelte es sich prozentual um Extremfälle, doch der wirtschaftliche Anteil der Genres Hip-Hop/R&B am U.S. Musikmarkt stieg 2016 bis 2020 jährlich an und befindet sich aktuell bei 27.7 Prozent (vgl. Billboard, MRC Data (Nielsen Music), 2022). Die Beliebtheit dieses Musikgenres kann als ein möglicher Faktor angenommen werden.

„[...] in 2018, rap songs have gotten shorter and shorter, ostensibly adapting to the digital platforms on which they are mostly consumed“ (Garvey, 2018). Laut Garvey (vgl. 2018) gab ein Interpret des Genres an, dass der Grund für kürzere Songs die kurze Aufmerksamkeitsspanne seiner Freunde sei. Kurz darauf folgt das Argument, dass Tage zu kurz seien und dass Snapchat und Instagram durch „Stories“ für kürzere Songs verantwortlich seien (ebd.). Veröffentlicht wurde dieser Artikel auf Spotify for Artists und schien zu versuchen der Verantwortlichkeit der Streamingdienste zu widersprechen. „[...] music has always changed with technology. Early phonographs could only hold about two to three minutes of music, so as a result, that was the length of the typical song from the 1920 to 1950s. The introduction of the LP record, and then the tape and the CD, made it possible to have longer songs, with each medium's larger storage capacity. Now in the age of streaming, technology and economics seem to be sending us back towards brevity“ (Kopf, 2019). Kopf (vgl. 2019) hebt damit den naheliegenden Grund für die Verkürzung populärer Musik hervor: Technische Umstände und im Fall der letzten fünf bis sieben Jahre die inzwischen weit verbreiteten Streaming-Plattformen.

### 3.1.2 Entwicklung der Songstrukturen in Intros

#### 1. Erfassung von Songstrukturen und -variationen

Wie im Abschnitt „2.4 Thesen und deren Überprüfung“ beschrieben, behandelt dieser Unterabschnitt die Strukturen von Intros der ausgewählten Titel, indem die darin vorkommenden Elemente und Songabschnitte erarbeitet werden. Zum Teil findet dies anhand von Definitionen von Ulrich Kaiser (vgl. 2011) statt. Diese publizierte Kaiser in der Zeitschrift der Gesellschaft für Musiktheorie unter dem Titel „Babylonian confusion. Zur Terminologie der Formanalyse von Pop- und Rockmusik“. Bereits der Begriff „**Intro**“ widerspricht Kaisers Definition von einem „*einmalig am Anfang eines Songs*“ auftretenden „*Abschnitt[s]*“ (Kaiser, 2011: 57). Im Falle dieser Arbeit und außerhalb dieses Kapitels werden die ersten 30 Sekunden eines Tracks als „Intro“ definiert. Um mögliche Missverständnisse zu vermeiden, wird in diesem Abschnitt fortan zwischen einem „zeitlichen Intro“ und einem „strukturellen Intro“ unterschieden. Dabei entspricht das „strukturelle Intro“ der Definition Kaisers und kann gegebenenfalls auch später in dieser Arbeit Anwendung finden. Des Weiteren wird in Ulrich Kaisers Publikation zwischen den deutschen Begriffen „Strophe/Refrain“ und den englischen Begriffen „Verse/Chorus“ unterschieden. So definiert er die deutschen Begriffe als

textbezogene Begriffe und die englischen Begriffe als Begriffe, die ihren Fokus auf die Musik legen (vgl. Kaiser, 2011: 55). Unter „*Verse*“ und „*Chorus*“ verstehen sich im Detail laut Kaiser (2011: 55) „*musikalische Abschnitte, die in einem Song mehrfach wiederkehren*“. Zu den Begriffen „*Strophe*“ und „*Refrain*“ schreibt er: „*Als ›Strophe‹ werden verschiedene, in Länge, Syntax, Reimschema etc. korrespondierende Einheiten eines Songtextes bezeichnet. Mit ›Refrain‹ wird dagegen ein Textabschnitt benannt, der im Songverlauf unverändert bzw. nahezu unverändert wiederkehrt und der vom Umfang her ein Gegengewicht zu den Strophen bildet*“ (ebd.). Der Einfachheit und Überschaubarkeit halber werden die Begriffe „*Strophe*“ und „*Verse*“ in dieser Arbeit als „**Verse**“ zusammengefasst. Darin mögliche vorkommende „*Refrainzeilen*“ bzw. „*Headlines*“, also sich wiederholende einzelne Zeilen am Ende einer Strophe (vgl. Kaiser, 2011: 55), werden als Teil dieser „*Verses*“ betrachtet. Ebenso werden die Begriffe „*Refrain*“ und „*Chorus*“ der Einfachheit halber als „**Chorus**“ zusammengefasst. Weitere für die Arbeit relevante Definitionen von Songabschnitten sind: „**Bridge**“, welche Kaiser (2011: 65) als „*ein Formteil, der kontrastierend, aber nicht steigernd wirkt*“ definiert. Der „**Prechorus**“, dessen Charakteristiken laut Kaiser (2011: 72) „*ein harmonischer Kontrast zum Verse und eine Harmonik die spannungssteigernd wirkt und den Chorus vorbereitet*“ sind. Des Weiteren die „**Transitional Bridge**“, die „*wie der Prechorus einen neuen Formabschnitt*“ vorbereitet „*und [...] ebenfalls spannungssteigernde Funktion*“ hat (Kaiser, 2011: 72) und das „**Interlude**“. „*Das ›Interlude‹ ist ein Abschnitt zwischen den Hauptbestandteilen eines Songs (Verse, Chorus, Bridge etc.), der musikalische Bezüge zum Intro oder auch Outro aufweisen kann und sich nicht als Erweiterung interpretieren lässt. Ein Interlude hat gegenüber dem Prechorus und der Transitional Bridge tendenziell einen entspannten Charakter*“ (Kaiser, 2011: 71).

Zum anderen soll mit den Variationen der ausgewählten Songs gearbeitet werden. „*Variation ist eine Kompositionstechnik, die ein Thema melodisch, harmonisch, rhythmisch oder dynamisch verändert. Verändert werden können demzufolge Tempo, Dynamik, Artikulation, Tonart, Tongeschlecht, Melodie, Rhythmus, Begleitung, Harmonik und Klangfarbe*“ (Feile, o.D.). In den Pop- und Pop/Rock-Produktionen von Max Martin und anderer Produzenten dieser Genres existieren die Variations-Bereiche „*Dynamik*“ und „*Tempo*“ kaum. Da es sich bei Popmusik tendenziell um ein inhaltlich unterkomplexes Genre mit repetitiven Elementen handelt, ließ sich für die zeitlichen Intros ein System zur Erfassung und Gewichtung der darin stattfindenden Variationen gut erarbeiten. So konnten die zeitlichen Intros der ausgewählten Titel nach den folgenden Kriterien bewertet werden:

**1. Die Anzahl der Variationen.** Hierbei handelt es sich um Abschnitte, in denen ein neues oder mehrere neue, wahrnehmbare Elemente hinzukommen, sich maßgeblich verändern oder „verschwinden“. Als wahrnehmbares Element werden musikalische Instrumente oder ähnliches geltend gemacht, die als eigenständiges Element erkennbar sind. Als maßgeblich veränderndes Element gilt jedes vorhandene Element, welches sich in seiner zweckmäßigen Funktion oder rhythmischen Struktur verändert (bspw. ein Schlagzeug, welches den Rhythmus oder die Spielweise für einen Aufbau wechselt). Der Einsatz von „ear candy“-Elementen wie „Risern“ und ähnlichen Aufbauelementen, oder Breaks innerhalb einer gleichbleibenden Struktur werden nicht als weitere Variation gezählt. Ähnlich wird der Einsatz solcher Elemente zu einer Art „foreshadowing“ kommender Variationen gehandhabt.

**2. Das „Maß“ der Variationen.** Hierbei soll das Gewicht der Variationen möglichst objektiviert werden. So soll bspw. das „Auftauchen“ oder „Verschwinden“ von Elementen mit dem Faktor 2 multipliziert werden. Eine „maßgebliche Veränderung“ eines Elements behält dagegen den Faktor 1. Elemente, die keine tragende Funktion beinhalten, werden nicht hinzugezählt. Zu der letzten Art von Elementen zählen „ear candy“-Elemente, also bspw. Soundeffekte wie „Riser“, die gelegentlich onomatopoetisch als „Whooshes“ bezeichnet und kategorisiert werden (vgl. Artlist o.D.). Grund dafür ist, dass solche Elemente meist kurzweilig sind und unterschwellig andere Elemente abrunden sollen. Ausnahmen hiervon wären zum Beispiel das strukturelle Intro von „Oops!...I Did It Again“ von Britney Spears, welches nahezu ausschließlich aus einer Mischung aus vokalen und instrumentalen Soundeffekten besteht. Diese Soundeffekte werden in dieser Form als „Soundeffekt“-Element zusammengefasst. Nach dem Zusammenfassen durch Addition der Faktoren ergibt sich das Maß des jeweiligen zeitlichen Intros.

**3. Die effektive Variation.** Durch das Errechnen des Mittelwertes, indem das „Maß“ der Variationen durch die Anzahl der Variationen dividiert wird, soll sich ein Referenzwert bilden. Dieser dient dazu mögliche Unterschiede zwischen den Zeiträumen besser veranschaulichen lassen zu können. Das „Maß“ einer Variation kann per Definition nie weniger als „1“ betragen. Damit wurde eine anfängliche Idee redundant, nach der Effektivität per quadratisches Mittel berechnet werden würde. Das sollte dem „Maß“ der Variationen eine größere Gewichtung zu geben.

**4. Die Anzahl der Elemente, mit denen der Track beginnt.** Die ersten 3 Sekunden eines Songs werden separat gezählt. Der Grund dafür ist, dass die Zählung einer Variation von „keinem Element“ zu einer beliebigen Menge von Elementen zu Verfälschungen führen kann.

Im Gegensatz zu neu erscheinenden Elementen nach dem „Maß der Variationen“, entspricht jedes einzelne Element der Menge 1. So lässt sich ein besserer Überblick über die bereits erarbeiteten Elemente schaffen.

**5. Die Anzahl von Songabschnitten.** Variationen innerhalb eines Songs betonen nicht zwangsläufig verschiedene Songabschnitte. So wird damit die Anzahl der Songabschnitte nach den teilweise vereinfachten Definitionen von Ulrich Kaiser notiert und zusammengefasst. Anschließend werden die zusammengefassten Zahlen ebenfalls verglichen.

Die Ergebnisse der fünf Kriterien wurden zusammen mit angefragten Experten im Bereich der Musikproduktion erarbeitet und ausdiskutiert. Vor den Gesprächen mit den Experten wurden Seitens des Autors bereits Interpretationen der Ergebnisse zusammengetragen. Während dieses Prozesses wurden bereits einige Schwächen des Systems ausgearbeitet und die vorhandenen Kriterien feinjustiert. Nach Beendigung der eigenen Interpretation wurden die Experten angefragt, von denen sich einige meldeten und bereit erklärten ihren Standpunkt zu den Songintros (zeitliche Intros) anhand des Systems darzulegen. Bei den ersten Gesprächen mit den Experten ergaben sich ebenfalls einige Gespräche, die zur Reife des Systems beigetragen haben, allerdings im Rahmen der Ergebnisse blieben.

Es wurde die Entscheidung getroffen, mit Experten und ihrer Erfahrung im Bereich der Musikproduktion zu arbeiten. Der Grund dafür ist, dass in den meisten Fällen die Intros technisch nicht auf ihre Grundbausteine runtergebrochen werden können. Die Experten nahmen sich jeweils etwa eine Stunde Zeit und interpretierten die Eigenschaften und Elemente von mindestens vier der ausgewählten, von Max Martin produzierten Songs. Durch die Aufteilung auf mehrere Experten ließen sich verschiedene Eindrücke einfangen, die zu ähnlich verarbeitbaren Ergebnissen führten.

Zu den beteiligten Experten zählten:

**Bruno Bröcker**, der unter dem Pseudonym „Qoiet“ seine Musik produziert, veröffentlicht und auf internationalen Bühnen präsentiert. *„Germany-based producer [...] Qoiet, began releasing dark electronic dance music in 2016. The titles of his early releases — ‚Inquisition‘, ‚Gehenna‘, etc. — hint at Brocker’s [sic!] musical career before he stepped into electronic music. Brocker [sic!] played drums in extreme metal bands throughout his adolescence, and lovingly included influences from evil rock into his music (Schafer, 2019).*

**Alexander Lübbe**, der seit 2015 in Hamburg als Freelancer im Bereich Musikproduktion, Mixing und Mastering tätig ist (vgl. Olloaudio, o.D.). Zu seinen Referenzen in diesen Bereichen

gehören 64 auf Spotify veröffentlichte Tracks, unter denen sich Künstler wie „NORDN“, „Disarstar“, „Mistasy und „Sons of Leaves“ befinden (vgl. Mukken, o.D.).

**Markus Baier**, betreibt aktuell das Juniton Tonstudio in Hamburg. Baier war als Sänger, Songwriter und Instrumentalist in der Band „Doc Vox“ tätig (vgl. Discogs, o.D.), die in den Jahren 1993 bis 2000 vier Alben veröffentlichte (vgl. Doc Vox, o.D.). Eines der Alben veröffentlichte die Band über einen unterschrieben „Major-Deal“ bei EMI. Des Weiteren war die Band auf namhaften Musik-Compilations vertreten (ebd.). Aktuell arbeitet Baier bspw. an Songs für Dennis und Jesko, die Songs für die Formate WUMMS und extra 3 schreiben (vgl. WUMMS, 2022; vgl. Dennis und Jesko, 2022). Außerdem hat Baier ein Psychologie- und Musik-Studium in Heidelberg absolviert und ist Diplom-Musiktherapeut.

**Thomas Hannes**, ein Musiker, Tontechniker und Produzent, der in dieses Jahr (2022) aus Duisburg nach Hamburg gezogen ist und dort das Tonstudio „Tresorfabrik“ verließ (vgl. Mallmann, 2021). Hannes war laut Discogs-Einträgen (vgl. o.D.a) seit 1998 an 61 Produktionen unter anderem als Techniker, Instrumentalist und Produzent tätig, die von Discogs zu 431 kaufbaren Titeln verwiesen werden. Unter seinen Referenzen befinden sich unter anderem Interpreten wie „Kapelle Petra“, „Rakede“, „Michael Kunze und Dieter Falk“ und „Diary of Dreams“ (ebd.).

**Marcel Etterer**, ein seit 2009 aktiver Produzent, Songwriter und Hip-Hop-Musiker, der aktuell als hauptberuflicher Audio-Engineer ein Tonstudio in Rosenheim bei München betreibt (vgl. Etterer, o.D.). Unter dem Pseudonym „FEAR“ erlangte Etterer durch die Teilnahme an Video-Rap-Battle-Turnieren Bekanntheit und erarbeitete und veröffentlichte infolgedessen gemeinsam mit dem Rapper „Aytee“ das Album „Paragraph84“, welches den 19. Platz der offiziellen deutschen Charts erreichte (vgl. Etterer, o.D.; vgl. Brendel, o.D.). Zu Etterers bekanntesten Referenzen zählen die Rapper „Aytee“, „Green“ und „EPIC“ (vgl. Etterer, o.D.; vgl. Brendel, o.D.).

**Robin Schacht**, folgt seit 2005 seiner Affinität für digitales Sound Design und Musikproduktionen (vgl. Schacht, o.D.). Schacht studiert ein durch ein Stipendium gefördertes Audio Design-Studium in Berlin und ist seitdem als Freelancer in den Bereichen Musik und Sound Design tätig (vgl. Schacht, o.D.a). Unter seinen Referenzen befinden sich u.a. die Telekom, die BMW Foundation und mehrere Arbeiten bei Triad (vgl. Crew United, o.D.; vgl. Schacht, 2018).

## 2. Die Ergebnisse

Das Erfassen der Ergebnisse erwies sich bei Titeln als schwierig, die komplexere Strukturen aufwiesen. So schien bspw. die Erfassung der Elemente im Song „That’s The Way It Is“ von Céline Dion schwieriger. Ein möglicher Grund dafür ist, dass das strukturelle Intro von „That’s The Way It Is“ balladenhafte Züge aufweist und später zu Strukturen wechselt, die sich charakteristisch in die übrigen Titel des 1. Meilensteins einfügen. Auffällig dabei sind die komplexeren Verteilungen von Songabschnitten im gesamten 1. Meilenstein im Vergleich zu den einfacheren Verteilungen der folgenden Meilensteine (siehe Anhang 1.2).

In *Abbildung 5* ist die stetige Minderung des Mittelwertes der Variationen vom 1. bis zum 5. Meilenstein auffällig. Auch fällt die darauffolgende Steigerung auf, die vom 6. auf den 7. Meilenstein sehr drastisch erscheint. Der Verlauf der *Abbildung 5* weist dabei Ähnlichkeiten zum Verlauf der globalen Umsätze der Musikindustrie auf (*Abbildung 6*).

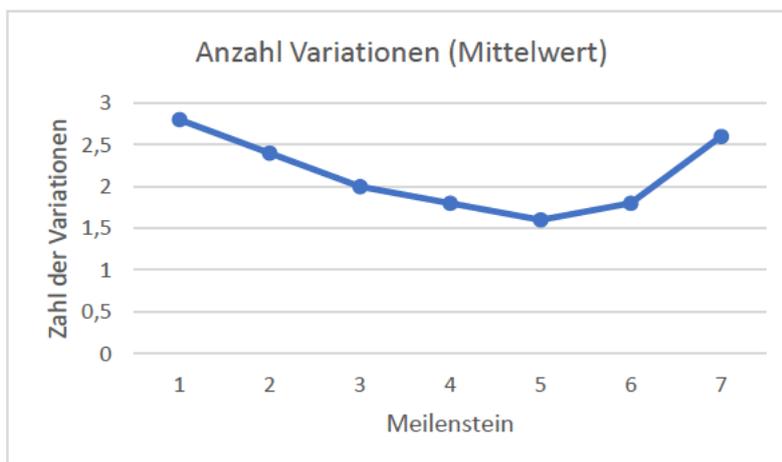


Abbildung 5: Durchschnittliche Anzahl Variationen pro Meilenstein (vgl. Anhang 1.2)

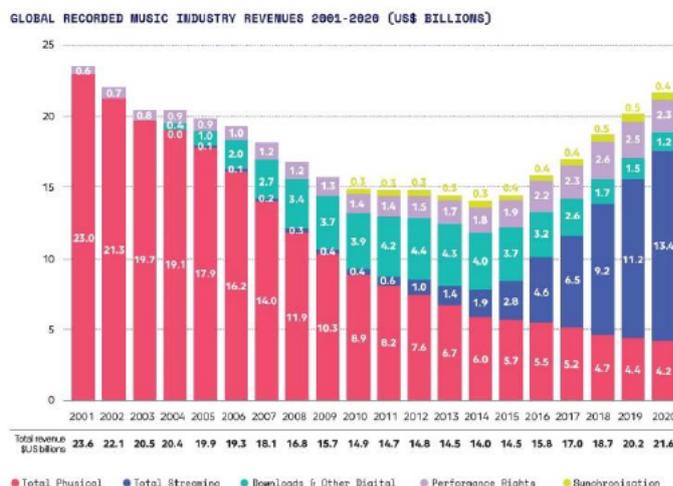


Abbildung 6: Globale Umsätze der Musikindustrie 2001 bis 2020 (ifpi, 2021: 11)

Zur Feststellung einer tatsächlichen Kausalität oder teilweisen Korrelation fehlen weitere Messungen ähnlich erfolgreicher Songs. Ein Zusammenhang zwischen einem höheren produktionstechnischen Aufwand und den (vorher) erzeugten und reinvestierten Umsätzen wäre naheliegend. Ein ähnliches, jedoch weniger vergleichbares Verhalten weist auch das „Maß der Variation“ auf: So hat das „Maß“ des 1. Meilensteins im Durchschnitt den höchsten Wert aller Meilensteine. Darin befinden sich die drei höchsten Werte aller ausgewählten Titel (vgl. Anhang 1.2) (Abbildung 7).

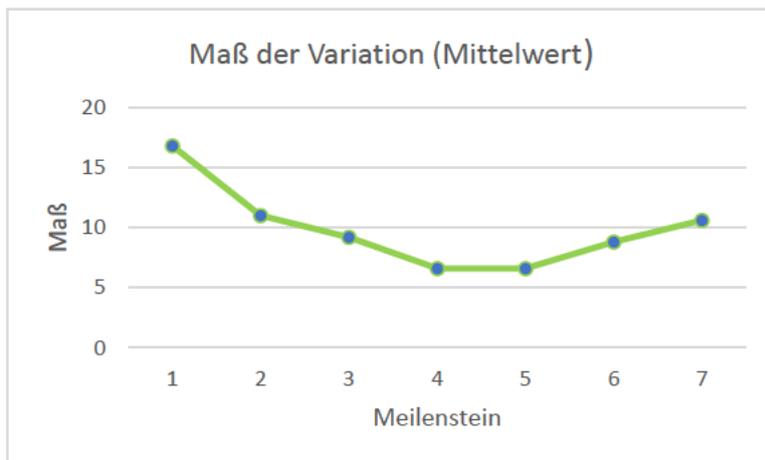


Abbildung 7: Durchschnittliches Maß der Variation pro Meilenstein (vgl. Anhang 1.2)

Trotz des vierthöchsten Wertes im siebten Meilenstein, bleibt das „Maß“ im siebten Meilenstein, im Vergleich zu den durchschnittlichen Variationswerten in *Abbildung 5*, unauffällig (vgl. Anhang 1.2). Die Tendenz dazu, dass mehr Variationen in einem Song zu einem höheren Maß führen, ist gegeben. Für die Bewertung, wie ausgiebig diese Tendenz ist, wurde die „effektive Variation“ berechnet:

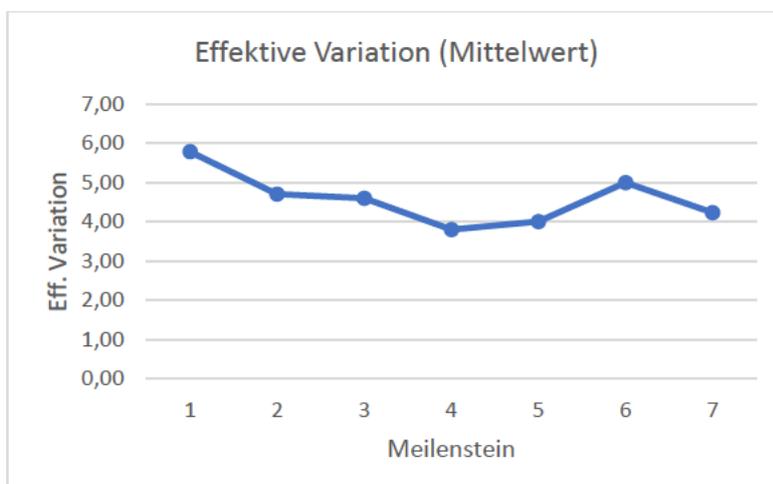


Abbildung 8: Durchschnittliche effektive Variation pro Meilenstein (vgl. Anhang 1.2)

Zu erkennen ist in *Abbildung 8*, dass erneut die Meilensteine 4 und 5 die niedrigsten Werte, laut dieser Art der Erfassung die „ineffektivsten“ Variations-Werte vorweisen. Auffällig dabei ist die Effektivität der Variationen bei Meilenstein 7. Diese geben nach Meilenstein 4 und 5 den drittniedrigsten Wert, trotz höherer durchschnittlicher Variation. Grund dafür kann der Minimalismus der darin vorkommenden Titel sein. Denn obwohl die Anzahl der Variationen hoch ist, scheint bezüglich der Elemente strukturell weniger zu geschehen als bei anderen Meilensteinen. Mit einem Unterschied von 3,8 im niedrigsten Wert und 5,78 im höchsten Wert, liegt etwa ein Element an Unterschied zwischen den durchschnittlichen Meilensteinwerten. Das hat damit mehr Ähnlichkeit mit einer Schwankung als einer eindeutigen Entwicklung.

Eindeutig ist, dass es eine Veränderung in der Produktionsweise zu geben schien: Beim Betrachten der Songabschnitte bauen diese nach den Titeln im und vor dem Jahr 2000 strukturell stark ab (vgl. Anhang 1.2). So ist der Chorus im ersten Meilenstein noch in vier von fünf Titeln in instrumentaler oder minimierter Form vertreten, in den darauffolgenden Meilensteinen befinden sich nur zwei Meilensteine, in denen Chorus-Elemente aufzufinden sind. Der erste Meilenstein ist der Meilenstein 4, in dem der Song „One More Night“ von Maroon 5 Chorus-Elemente im strukturellen Intro aufweist. Der zweite Meilenstein ist der Meilenstein 7, in dem die Songs „Beautiful People“ von Ed Sheeran und „Blinding Lights“ von The Weeknd minimiert den später spielenden Chorus andeuten (vgl. Anhang 1.2). Insgesamt bestehen 22 zeitliche Intros der ausgewählten Tracks ausschließlich aus den Songabschnitten „Intro“ und „Verse“. Bei sechs weiteren kommen neben diesen Songabschnitten je eine „Bridge“ oder ein „Prechorus“ hinzu (vgl. Anhang 1.2). Passend zu der Verteilung von Abschnitten bildet *Abbildung 9* das Diagramm zur Anzahl von Songabschnitten nach Meilenstein ab:

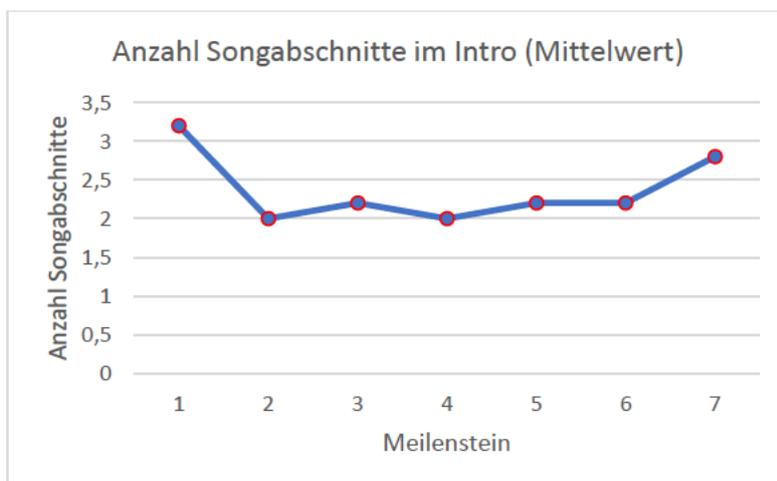


Abbildung 9: Anzahl von Songabschnitten im Intro nach Meilenstein (vgl. Anhang 1.2)

Mit durchschnittlich 3,2 Songabschnitten im ersten Meilenstein ist vor der Jahrtausendwende der Höchstwert und damit der strukturell abwechslungsreichste Zeitraum des fünften Kriteriums. Zwischen dem zweiten und dem sechsten Meilenstein fiel kaum Veränderung auf. Erfasst wurde ein Wechsel zwischen zwei Songabschnitten je Meilenstein und 2,2 Songabschnitten je Meilenstein. Erst zum siebten Meilenstein scheint sich strukturell mit durchschnittlich 2,8 Songabschnitten eine Änderung hervorzuheben. Träger dieses erhöhten Wertes ist The Weeknd mit „Blinding Lights“ und insgesamt 4 Songabschnitten. Auch Ed Sheerans Song „Beautiful People“ scheint Strukturen aufzugreifen, die sonst nur Maroon 5 im vierten Meilenstein und die Backstreet Boys im ersten Meilenstein auf nutzten. Die Daten des siebten Meilensteins lassen, mit seichtem Optimismus, eine Erholung der Pop-Musikproduktionen erahnen.

## 3.2 Entwicklung der pegelbezogenen Eigenschaften

Dieser Abschnitt thematisiert die Bearbeitung der These „**Intros sind im Laufe der Jahre lauter geworden**“. Dafür werden die Maxima (Peak und True Peak), RMS-, Crest-Faktor-, Dynamic Range- und LUFS-Werte der Intros gemessen bzw. errechnet und gegenübergestellt. Für die Messung der meisten Messgrößen wurde das TBProAudio VST-Plug-In „dpMeter5“ (vgl. TBProAudio, o.D.) verwendet, für die Messung der Dynamic Range-Werte das „Dynamic Range Meter 1.1.1“ Plug-In für Audio-Wiedergabe-Software „foobar2000“. Der Crest-Faktor wurde aus den gemessenen RMS- und Peak-Werten errechnet.

Zur besseren Nachvollziehbarkeit der gewählten Messgrößen werden im Abschnitt 3.2.1 der „Loudness War“ und die EBU R 128 Rundfunk-Lautheitsnorm der EBU behandelt.

### 3.2.1 Der „Loudness War“ und EBU R 128

Im November 2010 hielt Earl Vickers einen Vortrag auf der 129. AES Convention, welcher den Titel „The Loudness War: Background, Speculation, and Recommendations“ trägt (vgl. AES, 2010). Dieser Vortrag thematisiert die durch „*Effekte von Klangbearbeitung, Hyper-Kompression, Limiting und [...] Übersteuerung*“ lauter werdende Aufnahmen, die lauter erscheinen als andere Aufnahmen mit gleichem Spitzenpegel (vgl. Tischmeyer, 2010: 0:19-0:37). Grund für diesen „Krieg“ soll der Glaube sein, dass „lauter“ besser sei, weswegen immer mehr Lautheit in Aufnahmen „gepresst“ werden würde (vgl. Vickers, 2010: 1).

Im dazugehörigen Paper der AES verwies Vickers (vgl. 2010: 4) auf RMS-Messungen von Bob Katz, die eine starke Minderung des Effektivwertes von populärer Musik zwischen den Jahren 1980 und 2000 aufwiesen. Des Weiteren verwies Vickers (ebd.) auf einen Datensatz von „dynamic range“-Messungen der „[...] *Unofficial Dynamic Range Database*“. 1980 ließ sich ein Dynamikumfang von ca. 12,5 dB messen, 2010 verringerte sich dieser auf unter 8 dB.

Vickers‘ (vgl. 2010: 22) Schlussfolgerung ist, dass zwar etwas an der Phrase, dass „lauter“ besser klinge, dran sei, dies aber eine „gewaltige Vereinfachung“ zu sein scheint. „*The industry may have over-extrapolated from studies showing a preference for the louder of two otherwise identical recordings. While listeners do prefer a louder version of the same recording, loudness does not seem to play a significant role when comparing different songs, nor does it appear to be significantly correlated to sales ranking*“ (Vickers, 2010: 22).

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung seiner Arbeit ist der „Loudness War“ auch unter Konsumenten ein bekanntes und leidiges Thema. Ein Beispiel dafür sind Werbeblöcke während einer Kinofilmausstrahlung im Fernsehen (vgl. Boeing/ Reinecke, 2012). Entsprechend folgte mit der EBU R 128-Empfehlung der EBU, welche eine neue Norm für die Pegelmessung im Rundfunk darstellen sollte (vgl. Tischmeyer, o.D.). Dieser folgten zum 1. Januar 2012 erst öffentlich-rechtliche Sender, allerdings sukzessiv auch private Sender mit europäischem Sitz (ebd.). Die R 128 arbeitet mit Algorithmen, die die subjektive Wahrnehmung von Lautstärken besser widerspiegeln sollen als bisherige Methoden mit eher technischem Fokus (ebd.). Zu diesen Algorithmen zählen die in dieser Arbeit einbezogenen LUFS und der True Peak, die in der ITU-R BS.1770-Empfehlung der ITU beschrieben werden und dieser entstammen (EBU: 2020: 3).

Streamingdienste setzen auf eigene Normalisierungsstandards, die sich auf dieselben Normierungen fokussieren wie die EBU R 128. Der Streamingdienst Spotify zum Beispiel verzichtet auf Drittanbietergeräten teilweise auf diese (vgl. Spotify for Artists, o.D.a). Spotify for Artists (o.D.a) kommuniziert ihre Normalisierungen teilweise transparent, Apple (vgl. o.D.) dagegen nennt Normalisierungen und bietet Tools fürs Mastering an, scheint aber auf genauere Einblicke zu verzichten. Trotz dieser plattforminternen Ungenauigkeit beziehen sich beide Dienste, ähnlich wie die EBU, auf die BS.1770-Empfehlung des ITU (vgl. Spotify for Artists, o.D.a; vgl. Apple o.D.).

Die Anwendung der Messgrößen auf Intros zielt darauf ab herauszufinden, ob sich die Musik weiter in Richtung der Intros verlagert hat. Im übertragenen Sinne also, ob Intros „lauter“ geworden sind.

### 3.2.2 Peak, RMS, Crest-Faktor und Dynamic Range

Dieser Unterabschnitt umfasst alle Messgrößen dieser Arbeit, die bereits vor Veröffentlichung bzw. vor dem Einsatz der EBU R 128-Empfehlung Anwendungen gefunden haben. Ein Unterschied zu den im Unterabschnitt „3.2.3 True Peak und LUFS“ thematisierten Messgrößen ist, dass die Erfassung dieser ohne den Einsatz komplexer Algorithmen erfolgen kann. Ihr Anwendungsbereich umfasst nicht explizit den Einsatz in der Audiotechnik.

#### **Peak (Spitzenpegel)**

Beim sogenannten „*Peak*“, zu Deutsch: „*Spitze*“, „*Gipfel*“ (vgl. Pons, o.D.), handelt es sich um den höchsten Amplitudenausschlag bzw. um die höchste Aussteuerung eines digitalen

Audiosignals in Dezibel (vgl. Tischmeyer, o.D.a). Im dpMeter5 wird der maximale bisher gemessene Wert der Laufzeit, oder der aktuelle Wert angezeigt, vorausgesetzt dieser übersteigt den bisher höchsten Wert (siehe Anhang 2). Dadurch, dass es sich um Werte von finalen Songs handelt, die den Mastering-Prozess durchlaufen haben, sind die Peaks mit Werten zwischen -1,2 dBFS und 0 dBFS unauffällig (siehe Anhang 1.3). Die Aufnahme der Peaks wirkt damit redundant, ist aber für die Berechnung des Crest-Faktors notwendig.

### **RMS (Root Mean Square)**

Beim Root Mean Square, zu Deutsch „quadratisches Mittel“, handelt es sich um den Effektivwert eines Stromes (vgl. Hochschule Karlsruhe, o.D.), oder anderen Wertes. Dieser lässt sich auf die Audiotechnik als der Effektivwert der Aussteuerungen eines Signals übertragen. *„Die Berechnungsvorschrift ist [...] folgendermaßen: man quadriert den periodischen Strom, bildet den Mittelwert und zieht anschließend die Wurzel“* (Hochschule Karlsruhe, o.D.). Laut Wettstein (2019) ist RMS die *„Einheit der mathematischen Durchschnittslautstärke. Es wird zur Messung der mittleren Lautheit eingesetzt, z.B. bei Kompressoren und Bandmaschinen, teilweise auch bei Mischpulten und Analyser. RMS ist der Einheit LUFS nicht unähnlich. Da sie aber rein rechnerisch ermittelt wird, entspricht sie nicht genau der gefühlten Lautstärke.“*

Im Fall des VSTs dpMeter5 existieren drei Werte: RMS, RMS-M und RMS-I. Diese drei sind voneinander abhängig. Den ersten und nicht angezeigten Wert beschreibt TBProAudio (siehe Anhang 2) wie folgt: *„Der RMS Wert ist die Summe der aktuellen digitale [sic!] Signalwerte zum Quadrat für alle aktiven Kanäle (1=Mono, 2=Stereo usw).“* Der RMS-M-Wert, welcher in der Software unter „RMS Momentary“ angezeigt wird, *„ist der gleitende Durchschnitt aller RMS Werte innerhalb des definierten Zeitfensters (RMSWindow)“* (TBProAudio, Anhang 2).

Dafür wurde das Zeitfenster „50 ms“ gewählt, was einem Frequenzwert von 20 Hz entspricht. Im Verweis auf Guttman, Julesz und Buck bezeichnet Weinzierl (2008) den Bereich zwischen 15 Hz und 20 Hz als den, in dem *„körperlich empfundene Vibrationen [...] allmählich in eine Tonhöhenempfindung übergehen“*, was als Grundlage für die Wahl des Zeitfensters behandelt wird. Bei RMS-I, beziehungsweise „RMS Integrated“, handelt es sich um den Mittelwert aller RMS-M Werte innerhalb der Laufzeit der Software (vgl. Anhang 2). Dabei handelt es sich um den gemessenen und verwendeten Wert. Dafür wurde in der „Playlist“ der genutzten DAW bei exakt 30 Sekunden ein Marker erstellt, welcher die Wiedergabe des jeweilig aktiven Audios stoppt und die Laufzeit des Plug-Ins beendet (siehe Anhang 3.1). Um Überschneidungen der gemessenen Werte und Verfälschung der Werte zu vermeiden, wurden die Daten im dpMeter5

nach jeder Messung zurückgesetzt (siehe Anhang 3.2). Dieser Vorgang fand bei allen Messungen des dpMeter5 statt und wurde bei Unsicherheit wiederholt.

Earl Vickers (vgl. 2010: 4) zitierte in seinem AES-Vortrag gesammelte RMS-Daten von Bob Katz, die von 1980 bis ins Jahr 2000 einen Anstieg zeigen. Dieser Anstieg verlief von 1980 mit -20 dB bis 2000 mit ca. -3 dB RMS (ebd.). Die Intros schienen dem nicht derart ausgesetzt worden zu sein, da bspw. zur Jahrtausendwende ein dB-Unterschied von etwa 9 dB zu gesamten Titeln besteht (siehe Abbildung 10).

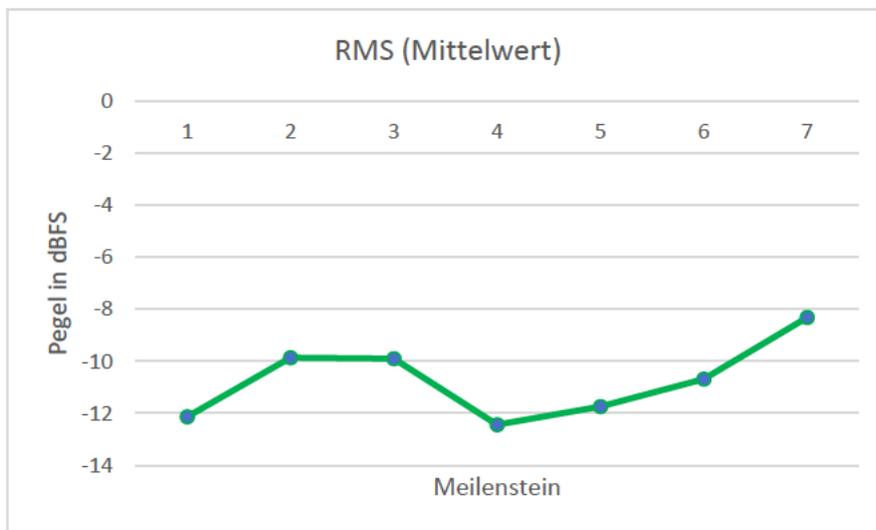


Abbildung 10: Mittelwerte der RMS-Werte der Intros ausgewählter Tracks (Anhang 1.3)

Trotz dessen hat eine leichte Steigerung von Meilenstein 1 (1998 – 2000) auf Meilenstein 2 (2005 & 2006) und 3 (2009 & 2010) um 2 dB stattgefunden. Auffällig ist die Entwicklung zum und ab dem vierten Meilenstein: 2012 und 2013, die ersten Jahre nach Einführung der EBU R 128 als Empfehlung bzw. als Norm. Die Intros wiesen in diesem Zeitraum den geringsten Effektivwert der Messung auf. Dieser stieg von diesem Zeitpunkt wieder kontinuierlich an und erreichte zur Messung des siebten Meilensteins den Höchstwert, welcher -8,32 dBFS beträgt. Numerisch betrachtet scheint sich das Lauterwerden der Intros, und somit die These dieses Abschnittes, zu bestätigen. Zur sicheren Bestätigung der These werden auch die anderen Messgrößen betrachtet.

### **Crest-Faktor (Scheitelfaktor)**

Aus mathematischer Perspektive handelt es sich beim Crest-Faktor bzw. beim Scheitelfaktor um das logarithmische Verhältnis zwischen der Maximalspannung und dem Effektivwert der Spannung (vgl. Fischer, 2016: 522). Zum Errechnen des Crest-Faktors werden der numerischen Werte des Peaks mit dem numerischen Wert des RMS dividiert und anschließend logarithmiert (ebd.). Die Formel lautet in diesem Fall somit wie folgt:

$$c_f = 20 * \log \left( 10^{\frac{Peak}{20}} / 10^{\frac{RMS}{20}} \right) = Peak - RMS$$

Nach der Rechnung unterscheiden sich die Scheitelfaktoren fast nur bezüglich des Vorzeichens gegenüber den RMS-Werten. Das liegt an der digitalen Aussteuerung der Peaks, die sich untereinander kaum unterscheiden und sich alle zwischen 0 dBFS und -1.2 dBFS befinden. Laut eines Artikels von Ian Stewart bei iZotope (vgl. 2020) können sich die Crest-Faktoren von Pop-Musik bei 5 dB, oder gar 3 dB befinden, was keinen schlechten Einfluss auf den Klang haben müsste. Das lässt sich kaum auf die Intros in diesem Abschnitt anwenden. Durch die Ähnlichkeit zum RMS-Diagramm ergeben sich mit den Crest-Faktor-Werten keine nennenswerten, neuen Informationen.

### Dynamic Range (Dynamikumfang)

„In a single audio track, dynamic range means the dB difference between the loudest and quietest moment in the audio file“ (Hahn, 2021), also technisch terminologisch um die höchste und niedrigste Aussteuerung. Wie in der Einleitung dieses Abschnitts erwähnt, wurde für die Messung des Dynamikumfangs das „Dynamic Range Meter 1.1.1“ für die Audio-Wiedergabe-Software „foobar2000“ genutzt. Ähnlich zu den anderen Messgrößen, wurden die Mittelwerte der Dynamikumfang je Meilenstein errechnet. Anschließend wurde dies in einem Diagramm zusammengefasst:

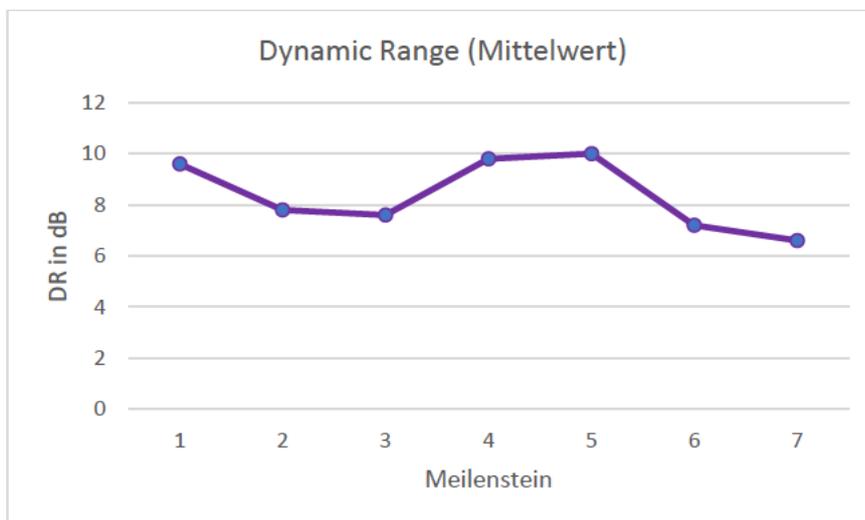


Abbildung 11: Mittelwerte der DR-Werte (Anhang 1.3)

Laut Vickers (vgl. 2010: 4) sank der durchschnittliche Dynamikumfang bis 2000 auf etwa 9 dB und bis 2010 auf etwas unter 8 dB. Dabei verwies er auf einen Datensatz der „Unofficial Dynamic Range Database“ (ebd.). Die dort angegebenen Werte zeigen Ähnlichkeiten zu den Mittelwerten der für diese Arbeit gemessenen Dynamikumfang (Abbildung 11). Ähnlich den

RMS-Werten, ändern sich die DR-Mittelwerte zum vierten Meilenstein. Dort erscheint der Eindruck, dass sich diese dem BS.1770-Algorithmus anpassen. Eine Kausalität ist bei der geringen Schwankung schwierig nachzuweisen, wenn gar auszuschließen. Ähnlich den Ergebnissen der RMS- und Crest-Faktor-Werte, ist eine Verkleinerung der Dynamik bei Meilenstein 6 und 7 erkennbar. Damit handelt es sich um die geringsten DR-Werte der Messung. Durch die Messung der Spitzenpegel in diesem Unterabschnitt ergeben sich auch über den Dynamikumfang die „lautesten“ Intros bei den Zeiträumen des Meilensteins 6 und darauffolgend des Meilensteins 7. Diese befinden sich alle entlang der digitalen Pegelgrenzen.

### 3.2.3 True Peak und LUFS

Bei True Peak und LUFS, was für „Loudness Units, referenced to Full Scale“ (EBU, 2020: 3) steht, handelt es sich um Messgrößen, die mit der EBU R 128 der EBU für den europäischen Raum als Norm empfohlen wurden und werden. „The EBU has studied the needs of audio signal levels in production, distribution and transmission of broadcast programmes. It is of the opinion that an audio-levelling paradigm based on loudness measurement is needed“ (ebd.). Bei diesen Messgrößen handelt es sich um Algorithmen, die bekannte Messgrößen insofern erweitern bzw. ersetzen sollen, dass diese möglichst subjektiv nachvollziehbare Lautheitsgrößen ermessen können (vgl. ITU, 2015: 1).

#### True Peak

##### 2 Block diagram

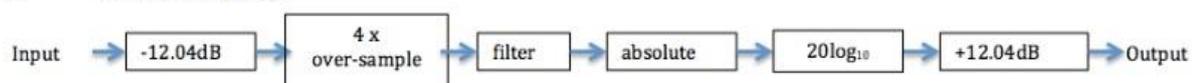


Abbildung 12: Blockdiagramm zur Messung des True Peak (ITU, 2015: 16)

Bei dieser Messgröße handelt es sich um eine Art erweiterte Fassung der „klassischen“ Peak Größe, die in „3.2.2 Peak, RMS, Crest-Faktor und Dynamic Range“ beschrieben wird. Die Notwendigkeit dafür wurde damit argumentiert, dass „Peak“-Messungen auf den maximalen Werten von Abtastungen basieren würden, nicht auf den tatsächlichen Aussteuerungen (vgl. ITU, 2015: 16). Um diese Aussteuerung zu erhalten, soll das Signal verarbeitet werden, wie es in der Abbildung 12 modelliert bzw. vereinfacht dargestellt ist. Erst wird der Signalpegel gesenkt, um einen 2-Bit-Headroom zu schaffen (vgl. ITU, 2015: 17). Darauffolgend findet eine vierfache Überabtastung, bezogen auf 48 kHz, mit 192 kHz statt (ebd.).

Anschließend wird der daraus resultierende Abtastwert durch einen vierphasigen FIR-Filter der 48. Ordnung gesendet, dessen negative Werte per Betrag positiv werden (ebd.). Um den finalen Wert zu erhalten, wird das die vorherigen Etappen durchlaufene Signal logarithmiert und wieder um denselben Wert, wie am Eingang des Filters, verstärkt (Abbildung 12). Der True Peak-Wert besitzt die Eigenschaft Werte über 0 dBFS anzeigen zu können, wodurch dieser entsprechend nicht in dBFS angezeigt werden kann. Dafür wurde die Einheit „dB TP“ hinzugezogen, die zwar dem dBFS-Wert entspricht, allerdings auch Werte über 0 dBFS anzeigen kann (vgl. ITU, 2015: 17).

Die True Peak-Werte, die erneut mit dem dpMeter5-Plug-In gemessen wurden, waren im Vergleich zu den „normalen“ Peak-Werten unauffällig. Die höchste Differenz zwischen einem Peak- und einem True Peak-Wert beträgt bei dieser Messung 1,4 dB (siehe Anhang 1.3). Die durchschnittliche Differenz zwischen Peak und True Peak beträgt gerundet 0,5 dB (ebd.). So handelt es sich bei einigen der Werte um eine tatsächliche Verfälschung des Maximalwertes, sollte die True Peak-Werte repräsentativer für das menschliche Gehör sein. Bei den 35 Messungen dieser Arbeit war jeder gemessene True Peak-Wert höher als der dazugehörige Peak-Wert (siehe Anhang 1.3).

Weder die gemessenen Werte noch die Mittelwerte haben ein auffälliges Entwicklungsmuster hervorgebracht. Der Abstand der Extrema liegt bei insgesamt 0,7 dB und wirkt willkürlich verteilt. Dadurch scheinen sich durch die True Peak-Werte, wie auch bereits die Peak-Werte, keine aufschlussreichen Informationen zur Entwicklung durch äußere Faktoren zu bieten.

## LUFs

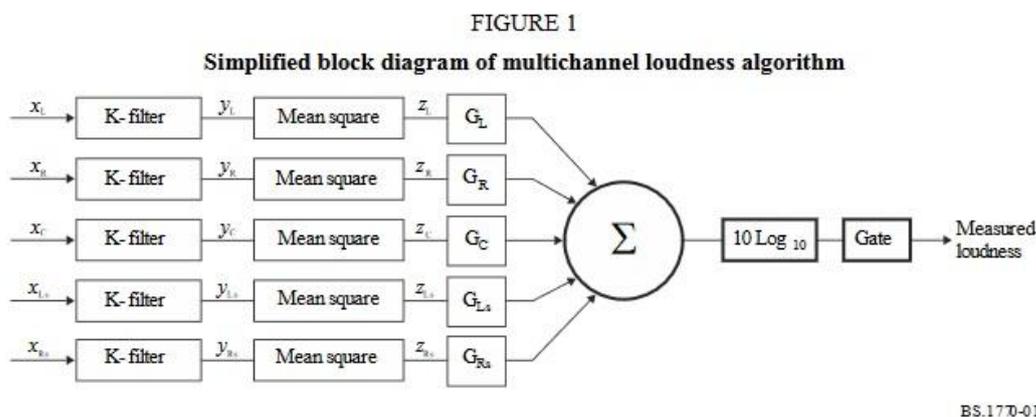


Abbildung 13: Blockdiagramm zur Messung der LUFs bzw. LKFS (ITU, 2015: 3)

Bei den „Loudness Units, referenced to Full Scale“ handelt es sich um eine Art komplexe, aber für das menschliche Gehör repräsentativere Alternative zu der RMS-Messgröße. Das ist vor allem daran erkennbar, dass die „Mean square“-Rechnung Teil des Algorithmus zur Berechnung der Lautheit ist (Abbildung 13). Bei der ITU-R BS.1770-4 handelt es sich seit 2006 um die inzwischen 5. Fassung der Empfehlung (vgl. ITU, 2015). Bei den neuen Fassungen wurden die LUFS weiter ausgearbeitet, die im BS.1770 aufgrund der Filterung mit dem K-Filterssystem als „LKFS“ betitelt werden. So ist bspw. die Erweiterung des Algorithmus um das Gating in der 3. Fassung, also der ITU-R BS.1770-2, hinzugekommen (vgl. ITU, 2011: 6; vgl. ITU, 2007: 5). Die Erweiterung durch die Gating-Faktoren und -Indikatoren wird in diesem Abschnitt als letzter Schritt thematisiert und genauer erläutert.

Der LKFS-Algorithmus ist wie folgt aufgebaut: Zur Erfassung der Lautheit, bzw. des LUFS-Wertes, werden die einzelnen Kanäle des Signals  $x_i$  im ersten Schritt der K-Filterung unterzogen. Dabei beschreibt „i“ die Zahl und Menge der verwendeten Kanäle (vgl. ITU, 2015: 3–5). Die K-Filterung besteht aus zwei separaten, aufeinanderfolgenden Filtern, die beide jeweils durch einen FIR-Filter der 2. Ordnung gefiltert werden (Abbildung 14). Diese beiden Filter sind:

1. Ein High Shelving Filter, der Frequenzen ab einem Wert von 4 kHz aufwärts 4 dB mehr Gewicht gibt, beginnend mit einer Kurve ab ca. 1 kHz (vgl. ITU, 2015: 3) und
2. Einem einfachen Hochpassfilter, der Frequenzen unter 100 Hz weniger Gewicht in dB gibt, mit weiter abfallendem Gewicht in Richtung 10 Hz (vgl. ITU, 2015: 4).

Wie in *Abbildung 14* erkennbar, wird das eingespeiste Signal jeweils zwei Mal verzögert. Nach der ersten Verzögerung wird je ein mit einem negativen Faktor multiplizierter Anteil zum Anfangs- und Endsignal weitergeleitet ( $a_1$  und  $b_1$ ) geleitet (ebd.).

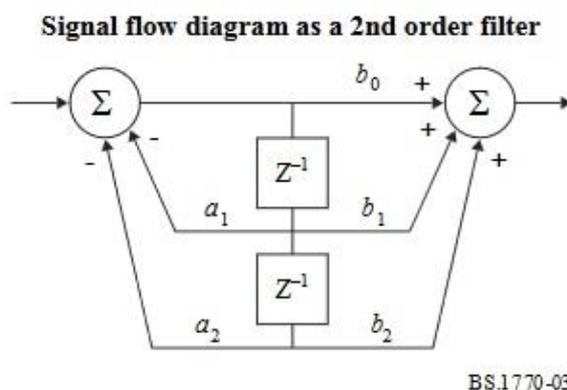


Abbildung 14: *Signalflussdiagramm der K-Filterung* (ITU, 2015: 4)

Nach der 2. Verzögerung wird je ein mit einem positiven Faktor multiplizierter Anteil zum Anfangs- und Endsignal der jeweiligen Filter geleitet ( $a_2$  und  $b_2$ ) (vgl. ITU, 2015: 4 f.).

Darauffolgend wird beim „Mean Square“-Block (Abbildung 13) das Integral des über den K-Filter gefilterten und quadrierten (Teil-)Signals  $y_i$  berechnet (vgl. ITU, 2015: 5). Dieses wird über das zeitlich nicht näher beschriebene Intervall  $T$  integriert (ebd.). Allerdings scheint das Intervall  $T$  den gesamten gemessenen Zeitraum abzudecken. Durch die Multiplikation des Integrals mit dem Faktor  $1/T$  ergibt sich das Signal bzw. der Signalanteil  $z_i$ , was wie folgt veranschaulicht wird (ebd.):

$$z_i = \frac{1}{T} \int_0^T y_i^2 dt$$

Die daraus folgenden Ergebnisse  $z_i$  werden dann mit dem Gewichtungskoeffizienten  $G_i$  multipliziert, welcher, je nach Kanaldefinition, den Signalanteil gewichtet (ebd.). Die Kanäle, die durch „Left“, „Right“ und „Centre“ definiert sind, entsprechen dabei dem Gewichtungsfaktor 1 und die Kanäle mit der Definition „Left surround“ und „Right surround“ dem Gewichtungsfaktor 1,41 (vgl. ITU, 2015: 7). Das bis zu diesem Punkt summierte Gesamtsignal wird logarithmiert und mit dem Faktor 10 multipliziert. Darauffolgend wird der Faktor „-0,691“ addiert, der die Verstärkung der K-Filterung bei 997 Hz aufheben soll (vgl. ITU, 2015: 6). Zusammengefasst wird dieser wie folgt definiert (vgl. ITU, 2015: 5):

$$\text{Loudness, } L_K = -0,691 + 10 \log_{10} \sum_i G_i * z_i \quad \text{LKFS}$$

2011 wurde der Algorithmus um das sogenannte „Gating“ erweitert (vgl. ITU, 2011: 6), was als eine Art Durchlassschwelle verstanden werden kann. Allgemein wurde dafür die Messung auf fortlaufende, sich überlappende Blöcke mit einer Intervalllänge von  $T_g = 400$  ms aufgeteilt (vgl. ITU, 2015: 5). Diese Überlappung, genannt „overlap“ wird dabei als 75% der Intervalllänge  $T_g$  definiert (ebd.). Unvollständig gemessene „gating blocks“, wie die Blöcke genannt werden, bleiben in der Messung ungenutzt (ebd.). Im Detail wurde dafür die Funktion zur Errechnung von  $z_i$  erweitert, indem für das Intervall  $T$  das Blockintervall  $T_g$  eingesetzt wurde. Dieses wird per Zähler des „gating blocks“  $j$  unterteilt und per *step*, welcher als „*l – overlap*“ definiert ist, überlappt (ebd.). Veranschaulicht wird die Gating-Intervallfunktion wie folgt (ITU, 2015: 5):

$$z_{ij} = \frac{1}{T_g} \int_{T_g * j * step}^{T_g * (j * step + 1)} y_i^2 dt$$

wobei  $j \in \left\{ 0, 1, 2 \dots \frac{T - T_g}{T_g - step} \right\}$

Mit der Erweiterung der Formel für „Loudness,  $L_K$ “ um die Funktion für  $z_{ij}$ , ergibt sich die Lautheit der „gating blocks“, die mit  $l_j = -0,691 + 10 \log_{10} \sum_i G_i * z_{ij}$  definiert ist (vgl. ITU, 2015: 5). Dadurch lässt sich der „gating block“-Index  $J_g$  errechnen, der mit  $J_g = \{j / l_j > \Gamma\}$  definiert wird (ebd.). Per Definition muss dieser größer sein als der Schwellenwert des Gatings  $\Gamma$  (ebd.). Die finale Funktion für die „gated loudness“  $L_{KG}$  wird in der BS.1770-Empfehlung bereits vor der finalen Definition des Schwellenwertes veranschaulicht (vgl. ITU, 2015: 6):

$$Gated\ loudness, L_{KG} = -0,691 + 10 \log_{10} \sum_i G_i * \left( \frac{1}{|J_g|} * \sum_{J_g} z_{ij} \right) LKFS$$

Der Schwellenwert  $\Gamma$  unterteilt sich in einen relativen Schwellenwert  $\Gamma_r$  und einen absoluten Schwellenwert  $\Gamma_a$ . Dabei definiert sich der relative Schwellenwert mit  $\Gamma_r = L_{KG} - 10 LKFS$  und definiert  $J_g$  innerhalb der Funktion als  $J_g = \{j / l_j > \Gamma_a\}$ , was den absoluten Schwellenwert beinhaltet und anschließend mit  $\Gamma_a = -70 LKFS$  definiert (vgl. ITU, 2015: 6). Damit ergibt sich als Definition für die finale Funktion, dass  $J_g = \{j / l_j > \Gamma_r \text{ and } l_j > \Gamma_a\}$  entspricht.

Die bis zu diesem Punkt beschriebene Messgröße LKFS wird in der EBU R 128 (2020: 3) gleichbedeutend mit dem aktuell gängigen Begriff „LUFS“ behandelt.

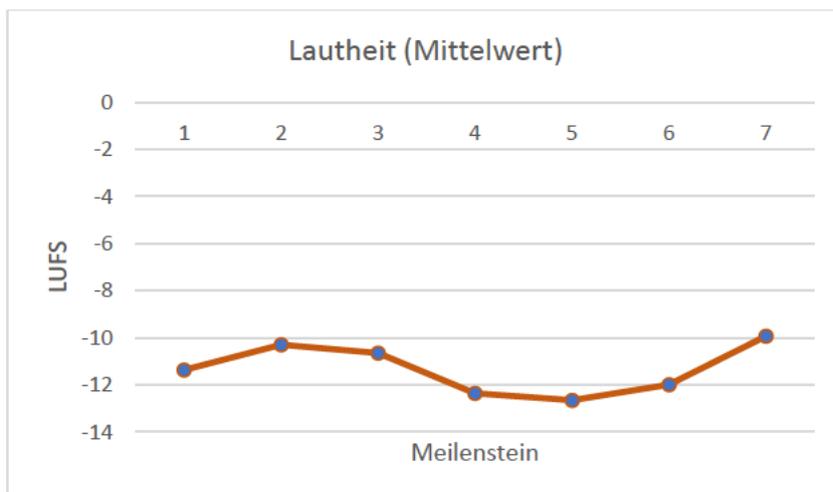


Abbildung 15: Entwicklung der Lautheit in LUFS über Meilensteine (Anhang 1.3)

Die Messung des LUFS-Wertes erfolgte ebenfalls per dpMeter5 Plug-In von TBProAudio. Dafür stoppte der jeweilige, zu messende Track nach exakt 30 Sekunden Abspielzeit. Der dpMeter5 errechnet den Mittelwert aller erfassten LUFS-Werte unter „*Integrated Loudness*“ (TBProAudio, o.D.), wodurch sich das TBProAudio-Plug-In für das Ziel dieses Abschnittes eignet. Für die Meilensteine wurden erneut die Mittelwerte der jeweilig genannten Zeiträume und Tracks erfasst und in einem Diagramm zusammengetragen (Abbildung 15). Im Gegensatz zu den gemessenen True Peak-Werten sind die LUFS-Werte fast alle geringer als die gemessenen RMS-Werte. Das ließe sich auf die Gewichtung durch die K-Filterung und das Gating zurückführen (siehe Anhang 1.3). Seit dem 2. Meilenstein war jeder erfasste durchschnittliche LUFS-Wert kleiner als der dazugehörige RMS-Wert. Vor allem die Werte ab dem fünften Meilenstein wiesen einen deutlichen Unterschied auf. Trotz dessen zeigen die Entwicklungen im LUFS-Diagramm (Abbildung 15) eine starke Ähnlichkeit zu den Entwicklungen in *Abbildung 10* auf. Eine Steigerung der durchschnittlichen LUFS-Werte parallel zum kommerziellen Aufstieg der Streamingdienste lässt sich erkennen. Ebenso ein Abfall der durchschnittlichen LUFS nach Einführung der EBU R 128 in Europa und des CALM Acts in den USA (vgl. Woodhall, 2013) zum vierten und fünften Meilenstein.

Trotz der Ähnlichkeiten zu den RMS-Werten, existieren hier technische und allgemein maßgebliche Unterschiede, die sich seit dem vierten Meilenstein herauskristallisieren und durch ein scheinbar angepasstes Mastering der aktuelleren Titel verdeutlichen.

Mit etwa 0,95 dB Gesamtdifferenz und einer Differenz von 3,1 dB als Höchstwert im Vergleich zu den RMS-Werten, zeigen sich diese Unterschiede und damit die schwindende Vergleichbarkeit der Werte (siehe Anhang 1.3). Mit dem Höchstwert von 3,1 dB Differenz zum RMS-Wert ist bspw. der Track von Ariana Grande im siebten Meilenstein mit -9,1 dB einer der „lautesten“. Dies weist jedoch umso mehr den Versuch auf, lautstärkebedingt einen Vorsprung zu schaffen (siehe Anhang 1.3). Ähnlich ist es bei Ed Sheerans Track im 7. Meilenstein, der einen Unterschied von 2,2 dB aufweist. Dieser hat sich mit -7,5 dB bereits über dem RMS-Durchschnitt des siebten Meilensteins befunden und weist bei den Lautheitswerten im Schnitt nur noch -9,7 dB auf.

### 3.3 Entwicklung der Stereobreite von Intros

„Zweikanalige Tonträger haben sich allgemein durchgesetzt, zweikanalige, stereophone Tonaufnahmen werden heute weltweit verkauft“ (Gernemann, o.D.: 2). Hinzu kommt die ausgeprägte Nutzung von Kopfhörern und der Konsum von Musik über Kopfhörer. Über 50 % der befragten Personen in Deutschland nutzen Kopfhörer mehrfach wöchentlich (vgl. Brandt, 2019). Durch beiliegende Headsets bei Smartphones und durch Produkte wie AirPods oder Beats-Kopfhörer sind Kopfhörer allgegenwärtig und werden als Mode- bzw. Prestigeobjekt betrachtet (vgl. Hau, 2021). Durch die technischen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte ist der mobile Konsum von Musik alltäglicher geworden (vgl. Ruth, 2019: 242). Mit diesem Konsum ist schlussfolgernd auch der Konsum stereophoner Signale und die damit verbundenen Produktionstechniken alltäglich. Dies führt zum Thema dieses Abschnittes: Der Stereobreite.

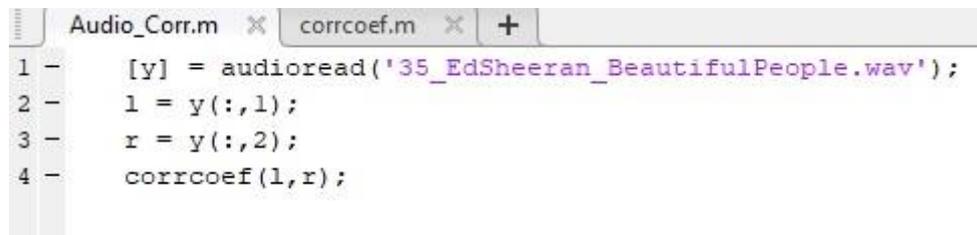
Die Stereobreite ist kein technischer bzw. mathematischer Begriff, sondern beschreibt eine Beziehung zwischen den beiden Kanälen eines Stereosignals (vgl. Maempel et al., 2008: 729). Damit wird das Maß einer subjektiven Räumlichkeit bzw. Breite beschrieben (ebd.). Das tatsächliche technische Verhältnis der beiden Kanäle lässt sich durch eine Messung des Korrelationsgrades betrachten (vgl. Weinzierl, 2008: 565 – 567). Eine weitere Möglichkeit bietet bspw. ein Vektorskop (ebd.).

Dieser Abschnitt thematisiert die gemessenen Werte und die Beziehung dieser Werte zur subjektiven Stereobreite.

#### 3.3.1 Korrelationsgrad

„Die Korrelation wird in der Statistik ebenso wie bei der Beschreibung von statistischen Signalen als Maß für die Ähnlichkeit zweier Signale benutzt (Girod et al. 2003)“ (Weinzierl, 2008: 565). „Die Anzeige des als Kontrollinstrument verbreiteten Korrelationsgradmessers lässt sich als normierte Kurzzeit-Kreuzkorrelation zwischen linkem und rechtem Kanal eines Stereosignals interpretieren“ (ebd.). Ein Korrelationsgradmesser hat einen Anzeigenverlauf von -1 bis +1 (vgl. Weinzierl, 2008: 565; vgl. Robjohns, 2016). Dabei steht der Wert +1 für eine maximale Ähnlichkeit der beiden Stereokanäle, 0 für absolute Unähnlichkeit und -1 für eine absolute gegenphasige Ähnlichkeit (ebd.). Letztere hätte beim Abspielen bzw. Senden des Stereosignals eine Auslöschung und damit Stille zur Folge (ebd.). Der Korrelationsgradmesser zeigt den Korrelationsgrad eines gewissen Zeitraumes, den Weinzierl (vgl. 2008: 566) mit 0,5 Sekunden bis zu einer Sekunde beschreibt.

Dies eignete sich nicht zur Zusammenfassung der Werte für diese Arbeit. Für eine Zusammenfassung hatten sich keine passenden VST-Plug-Ins gefunden, weshalb die Entscheidung auf ein vierzeiliges Skript bei MatLab fiel (Abbildung 16).



```
Audio_Corr.m x  corrcoeff.m x  +
1 - [y] = audioread('35_EdSheeran_BeautifulPeople.wav');
2 - l = y(:,1);
3 - r = y(:,2);
4 - corrcoeff(l,r);
```

Abbildung 16: MatLab-Script zur Mittelwert-Erfassung des Korr.-Koeffizienten

In der ersten Zeile wird eine .wav-Datei als Audio erkannt. In diesem Fall handelt es sich um die ersten 30 Sekunden des Ed Sheeran Songs aus dem 7. Meilenstein. Dieses Audio wird der Variable „y“ zugewiesen, wodurch sich eine Matrix aus zwei Spalten und 1.323.689 Zeilen bildet. Jede der Spalten repräsentiert einen Stereokanal. Diese Stereokanäle werden in der 2. und 3. Zeile des Skriptes Vektoren mit den Variablen „l“ und „r“ zugewiesen. In der letzten Zeile wird die Korrelation dieser beiden Vektoren errechnet und als 2x2-Matrix der Variable „ans“ zugewiesen. Dabei sind je zwei Werte eine „l“ und je zwei der errechnete Korrelationsgrad. Dieser Vorgang wurde mit allen 35 Titeln wiederholt.

*„In der Frühzeit der Stereophonie und in der Schallplattenfertigung war eine Anzeige der Polarität unverzichtbar, da tieffrequente gegenphasige Signale auf einer LP einen unzulässig tiefen Rillenschnitt erzeugt hätten“* (Weinzierl, 2008: 566). Unabhängig davon, dass Vinyl-Platten 2020 mehr Verkäufe vorweisen konnten als Downloads (vgl. BVMI, 2021: 5), spielt die Monokompatibilität bei anderen Formaten ebenfalls eine essenzielle Rolle. So gelten Signale mit einem Korrelationsgrad von 0 oder niedriger als Warnsignal für Aufnahme- oder Übertragungsfehler (vgl. Weinzierl, 2008: 566). *„Der Korrelationsgrad strebt gegen +1 und befindet sich im Mittelwert meist um 0,7. Besondere Stellen, Effekte oder Instrumente veranlassen das Meter zu kurzen Ausschlägen in Richtung 0 oder etwas darunter“* (Schwerdtfeger, o.D.).

Als Erkenntnis ließe sich zusammenfassen, dass die Mittelwerte der gemessenen Korrelationsgrade den Mono-Anteile der Stereosignale widerspiegeln.

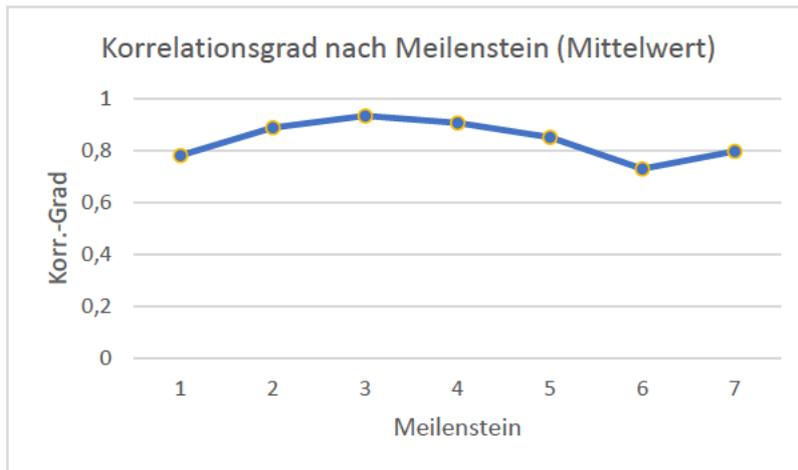


Abbildung 17: Mittelwerte des Korrelationsgrades nach Meilenstein (Anhang 1.4)

Bereits der Mittelwert des 1. Meilensteins liefert aus Stereo-Perspektive den zweitgrößten Wert dieses Abschnitts (Abbildung 17). Der darauffolgende Abbau des Stereogeschehens in Richtung des 3. Meilensteins und die Zunahme dessen in Richtung des 6. Meilensteins zeigen nur geringfügige Anzeichen eines expliziten Einflusses von Streamingdiensten. Trotzdem befinden sich in der Hochphase des Streamings höhere Werte bezüglich Stereo als in anderen Zeiträumen. Erahnbar ist eine Parallele zur internationalen Umsatzentwicklung: Während der Meilensteine mit einer höheren Mono-Last, verzeichnete die Musikindustrie laut ifpi (2021: 11) fallende Umsätze im Vergleich zu den Vorjahren. Eine Kausalität lässt sich aber nicht eindeutig bestätigen, da bspw. im 2. Meilenstein hohe Umsätze erfasst worden sind. Der fünfte Meilenstein entwickelte sich dagegen weiter in Richtung Stereogeschehen, obwohl zu dem Zeitpunkt die niedrigsten Umsätze der zwei Jahrzehnte verzeichnet wurden.

### 3.3.2 Mid/Side Encoding

Beim „Mid/Side Encoding“ handelt es sich in der Stereophonie um eine einfache Form des „Joint Channel Codings“ (vgl. Lerch, 2008: 851). Der Titel dieses Unterabschnitts bezieht sich auf das VST-PlugIn „Voxengo MSED“, was für „Mid-side encoder/decoder“ steht (vgl. Vaneev, o.D.). Dieses Plug-In ist in der Lage die korrelierten Anteile eines Stereosignals von den unkorrelierten zu „splitten“ (vgl. Vaneev, o.D.). Damit lässt sich in der Mischung und im Mastering das Signal separat bearbeiten oder überprüfen. Des Weiteren ergibt sich auch die Möglichkeit den korrelierten und unkorrelierten Signalanteil separat zu messen. In diesem Abschnitt wird der Ansatz thematisiert, die unkorrelierten Anteile der Song-Intros bezüglich ihrer Lautheit zu messen, zu vergleichen und den Werten des Gesamtsignals

gegenüberzustellen. Zur Erfassung der Lautheit in LUFS wurde das VST-Plug-In „dpMeter5“ von TBProAudio hinzugezogen.

Die Messung lief über ein einfaches Routing in der DAW „FL Studio 20“. Auf dem Master-Kanal wurde das Voxengo MSED-Plug-In platziert und darin der „Mid“-Kanal stummgeschaltet. Dieser steht für den korrelierten Anteil des Stereosignals. Das Routing endet mit dem dpMeter5, welcher die Messung auf den Standardeinstellungen des „EBU-Modes“ ausführte. Durch das Abspielen der Intros sammelte der dpMeter5 Lautheitsdaten und beendete das Sammeln am Marker bei 30 Sekunden (siehe Anhang 3.1). Damit ergab sich der integrierte LUFS-Wert des jeweiligen Intros. Nach jeder Messung wurde das Plug-In per „Reset“-Knopf zurückgesetzt (siehe Anhang 3.2), um die Daten der Tracks nicht durch vorangegangene Messungen zu verfälschen.

Auffällig in der *Abbildung 18* ist erneut der Rückgang der Werte im Bereich des 3. und 4. Meilensteins und der darauffolgende Anstieg zu den letzten bzw. aktuelleren Zeiträumen.

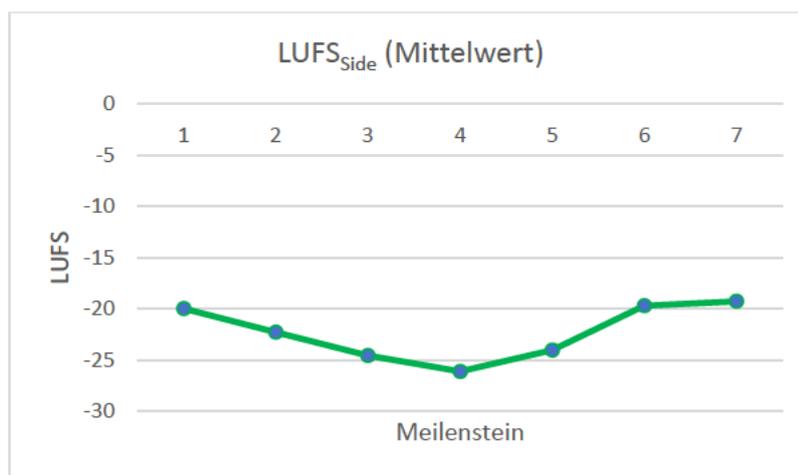


Abbildung 18: *Unkorreliertes Signal in LUFS nach Meilenstein (Mittelwert)* (Anhang 1.4)

Erneut erinnert die Kurve an die wirtschaftlichen Entwicklungen der Musikindustrie (ifpi, 2021: 11). Trotz des geringsten Umsatzes im Jahr 2015 heben sich auch hier die Messwerte zum 5. Meilenstein leicht. Vor allem die beiden Songs „Can’t Feel My Face“ von The Weeknd und „Cool for the Summer“ von Demi Lovato trugen mit niedrigen Korrelationsgraden im Mittel zum Gesamtwert, also auch zu mehr Präsenz im unkorrelierten Signalabschnitt bei. Der internationale Erfolg von The Weeknds „Can’t Feel My Face“ schien mit dem atmosphärischen Intro einen Einfluss auf die Entwicklung zukünftiger Intros zu haben. Zu den Erfolgen den Songs zählen eine Platzierung auf dem ersten Platz der Billboard Hot 100 und insgesamt 41 Wochen in den Charts (vgl. Bowenbank, 2021).

Ein weiteres Argument für den Einfluss ist das „Guinness-Buch der Rekorde 2017“, welches den Sänger für die meisten Spotify-Streams des Jahres 2015 auszeichnete (vgl. GQ.de, 2016). Ebenso wurde das Album, auf dem der Song vertreten ist, im Buch der Rekorde vermerkt (vgl. GQ.de, 2016). Des Weiteren bewegen sich die Werte des unkorrelierten Signalanteils im 6. Meilenstein entlang der -20,5 LUFS von „Can’t Feel My Face“, im Mittel mit -19,7 LUFS gar darüber (Anhang 1.4). Der siebte Meilenstein zeigt eine ähnliche Entwicklung und gibt mit einem Mittelwert von -19,28 LUFS den Höchstwert der Lautheit unkorrelierter Signalanteile.

Die Differenz von der Lautheit der unkorrelierten Signalanteile zur Lautheit des Gesamtsignals spiegelt das Verhalten des unkorrelierten Signalanteils wider (Abbildung 17): Geringere Differenzen sind dort bemerkbar, wo der unkorrelierte Signalanteil im Vergleich zu den anderen Meilensteinen „lauter“ ist (Vergleich von Abbildung 18 und Abbildung 19).

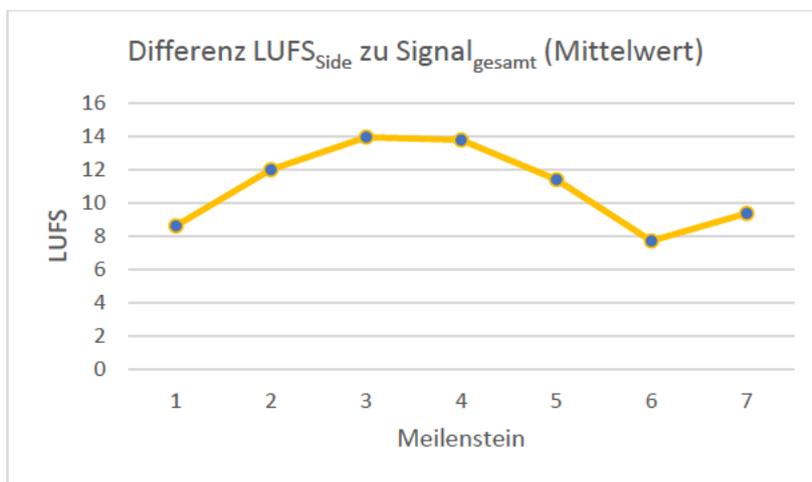


Abbildung 19: Differenz Unkorr. Sig. LUFS zu Gesamtsig. LUFS (Mittelwert) (Anhang 1.4)

Im Umkehrschluss scheint sich die Lautheit der von *Abbildung 15* entnommenen Werte kaum zu verändern, doch diese geben eine Auskunft zur gesamten Lautheitsentwicklung. So steigt die Differenz zum siebten Meilenstein mit dem Gesamtsignal leicht an. Parallel gibt dieses ein Anzeichen von gesteigener Gesamtlautheit bei leiserem unkorreliertem Signalanteil, obwohl dieses bereits den Höchstwert an Lautheit gibt. Damit bestätigt sich erneut auch der allgemeine Anstieg der Lautheit von Intros zu diesem Zeitraum.

### 3.4 Entwicklung spektraler Eigenschaften von Intros

Bei den spektralen Eigenschaften eines Audiosignals sind in dieser Arbeit die errechneten Werte einer Spektralanalyse über einen bestimmten Zeitraum gemeint. *„Mit der Spektralanalyse wird das ausgewählte Audiomaterial analysiert, das durchschnittliche Spektrum, d. h. die Verteilung der Pegel im Frequenzbereich, berechnet und in einem Koordinatensystem mit zwei Achsen angezeigt“* (Steinberg.help, o.D.). Die spektralen Daten ergeben sich aus dem Gebrauch der Fast-Fourier-Transformation (FFT) (vgl. Audacityteam, o.D.), deren Grundgedanken 200 Jahre alt sind. Im Buch *„Analytische Theorie der Wärme“* von Jean Baptiste Joseph Fourier (1822) wurde dies erstmalig thematisiert. Die klassische Spektralanalyse innerhalb einer DAW ist zum visuellen Vergleich von Pegeln verschiedener Frequenzbereiche gedacht (vgl. Steinberg.help, o.D.). Sie findet neben der analytischen Funktion auch Anwendung bei der visualisierten Darstellung von Equalizern beim *„Parametrischen Equalizer“* (vgl. San Segundo). Ebendiese Equalizer finden durch ihre Filterung Verwendung in der Modulation der spektralen Gewichtung, welche dieser Abschnitt betrachtet und behandelt.

#### 3.4.1 Spektrale Verteilung

Wie im Abschnitt *„3.2 Entwicklung der pegelbezogenen Eigenschaften“* erwähnt, fand im Jahr 2012 die EBU R 128 im deutschen bzw. europäischen Raum Anwendung. Diese etablierte u.a. mit dem LKFS-Algorithmus der ITU eine neue Filterungsmethode und damit neue Gewichtung bestimmter Frequenzbereiche (vgl. EBU, 2020; vgl. ITU, 2015). Derselbe Algorithmus findet im Normalisierungsprozess der Musik-Streamingdienste Anwendung (vgl. Apple, o.D.; vgl. Spotify for Artists, o.D.a), wodurch sich die Überprüfung eines möglichen Einflusses begründet.

Um eine möglichst nachvollziehbare Gewichtung erarbeiten zu können, wurden die Signale frequenzbedingt in insgesamt 10 Oktav-Bereiche aufgeteilt. Orientiert wurde sich dabei an einer von Eberhard Sengpiel erstellten Tabelle (Abbildung 20), die akustische Stimmungen mit ihren entsprechenden Frequenzen gesammelt listet. *„Wie in der Musik werden Oktaven zur Einteilung des Hörbereiches in Frequenzintervalle verwendet. Als Oktave (von lat. octava: „die achte“) bezeichnet man ein Intervall, bei dem die Frequenz des tieferen zu der des höheren Tons im Verhältnis 1:2 (Verdopplung der vorhergehenden Frequenz) steht. Vor allem akustische Parameter wie der Schallabsorptionsgrad oder der Schalldruckpegel werden*

üblicherweise in Schrittweiten von Oktaven und Terzen angegeben“ (Preform, o.D.). Getrennt wurden die Oktav-Bereiche voneinander, indem der jeweils mittlere Wert und damit die Grenze zwischen dem „B“ einer Oktave und dem „C“ der Folgeoktave berechnet wurde. Entlang dieser berechneten Grenzen wurden später die Frequenz-Samples ausgewählt, an denen jedes Signal seine entsprechenden Trennungen der Oktav-Bereiche erhielt. Damit ließen sich die Songs untereinander innerhalb der einzelnen Oktaven und Meilensteine vergleichen und miteinander verrechnen.

Der mit der Nummer „10“ versehene 11. Oktav-Bereich (siehe Abbildung 20) wurde nicht berücksichtigt. Der erste Grund dafür ist die Unvollständigkeit der Oktave im hörbaren Bereich, da diese nur vier Stimmungen umfasst (Abbildung 20).

Frequenzen der gleichstufigen Stimmung – Tabelle											
Oktave	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C / B#	16,352	32,703	65,406	130,813	261,626	523,251	1046,502	2093,005	4186,009	8372,018	16744,036
C# / Db	17,324	34,648	69,296	138,591	277,183	554,365	1108,731	2217,461	4434,922	8869,844	17739,688
D	18,354	36,708	73,416	146,832	293,665	587,330	1174,659	2349,318	4698,636	9397,273	18794,545
D# / Eb	19,445	38,891	77,782	155,563	311,127	622,254	1244,508	2489,016	4978,032	9956,063	19912,127
E / Fb	20,602	41,203	82,407	164,814	329,628	659,255	1318,510	2637,020	5274,041	10548,082	-
F / E#	21,827	43,654	87,307	174,614	349,228	698,456	1396,913	2793,826	5587,652	11175,303	-
F# / Gb	23,125	46,249	92,499	184,997	369,994	739,989	1479,978	2959,955	5919,911	11839,822	-
G	24,500	48,999	97,999	195,998	391,995	783,991	1567,982	3135,963	6271,927	12543,854	-
G# / Ab	25,957	51,913	103,826	207,652	415,305	830,609	1661,219	3322,438	6644,875	13289,750	-
A	27,500	55,000	110,000	220,000	440,000	880,000	1760,000	3520,000	7040,000	14080,000	-
A# / Bb	29,135	58,270	116,541	233,082	466,164	932,328	1864,655	3729,310	7458,620	14917,240	-
B / Cb	30,868	61,735	123,471	246,942	493,883	987,767	1975,533	3951,066	7902,133	15804,266	-

Abbildung 20: Frequenzen der gleichstufigen Stimmung (Sengpiel, o.D.)

Der zweite Grund ist, dass sich Frequenz über 16 kHz im normalen Pegel-Bereich kaum im hörbaren Bereich befinden (vgl. FÖD, 2016). Die Grenze zwischen dem 10. und 11. Oktav-Bereich wurde weiterhin im Mittelwert berechnet und alle Werte bis zu diesem Grenzbereich erfasst und berücksichtigt.

Die Erhebung der Daten findet in der Audio-Editing-Software „Audacity“ statt. Die auf 30 Sekunden gekürzten Songs werden separat in die Software geladen und mit dem Audacity-eigenen „Plot Spectrum“-Tool analysiert. Die darin stattfindende Signalanalyse bietet eine Auswahl an Fensterfunktionen und Sampleraten an. Relevant für diese Arbeit sind die Einheitlichkeit und Genauigkeit der Messungen. Ein wichtiger Punkt ist, dass das gemessene Spektrum die gesamte Präsenz der Frequenzen innerhalb des ausgewählten Zeitraums abbildet (vgl. Audacityteam, o.D.). Klassischerweise zeigen Tools und VSTs zur Spektralanalyse eine

Abbildung eines sehr kurzen Zeitraumes bzw. des momentanen Signals an. Der Grund dafür ist, dass dies für Mischungen und Mastering eine deutlich präzisere Arbeitsweise bietet (vgl. Image-Line, o.D.). Die Entscheidung im Audacity-Tool fiel auf die Welch-Fensterfunktion und auf eine Fenstergröße von 65.536, was 32.768 (Abtast-)Werten entspricht. Das Tool lässt einen Export in ein Text-Format zu, wodurch sich diese Werte weniger umständlich in Excel weiterverarbeiten lassen.

Bei der Auswertung der Oktavbereiche musste auf die pegelbezogene Gewichtung und auf die Anzahl der Werte je Oktave geachtet werden. So sind Dezibel-Werte logarithmisch und nicht einfach in der Ausgangsform des Tools linear miteinander verrechenbar. Des Weiteren besitzen Werte höherer Oktaven durch die lineare Abtastung der Frequenzen deutlich mehr Frequenzwerte als geringere Oktaven. Das ist für die Präzision der Zusammenfassung aller Oktaven suboptimal, aber weniger problematisch für das Ziel dieses Abschnittes.

Die Aussteuerungswerte wurden aufgrund dieser Problematik für die Rechnung per  $10^{\frac{\text{Amplitude}}{20}}$  in lineare Werte umgerechnet. Innerhalb der Oktavbereiche wurden sie summiert und anschließend wieder per  $20 * \log_{10} \left( \frac{\text{Summe}}{\text{Anzahl der Werte}} * 4 \right)$  zusammengetragen. Die Division durch die Anzahl der Werte dient dazu die Oktaven ähnlich zu gewichten. Die Multiplikation mit dem Faktor 4 soll eine Annäherung an die gemessenen Werte des Audacity-Tools sein, indem die Werte um 12 dB angehoben werden. Aus diesen Werten wurden anschließend die Mittelwerte des jeweiligen Meilensteins gebildet und gesammelt (Abbildung 21).

Meilenstein	Oct. 0	Oct. 1	Oct. 2	Oct. 3	Oct. 4	Oct. 5	Oct. 6	Oct. 7	Oct. 8	Oct. 9
1	-35,90	-20,91	-21,72	-24,92	-28,74	-32,12	-35,57	-41,20	-45,88	-51,66
2	-37,37	-20,02	-16,77	-21,54	-28,52	-32,71	-36,43	-40,07	-47,01	-55,06
3	-37,14	-16,02	-17,00	-24,13	-28,46	-32,20	-37,48	-41,46	-46,23	-52,35
4	-37,32	-25,13	-22,95	-26,93	-30,54	-33,67	-37,15	-41,76	-47,79	-54,35
5	-38,85	-18,66	-20,11	-25,38	-30,25	-34,59	-40,85	-45,49	-51,54	-59,00
6	-35,32	-15,46	-21,46	-26,15	-29,16	-34,37	-39,66	-43,51	-48,84	-56,97
7	-27,12	-12,22	-16,36	-23,19	-28,92	-33,12	-38,75	-42,28	-46,34	-54,43

Abbildung 21: *Mittlere Pegelwerte von Oktaven nach Meilenstein (Anhang 1.5)*

Bei separater Betrachtung der Oktaven in *Abbildung 21* haben die Präsenzen der Bass-Oktaven zum Jahr 2019 stark zugenommen. So ist die tiefste Oktave im Vergleich zu den vorherigen Meilensteinen um mindestens 8 dB höher. Die zweittiefste Oktave um mindestens 3 dB und die Oktave 2 gibt ebenfalls den höchsten Wert bei Meilenstein 7. Das ließe sich auf die geringere Gewichtung tiefer Frequenzen im Algorithmus der LUFMS-Messung (vgl. ITU, 2015: 3 f.) zurückführen. Ebenso ließe sich eine Minderung der Werte ab der sechsten bzw. siebten Oktave

erwarten. Diese scheinen sich jedoch nach einem Fall um etwa 3 bis 4 dB zum fünften Meilenstein wieder aufzubauen. Um 4 dB handelt es sich bei der Mehrgewichtung ab ca. 3 kHz in der LUFSS-Messung der ITU-R BC.1770-Empfehlung (vgl. ITU, 2015: 3). Die Oktaven 3 und 4 weisen keine starken Veränderungen auf und scheinen entlang eines Grundwertes zu schwanken. Dabei ließ sich in den Intros des zweiten Meilensteins eine erhöhte Präsenz im Mittel der dritten Oktave messen. Im Vergleich zu anderen Werten ließ sich kein Muster und kein bleibender Verlauf zu diesem Wert feststellen.

Zum Vergleich der Gesamtentwicklung zwischen den Meilensteinen, ist die Tabelle der *Abbildung 21* nicht geeignet. Um einen besseren Überblick zur Gewichtung der Oktaven zu schaffen, wurden die dB-Werte der Tabelle in lineare Werte umgerechnet. Aus diesen wurden die prozentualen Anteile errechnet, die das Gewicht einer Oktave zur numerischen Meilenstein-Summe darstellen (*Abbildung 22*).

Meilenstein	Oct. 0	Oct. 1	Oct. 2	Oct. 3	Oct. 4	Oct. 5	Oct. 6	Oct. 7	Oct. 8	Oct. 9
1	4,73%	26,56%	24,17%	16,72%	10,78%	7,30%	4,91%	2,57%	1,50%	0,77%
2	3,12%	22,99%	33,43%	19,29%	8,64%	5,33%	3,48%	2,28%	1,03%	0,41%
3	2,98%	33,87%	30,25%	13,32%	8,09%	5,26%	2,86%	1,81%	1,05%	0,52%
4	5,16%	21,00%	27,00%	17,08%	11,27%	7,86%	5,26%	3,10%	1,55%	0,73%
5	3,28%	33,50%	28,37%	15,46%	8,82%	5,36%	2,61%	1,53%	0,76%	0,32%
6	4,33%	42,64%	21,36%	12,44%	8,81%	4,83%	2,63%	1,69%	0,91%	0,36%
7	7,42%	41,21%	25,60%	11,66%	6,03%	3,72%	1,94%	1,30%	0,81%	0,32%

*Abbildung 22: Prozentuale Anteile von Oktaven in Meilensteinen (Anhang 1.5)*

Wie schon bei den dB-Werten in *Abbildung 21*, ist bei den prozentualen Werten in der *Abbildung 22* eine Tendenz erkennbar. In Richtung des siebten Meilensteins haben die Bassanteile der Oktave 0 und Oktave 1 an Gewichtung zugenommen. So haben die Frequenzen zwischen 16,35 Hz und ca. 63 Hz ihren Anteil am Audiosignal seit dem ersten und seit dem vierten Meilenstein um mehr als Faktor 1,5 vergrößert. Gegenteilig verhielten sich alle anderen Anteile im höheren Oktav-Bereich. Die Oktaven 3, 4, 5, 6 und 7 wiesen im siebten Meilenstein die niedrigsten Anteile am Gesamtsignal auf. Oktave 8 den zweitniedrigsten und Oktave 9 teilte sich den niedrigsten gemessenen Wert mit dem des fünften Meilensteins. Es gibt somit starke Anzeichen dafür, dass die Filterung des ITU-R BS.1770-Algorithmus (vgl. ITU, 2015: 3 f.) Einfluss auf die spektrale Verteilung und Gewichtung genommen hat.

## 4. Auswertung

Im Kapitel „3. Entwicklung technischer und struktureller Merkmale der Tracks“, das auf den in Abschnitt „2.4 Thesen und deren Überprüfung“ vorgestellten Thesen basiert, wurden bereits die Ergebnisse der Messungen für diese Arbeit zusammengetragen und interpretiert. In diesem Kapitel werden die Thesen anhand der Ergebnisse der Abschnitte „3.1 Zeitbezogene Entwicklungen von Tracks und Intros“ bis „3.4 Entwicklung spektraler Eigenschaften von Intros“ gesammelt und ausgewertet. Das geschieht auf Grundlage aller in den Abschnitten vorkommenden Ergebnissen, die erneut überprüft und damit zu (ggf. erweiterten) Ergebnisse führen.

### These 1: Songs beginnen früher und sind insgesamt kürzer geworden.

Die Songdauer-Überprüfung der ausgewählten Tracks und deren Alben brachte zum siebten Meilenstein eindeutige Ergebnisse hervor. Erkennbar ist dies in der *Abbildung 23*. Nicht nur wurde dieser Teil der These (kürzer gewordene Songs) häufig thematisiert (vgl. Kedves, 2017; vgl. Kopf, 2019; vgl. Schwarzer, 2021; vgl. Günther, 2016), sondern war dieser in Erfassung und Recherchearbeit einfacher.

Meilestein	Tracks, Mittelwert	Tracks, Median	Alben, Mittelwert	Alben, Median
1	00:03:42	00:03:36	00:03:51	00:03:51
2	00:03:42	00:03:43	00:03:53	00:03:55
3	00:03:37	00:03:39	00:03:57	00:03:46
4	00:03:43	00:03:39	00:03:44	00:03:43
5	00:03:34	00:03:34	00:03:57	00:03:40
6	00:03:41	00:03:34	00:03:49	00:03:49
7	00:03:19	00:03:17	00:03:22	00:03:25

Abbildung 23: *Track- und Albumdauer nach Meilenstein (Mittelwert & Median)* (Anhang 1.1)

Komplexer war dagegen die Überprüfung der „früher beginnenden Songs“. Die Messungen in „3.1.2 Entwicklung der Songstrukturen in Intros“ bieten Hinweise darauf, dass Produktionen von Max Martin, nach einem Rückgang um die Jahrtausendwende, in Richtung des siebten Meilensteins wieder minimal an Komplexität gewinnen. Allerdings fehlen innerhalb der Messungen (Anhang 1.2) Hinweise darauf, dass die Songs früher beginnen. Die Zahl der Variationen und Songabschnitte deuten auf anspruchsvollere Struktur in den zeitlichen Intros hin. Jedoch ist daraus nicht zu lesen, ob die Musik „früher beginnt“ oder nicht. Eine Bestätigung dieser These könnte aus der Messung im *Anhang 1.3* stammen: Dafür wurden die integrierten RMS-Werte der Intros übernommen und für den *Anhang 1.3.1* die RMS-Werte der gesamten Titel gemessen. Verwendet wird dafür erneut der dpMeter5. Aus diesen Messwerten wird die

Differenz vom gesamten Song zum jeweiligen Intro berechnet. Darauffolgend wird der Mittelwert für den dazugehörigen Meilenstein zusammengefasst (Abbildung 24).

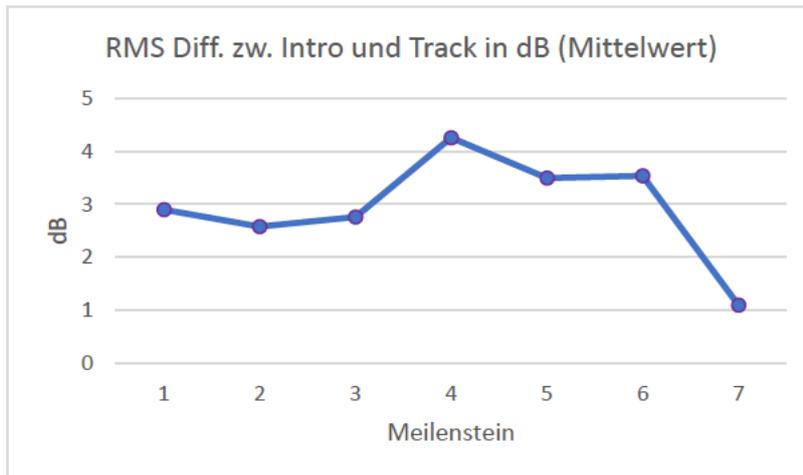


Abbildung 24: RMS Differenz von Track zu Intro nach Meilenstein (Mittelwert) (Anhang 1.3.1)

Die Annahme für diese Messung ist, dass das Intro eines Songs, dessen RMS-Wert eine niedrigere Differenz zum RMS-Wert des gesamten Songs vorweist, als früher beginnend verstanden werden kann. Eine Alternative zu der Messung wäre dieselbe Messung mit den integrierten LUFS-Werten. Diese würden voraussichtlich ähnlich untereinander vergleichbare Werte und Ergebnisse hervorbringen würde.

Beim Betrachten der *Abbildung 24* fällt auf, dass sich die Intros der Meilensteine 1 bis 3 im Schnitt bereits sehr nah an den RMS-Werten der gesamten Songs befunden haben. Zum vierten Meilenstein verzeichnete sich im Schnitt ein Rückgang von genau 1,5 dB. Dieser hielt in geringerem Maße mit den höchsten 3 durchschnittlichen RMS-Werten bis zum sechsten Meilenstein an. Der siebte Meilenstein trägt mit durchschnittlichen 1,1 dB RMS die niedrigste durchschnittliche Differenz. Darin befinden sich unter den einzelnen Werten zum ersten Mal negative Differenzwerte innerhalb dieser Messung. Bei den Songs „Beautiful People“ von Ed Sheeran (Differenz von - 0,1 dB) und „Break Up With Your Girlfriend, I’m Bored“ von Ariana Grande (Differenz von - 1,1 dB) ergaben sich unter den 35 Tracks die einzigen, deren integrierter RMS-Wert des Intros höher war als der des gesamten Tracks. Beim Song „Stupid Love“ von Lady Gaga befinden sich mit 0,1 dB eine ähnlich geringe Differenz (Anhang 1.3.1).

So würde sich der Teil der These, welcher die „früher beginnenden Songs“ umfasst, mit den Ergebnissen der RMS-Differenz-Messung bestätigen.

## **These 2: Intros sind im Laufe der Jahre lauter geworden.**

Wie bereits die Ergebnisse für die These der „früher beginnenden Songs“ andeuteten, ist die Song-Gewichtung in Richtung des Intros gerückt. Ähnliche Ergebnisse sind beim Betrachten der integrierten LUFS-Werte festgestellt worden. Auch bei der Messung des Dynamikumfangs ergaben sich Werte, die eine Steigerung der Lautheit in Richtung des siebten Meilensteins bestätigten. Peak, True Peak und Crest Faktor gaben nur wenige bis keine neuen Informationen zur Entwicklung der Lautheit (siehe Anhang 1.3). Trotz dessen, dass Streamingdienste ebenfalls an die ITU-R BS.1770-Algorithmen anknüpfen (vgl. Spotify for Artists, o.D.a; vgl. Apple o.D.), scheint ein möglichst lautes Mastering weiterhin wünschenswert zu sein. So scheinen in der Produktion, den Messungen zufolge, bei der Lautheit die Funktionen der Algorithmen ausgenutzt zu werden. Damit bestätigt sich die These.

## **These 3: Die Intros von Musik im Zeitalter von Streaming-Plattformen weisen eine zunehmende Stereobreite auf.**

Ähnlich wie bei den Variationen und Songabschnitten im Unterabschnitt „3.1.2 Entwicklung der Songstrukturen in Intros“ bzw. *Anhang 1.2*, verhält sich auch die Kurve der durchschnittlichen Korrelationsgrade (Abbildung 17). So wirkt die zunehmende Stereobreite im Intro wie eine erneut in den Fokus rückende Eigenschaft. Diese scheint seit der Jahrtausendwende bis zum Meilenstein 3 an Relevanz verloren zu haben. In Richtung der Hochphase des Streamings sank der Korrelationsgrad wieder zu den höchsten Werten der Stereoanteile. Diese bestätigen die These im Vergleich zu vorherigen Zeiträumen bis Meilenstein 3. Allerdings waren die Stereoanteile in Meilenstein 1 bereits ähnlich stark vertreten. Ähnlich verhält sich auch die Lautheitskurve des unkorrelierten Signalanteils. Nach Bildung der Differenz zum Gesamtsignal entstand eine nahezu identische Kurve zur Entwicklung der Korrelationsgrade (siehe Anhang 1.4). Damit ließe sich die These auf die letzten 10 Jahre vor dem siebten Meilenstein bestätigen. In Bezug auf den gesamten gemessenen Zeitraum, trifft die These nicht zu. Grund dafür ist die ähnlich starke Stereopräsenz im ersten Meilenstein.

## **These 4: Die Intros von Musik im Zeitalter von Streaming-Plattformen weisen eine veränderte spektrale Gewichtung auf.**

Wie bereits in „3.4 Entwicklung spektraler Eigenschaften von Intros“ festgestellt wurde, veränderten sich die Bassoktaven und haben ab dem Jahr 2017 (Meilenstein 6) durchschnittlich an Gewicht und Lautheit gewonnen (siehe Abbildung 22). Im Gegensatz dazu verloren höhere

Frequenzen an Gewicht und Lautheit. Möglicher Auslöser ist die Standardisierung des BS.1770-LKFS-Algorithmus bei den Streamingdiensten (vgl. Spotify for Artists, o.D.a; vgl. Apple o.D.). Ebenfalls können die Anpassung an den Algorithmus im Mix- und Mastering-Prozess als (Mit-)Auslöser betrachtet werden. Damit bestätigt sich auch diese These.

### **Weitere Erkenntnisse:**

Seit den Tracks im 1. Meilenstein ist die strukturelle Komplexität von Intros deutlich zurückgegangen (siehe Anhang 1.2). Zwar erhöhte sich die Zahl der Variationen und Songabschnitte bei Näherung an die späteren Meilensteine, doch eine Vergleichbarkeit zum 1. Meilenstein blieb weitestgehend aus.

Des Weiteren zeigt das Diagramm der *Abbildung 5* (Anzahl der Variationen nach Meilenstein) Ähnlichkeiten zum Verlauf des globalen Umsatzes der Musikindustrie. Der Abbau der Umsätze und der darauffolgende Aufbau des Streaming-Marktes, der die Umsätze erneut anhob, macht diesen Zusammenhang wahrscheinlicher.

## 5. Fazit

Ziel der vorliegenden Arbeit war die analytische Auswertung möglicher Einflüsse von Musik-Streamingdiensten auf Musikproduktionen. Dazu wurden die ersten 30 Sekunden von Musikproduktionen Max Martins qualitativ und quantitativ analysiert und zusammengetragen.

Zusammengefasst lässt sich bezüglich einiger Faktoren eine Tendenz feststellen, die auf eine indirekte Einflussnahme der Streamingdienste hindeutet. Durch eine vermehrte Nutzung von Streamingdiensten und den daraus resultierenden Umsätzen, macht sich eine Anpassung an ihre Normalisierungsprozesse bemerkbar. Darunter fallen Lautheits- und Spektralwerte, die im LKFS-Algorithmus der ITU-R BS.1770-Empfehlung einer Filterung unterzogen werden. So sind ein Anstieg der durchschnittlichen Lautheits-Werte und eine spektrale Gewichtung zugunsten tiefer Oktaven aufgefallen. Anhand der durchschnittlichen Lautheitswerte wurde im Vergleich zu den Werten der Gesamttitel eine Tendenz zu präsenteren Intros festgestellt.

Bei den Korrelationsgradmessungen zum Thema "Stereobreite" ergab sich numerisch eine stärkere Stereopräsenz. Dies bestätigten auch die Lautheitswerte der unkorrelierten Signalanteile. Ähnlich zu aktuellen Titeln verhielten sich die Produktionen zur Jahrtausendwende.

Des Weiteren ist bei der Überprüfung der Song- und Album-längen eine durchschnittlich kürzere Songdauer aufgefallen. Außerdem fiel auf, dass die Produktionen Max Martins kürzere Songlängen aufweisen als die Mittelwerte der Alben, auf denen die Produktionen vertreten sind.

Die mit Experten durchgeführte qualitative Analyse führte zu keinem für die Thesen relevanten Ergebnis. Allerdings erarbeiteten sich dadurch Erkenntnisse zur strukturellen Komplexität der Titel: So ließ die Komplexität der Songabschnitte und Zahl der Variationen nach der Jahrtausendwende nach. Erst im Jahr 2019 wiesen Intros eine anspruchsvollere Struktur auf. Jedoch blieben diese im Vergleich zur Jahrtausendwende weniger komplex.

Rückblickend wären methodische Verbesserungen im Bereich der Trackzahl, eines breiteren Zeitraums und eines weniger breiten Interpretensfeldes möglich. Damit ließe sich ein repräsentativeres Ergebnis zusammenfassen. Bei der qualitativen Struktur-Analyse wäre vollständigkeitsbedingt eine Erfassung der ear candy-Elemente eine Verbesserungsmöglichkeit.

## 6. Quellenverzeichnis

AES (2010): "AES E-Library. The Loudness War: Background, Speculation, and Recommendations.", unter:

<https://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=15598>

(zul. abgerufen: 18.02.2022, 12:50)

AllMusic (o.D.): "Max Martin", unter:

<https://www.allmusic.com/artist/max-martin-mn0000394427/credits?1642153349701>

(zul. abgerufen: 19.01.2022, 13:54)

Apple (08.06.2015): "Introducing Apple Music — All The Ways You Love Music. All in One Place.", [Artikel], unter:

<https://www.apple.com/newsroom/2015/06/08Introducing-Apple-Music-All-The-Ways-You-Love-Music-All-in-One-Place/>

(zul. abgerufen: 21.01.2022, 16:03)

Apple (o.D.): "Apple Digital Masters. Sound in Studioqualität. Für alle.", [Artikel], unter:

<https://www.apple.com/de/apple-music/apple-digital-masters/>

(zul. abgerufen: 20.02.2022, 14:16)

Apple Music for Artist (o.D.): „Verstehe deine Analysen“, [Artikel], unter:

<https://artists.apple.com/de-de/support/1105-understand-your-analytics>

(zul. abgerufen: 05.01.2022, 11:41)

Artlist (o.D.): "Sound Effects", unter:

<https://artlist.io/sfx/>

(zul. abgerufen: 05.02.2022, 11:30)

Audacityteam (o.D.): "Plot Spectrum", [online], unter:

[https://manual.audacityteam.org/man/plot\\_spectrum.html](https://manual.audacityteam.org/man/plot_spectrum.html)

(zul. abgerufen: 14.03.2022, 14:36)

Baarß, Felix (o.D.): "Mastering Plugins. Die 10 besten Präzisionswerkzeuge.", [Artikel], unter:

<https://www.delamar.de/mastering/best-mastering-plugins-49012/>

(zul. abgerufen: 01.04.2022, 09:12)

Bain, Katie (21.11.2019): "Songs That Defined the Decade: Baauer, 'Harlem Shake'", [Artikel], unter:

<https://www.billboard.com/music/music-news/baauer-harlem-shake-songs-that-defined-the-decade-8543863/>

(zul. abgerufen: 24.03.2022, 14:37)

Balzter, Sebastian (29.05.2016): "Die Hitmaschine" [Artikel], unter:

<https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/menschen-wirtschaft/max-martin-die-hitmaschine-14257593-p3.html>

(zul abgerufen: 19.01.2022, 13:33)

Benson, Dave (2008): "Music: a mathematical offering", [Online], unter:

<https://homepages.abdn.ac.uk/d.j.benson/pages/html/math-music.html>

(zul. abgerufen: 26.01.2022, 12:24)

Billboard, MRC Data (Nielsen Music) (2022): "Anteil von R&B/Hip Hop am Gesamtumsatz der Musikindustrie in den USA in den Jahren 2016 bis 2021", unter:

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1190408/umfrage/musikindustrie-absatzanteil-von-rnb-hip-hop-in-den-usa/>

(zul. abgerufen: 10.02.2022, 15:45)

Boeing, Niels/Reinecke, Jochen (14.02.2012): "Loudness War: Volle Dröhnung", [Artikel], unter:

<https://www.zeit.de/zeit-wissen/2012/02/Loudness-War>

(zul. abgerufen: 18.02.2022, 17:04)

Bowenbank, Starr (02.09.2021): "The Weeknd Surprises Fans With New 'Can't Feel My Face' Video Six Years After Its Release", [Artikel], unter:

<https://www.billboard.com/music/pop/the-weeknd-cant-feel-my-face-new-video-9624157/>

(zul abgerufen: 09.03.2022, 18:07)

Brandt, M. (2019): "Statussymbol Kopfhörer?", unter:

<https://de.statista.com/infografik/18508/umfrage-zur-nutzung-von-kopfhoerern-in-deutschland/>

(zul. abgerufen: 06.03.2022, 14:45)

Brendel, Mirco (o.D.): "Kostenloser Online-Rap-Mixing-Workshop mit FEAR", [online], unter:

<https://soulperium-mixing.de/rap-mixing-workshop-fear/>

(zul. abgerufen: 23.03.2022, 17:51)

BVMI (2021): „Musikindustrie in Zahlen 2020“, pdf:

[https://www.musikindustrie.de/fileadmin/bvmi/upload/06\\_Publikationen/MiZ\\_Jahrbuch/2020/BVMI\\_Musikindustrie\\_in\\_Zahlen\\_2020.pdf](https://www.musikindustrie.de/fileadmin/bvmi/upload/06_Publikationen/MiZ_Jahrbuch/2020/BVMI_Musikindustrie_in_Zahlen_2020.pdf)

(zul. abgerufen: 05.01.2022, 15:24)

Camerer, Florian [TC Electronic HD] (27.10.2011): "EBU R128 Introduction - Florian Camerer" [Youtube-Video], unter:

<https://youtu.be/iuEtQqC-Sqo>

(zul. abgerufen: 03.03.2021, 20:09)

Crew United (o.D.): "Robin Schacht", [online], unter:

[https://www.crew-united.com/en/Robin-Schacht\\_456114.html](https://www.crew-united.com/en/Robin-Schacht_456114.html)

(zul. abgerufen: 24.03.2022, 17:42)

Deezer (o.D.): "Our story", [Artikel], unter:

<https://www.deezer.com/en/company/press>

(zul. abgerufen: 21.01.2022, 13:40)

Dennis und Jesko (11.03.2022): "Ein Song für Wladimir Putin - Putins Freunde | extra 3", [Youtube-Video], unter:

<https://youtu.be/aD8cBDI90Y8>

(zul. abgerufen: 22.03.2022, 12:59)

Discogs (o.D.): "Markus Baier", [online], unter:

<https://www.discogs.com/de/artist/1267144-Markus-Baier>

(zul. abgerufen: 22.03.2022, 11:00)

Discods (o.D.a): "Thomas Hannes", [online], unter:

<https://www.discogs.com/de/artist/565393-Thomas-Hannes>

(zul. abgerufen: 21.03.2022, 22:03)

Doc Vox (o.D.): "Diskografie", [online], unter:

<http://www.docvox.de/sites/disco.htm>

(zul. abgerufen: 22.03.2022, 11:51)

dpa (07.01.2014): „Musik-Streaming wird Bestandteil der Single-Charts“ [Artikel], unter:  
<https://www.maz-online.de/Nachrichten/Kultur/Musik-Streaming-wird-Bestandteil-der-Single-Charts>

(zul. abgerufen: 14.10.2021, 13:03)

EBU (09.2011): "EBU – Empfehlung R 128", unter:

[https://tech.ebu.ch/docs/r/r128\\_2011\\_DE.pdf](https://tech.ebu.ch/docs/r/r128_2011_DE.pdf)

(zul. abgerufen: 31.03.2022, 23:09)

EBU (08.2020): "R 128 LOUDNESS NORMALISATION AND PERMITTED MAXIMUM LEVEL OF AUDIO SIGNALS", unter:

<https://tech.ebu.ch/docs/r/r128.pdf>

(zul. abgerufen: 25.02.2022, 15:43)

Eisenberg, Gunnar (08.10.2003): "Implementierung von FIR- Filtern", [pdf], unter:

<http://www.gunnar-eisenberg.de/NUe/ressourcen/publikationen/sonstiges/FIRFilter.pdf>

(zul. abgerufen: 01.04.2022, 08:37)

Etterer, Marcel (o.D.): "Studio. History.", [online], unter:

<https://www.recognize-studio.de/studio>

(zul. abgerufen: 23.03.2022, 17:26)

Feile, Cornelia (o.D.): "Variieren", pdf:

[https://rp.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/RP-](https://rp.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/RP-Internet/Tuebingen/Abteilung_7/Fachberater/_DocumentLibraries/Documents/Variieren.pdf)

[Internet/Tuebingen/Abteilung\\_7/Fachberater/\\_DocumentLibraries/Documents/Variieren.pdf](https://rp.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/RP-Internet/Tuebingen/Abteilung_7/Fachberater/_DocumentLibraries/Documents/Variieren.pdf)

(zul. abgerufen: 19.03.2022, 01:08)

Fourier, Jean Baptiste Joseph (1822): "Analytische Theorie der Wärme", Berlin, Deutschland:  
Julius Springer Verlag (1884)

FÖD (12.01.2016): "Ultra- und Hochfrequenzschall", [Artikel], unter:

<https://www.health.belgium.be/de/ultra-und-hochfrequenzschall>

(zul. abgerufen: 15.03.2022, 22:41)

Garvey, Meaghan (30.08.2018): "Are Songs Getting Shorter?", [Artikel], unter:

<https://artists.spotify.com/blog/are-songs-getting-shorter>

(zul. abgerufen: 10.02.2022, 19:49)

Gernemann, A. (o.D.): "Stereophonie", unter:

<https://www.uni-koeln.de/phil-fak/muwi/ag/umdruck/stereo.pdf>

(zul. abgerufen: 06.03.2022, 14:35)

GQ.de (31.08.2016): "Sänger The Weeknd zweimal im "Guinness-Buch der Rekorde"",

[Artikel], unter:

<https://www.gq-magazin.de/unterhaltung/tv-serien-filme-musik/rekordverdaechtig-saenger-the-weeknd-zweimal-im-guinness-buch-der-rekorde>

(zul. abgerufen: 09.03.2022, 19:31)

Grannell, Craig (16.05.2018): "A history of music streaming", [Artikel], unter:

<https://www.dynaudio.com/dynaudio-academy/2018/may/a-history-of-music-streaming>

(zul. abgerufen: 21.01.2022, 10:22)

Günther, Ralph (12.09.2016): "Spotify motiviert Label zu 31 Sekunden langen Songs",

[Artikel], unter:

<https://www.deutschlandfunknova.de/beitrag/musikstreaming-spotify-zahlt-erst-nach-30-sekunden>

(zul. abgerufen: 14.01.2022, 16:07)

Hau, Dr. Andreas (30.11.2021): "Focal Clear MG Professional – Studiokopfhörer im Test",

[Artikel], unter:

<https://www.soundandrecording.de/equipment/focal-clear-mg-professional-studiokopfhoerer-im-test/>

(zul. abgerufen: 29.03.2022, 14:52)

Hahn, Michael (12.04.2021): "Dynamic Range: What It Is and Why It Matters in Mastering",

[Artikel], unter:

<https://blog.landr.com/dynamic-range-mastering/>

(zul. abgerufen: 24.02.2022, 20:50)

Hochschule Karlsruhe (o.D.): "Der Effektivwert (quadratischer Mittelwert)", unter:

<https://www.eit.hs-karlsruhe.de/hertz/teil-c-wechselstromtechnik/periodische-zeitabhaengige-groessen/mittelwerte-periodischer-groessen/der-effektivwert-quadratischer-mittelwert.html>

(zul. abgerufen: 23.02.2022, 11:54)

Høier, Svein (2014): "Surrounded by Ear Candy?", in: Nordicom Review 35, S. 251 - 262

ifpi (2021): "Global Music Report 2021", pdf:

[https://www.ifpi.org/wp-](https://www.ifpi.org/wp-content/uploads/2020/03/GMR2021_STATE_OF_THE_INDUSTRY.pdf)

[content/uploads/2020/03/GMR2021\\_STATE\\_OF\\_THE\\_INDUSTRY.pdf](https://www.ifpi.org/wp-content/uploads/2020/03/GMR2021_STATE_OF_THE_INDUSTRY.pdf)

(zul. abgerufen: 14.01.2022, 10:53)

ifpi (2022): "Global Music Report 2022", [online], unter:

<https://globalmusicreport.ifpi.org/>

(zul. abgerufen: 31.03.2022, 11:35)

Image-Line (o.D.): "Mixing & Effects. Fruity Parametric EQ 2", [online], unter:

<https://www.image-line.com/fl-studio-learning/fl-studio-online-manual/>

(zul. abgerufen: 18.03.2022, 11:36)

ITU (2007): "Recommendation ITU-R BS.1770-1 Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level", unter:

[https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.1770-1-200709-S!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.1770-1-200709-S!!PDF-E.pdf)

(zul. abgerufen: 26.03.2022, 16:49)

ITU (03.2011): "Recommendation ITU-R BS.1770-2 Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level", unter:

[https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.1770-2-201103-S!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.1770-2-201103-S!!PDF-E.pdf)

(zul. abgerufen: 26.03.2022, 16:44)

ITU (10.2015): "Recommendation ITU-R BS.1770-4 Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level", unter:

[https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.1770-4-201510-I!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.1770-4-201510-I!!PDF-E.pdf)

(zul. abgerufen: 25.02.2022, 16:54)

Kaiser, Ulrich (2011): "Babylonian confusion. Zur Terminologie der Formanalyse von Pop- und Rockmusik.", in: ZGMTH 8/1, 43–75. <https://doi.org/10.31751/588>

(zul. abgerufen: 02.02.2022, 10:43)

Kedves, Jan (4.11.2017): „30 Sekunden, die den Pop verändern“ [Artikel], unter:

<https://www.sueddeutsche.de/kultur/musik-streaming-30-sekunden-die-den-pop-veraendern-1.3734114>

(zul. abgerufen: 05.01.2022, 17:43)

Kopf, Dan (17.01.2019): "The economics of streaming is making songs shorter", [Artikel], unter:

<https://qz.com/1519823/is-spotify-making-songs-shorter/>

(zul. abgerufen: 06.02.2022, 18:46)

Lerch, Alexander (2008): "Bitratenreduktion", in: Weinzierl, Stefan (2008): "Handbuch der Audiotechnik", Berlin: Springer Verlag, S. 849-884

Maempel, Hans-Joachim/Weinzierl, Stefan/Kaminski, Peter (2008): "Audiobearbeitung", in: Weinzierl, Stefan (2008): "Handbuch der Audiotechnik", Berlin: Springer Verlag, S. 719-784

Mallmann, Aljoscha (24.12.2021): "10 Jahre im Tresor - auf zu neuen Ufern", [Artikel], unter:

<https://tresorfabrik.com/news/10-jahre-im-tresor>

(zul. abgerufen: 21.03.2022, 21:16)

McKinley Jr., James C.: „Billboard’s Hot 100 Singles Chart Starts Tracking Online Listening“, [Artikel] 14.03.2012, unter:

<https://www.nytimes.com/2012/03/15/arts/music/billboard-starts-counting-online-streams-for-hot-100-chart.html>

(zul. abgerufen: 05.01.2022, 15:37)

Moening, Melanie (04.12.2021): "Stimmt es, dass ein Song auf Spotify erst nach 30 Sekunden Geld einspielt?" [Artikel], unter:

<https://www.stern.de/digital/online/faktencheck--spielt-ein-song-auf-spotify-erst-nach-30-sekunden-geld-ein--30954254.html>

(zul. abgerufen: 03.04.2022, 16:25)

Mukken (o.D.): "Profil. Alexander Lübke", [online], unter:

[https://www.mukken.com/de/profile/Glade\\_Mixing](https://www.mukken.com/de/profile/Glade_Mixing)

(zul. abgerufen: 21.03.2022, 19:19)

Nielsen Music: "Mid-Year Report U.S. 2018", pdf:

<https://www.nielsen.com/wp-content/uploads/sites/3/2019/04/us-midyear-music-report-2018.pdf>

(zul. abgerufen: 09.02.2022, 15:21)

Offizielle Deutsche Charts (o.D.): "Suche nach 'Backstreet Boys'", [online], unter:

[https://www.offiziellecharts.de/suche?artist\\_search=Backstreet%20Boys&do\\_search=do](https://www.offiziellecharts.de/suche?artist_search=Backstreet%20Boys&do_search=do)

(zul. abgerufen: 24.03.2022, 14:09)

Offizielle Deutsche Charts (o.D.a): "The Weeknd. Blinding Lights.", [online], unter:  
<https://www.offiziellecharts.de/titel-details-1924201>

(zul. abgerufen: 24.03.2022, 15:33)

Ogorek, Alexej C. (o.D.): "Eine kurze Geschichte der Tonaufzeichnung", unter:  
<https://digital-audio-systems.com/eine-kurze-geschichte-der-tonaufzeichnung/>

(zul. abgerufen: 23.03.2022, 19:20)

Olloaudio (o.D.): "ALEXANDER LUEBBE", [Artikel], unter:  
<https://olloaudio.com/de/products/alexander-lubbe>

(zul. abgerufen: 22.03.2022, 10:33)

Pons (o.D.): Peak, in: Pons [Wörterbucheintrag], unter:  
<https://de.pons.com/%C3%BCbersetzung/englisch-deutsch/peak>

(zul. abgerufen: 20.02.2022, 18:08)

Preform (o.D.): "Oktaven und Terzen", [online], unter:  
<https://www.preform.de/oktaven-und-terzen/>

(zul. abgerufen: 16.03.2022, 16:45)

Qobuz Downloadstore, unter:  
<https://www.qobuz.com/de-de/shop>

(zul. abgerufen: 23.01.2022, 21:37)

Richter, F. (2018): "The World's Favorite Music Genres", unter:  
<https://www.statista.com/chart/15763/most-popular-music-genres-worldwide/>

(zul. abgerufen: 09.02.2022, 14:57)

Robjohns, Hugh (10.2016): "Q. What are my phase-correlation meters telling me?" [Artikel],  
unter:

<https://www.soundonsound.com/sound-advice/q-what-are-my-phase-correlation-meters-telling-me>

(zul. abgerufen: 07.03.2022, 16:38)

RollingStone (o.D.): "100 Greatest Songwriters of All Time" [Online], unter:  
<https://www.rollingstone.com/music/lists/100-greatest-songwriters>

(zul. abgerufen: 19.01.2022, 13:40)

Ruth, Nicolas (2019): "Musik auf Online- und Mobilmedien", in: Schramm, Holger:  
„Handbuch Musik und Medien“, 2. Auflage, Springer, S. 225 - 252

San Segundo, Carlos (23.02.2022): "Das große Equalizer 1×1", [Artikel], unter:

<https://www.delamar.de/musikproduktion/eq-tutorial-1-2095/>

(zul. abgerufen: 14.03.2022, 17:24)

Schafer, Joseph (12.06.2019): "DOPE Interviews | Qoiet: Dance Music Meets Metal", [Artikel],

unter:

<https://tv.dopemagazine.com/interviews-qoiet/>

(zul. abgerufen: 21.03.2022, 14:33)

Schacht, Robin (o.D.): "Creative City Berlin. robin schacht.", [Profil], unter:

[https://www.creative-city-berlin.de/de/network/member/r\\_o\\_b/](https://www.creative-city-berlin.de/de/network/member/r_o_b/)

(zul. abgerufen: 24.03.2022, 17:04)

Schacht, Robin (o.D.a): "LinkedIn. Robin Schacht.", [Profil], unter:

<https://de.linkedin.com/in/robinschacht>

(zul. abgerufen: 24.03.2022, 17:32)

Schacht, Robin (2018): "music & sound-art", [online], unter:

<https://www.robinschacht.de/>

(zul. abgerufen: 24.03.2022, 17:48)

Schwarzer, Matthias (01.09.2021): "Immer kürzer, immer simpler: Wie Tiktok und Spotify die Popmusik verändern", [Artikel], unter:

<https://www.rnd.de/kultur/popmusik-warum-songs-immer-kuerzer-werden-und-was-tiktok-damit-zu-tun-hat-K6WA2YZDEBFLN6SNUD5IZJ2GU.html>

(zul. abgerufen: 29.03.2022, 18:25)

Schwerdtfeger, Sebastian (o.D.): "Stereobreite" [Artikel], unter:

<https://13db.de/mastering/mono-stereo-ms/stereobreite/>

(zul. abgerufen: 07.03.2022, 21:17)

Sengpiel, Eberhardt (o.D.): "Klaviatur und Frequenzen" [online], unter:

<http://www.sengpielaudio.com/Rechner-notennamen.htm>

(zul. abgerufen: 15.03.2022, 22:19)

Spotify for Artists (o.D.): „How we count streams“, [Artikel], unter:

<https://artists.spotify.com/help/article/how-we-count-streams>

(zul. abgerufen: 05.01.2022, 11:16)

Spotify for Artists (o.D.a): "Lautstärke-Normalisierung", [Artikel], unter:

<https://artists.spotify.com/de/help/article/loudness-normalization>

(zul. abgerufen: 20.02.2022, 14:01)

Steinberg (o.D.): "Unsere Technologien", [Online], unter:

<https://www.steinberg.net/de/technology/>

(zul. abgerufen: 01.04.2022, 10:04)

Steinberg.help (o.D.): "Spektralanalyse", [online], unter:

[https://steinberg.help/cubase\\_elements\\_le\\_ai/v9/de/cubase\\_nuendo/topics/audio\\_processing\\_and\\_functions/audio\\_processing\\_spectrum\\_analyzer\\_r.html](https://steinberg.help/cubase_elements_le_ai/v9/de/cubase_nuendo/topics/audio_processing_and_functions/audio_processing_spectrum_analyzer_r.html)

(zul. abgerufen: 14.03.2022, 14:29)

Stewart, Ian (28.07.2020): "What Is Crest Factor and Why Is It Important?", [Artikel], unter:

<https://www.izotope.com/en/learn/what-is-crest-factor.html>

(zul. abgerufen: 24.02.2022, 19:20)

TBProAudio (o.D.): "Product description. dpMeter.", unter:

<https://www.tbproaudio.de/products/dpmeter>

(zul. abgerufen: 23.02.2022, 12:31)

Tischmeyer, Friedemann (o.D.): "EBU-Norm R128 – Die leise Revolution der Pegelmessung" [Artikel], unter:

<https://www.delamar.de/mastering/r128-14870/>

(zul. abgerufen: 18.02.2022, 17:44)

Tischmeyer, Friedemann (o.D.a): "Peak und Lautheit beim Audio Mastering am Computer" [Artikel], unter:

<https://www.delamar.de/mastering/audio-mastering-am-computer-peak-und-lautheit-3960/>

(zul. angerufen: 20.02.2022, 19:08)

Tischmeyer, Friedemann (27.12.2010): "DE: Loudness War", [Youtube-Video], unter:

<https://www.youtube.com/watch?v=bsIKSSyWbR0>

(zul. abgerufen: 18.02.2022, 14:01)

Unger, Anette (06.10.2016): "Die erste Oper wird aufgeführt", [Artikel], unter:

<https://www.br-klassik.de/themen/klassik-entdecken/was-heute-geschah-06101600-urauffuehrung-euridice-oper-100.html>

(zul. abgerufen: 23.03.2022: 21:32)

Unterberger, Andrew (05.12.2019): "2013 Was the Year That... Streaming Officially Became Unignorable", [Artikel], unter:

<https://www.billboard.com/music/music-news/2013-year-of-streaming-8545169/>

(zul. abgerufen: 21.01.2022, 14:39)

Vaneev, Aleksey (o.D.): "Voxengo MSED", [online], unter:

<https://www.voxengo.com/product/msed/>

(zul. abgerufen: 08.03.2022, 17:10)

Vickers, Earl (2010): "The Loudness War: Background, Speculation, and Recommendations.", in: Audio Engineering Society E-Library, AES Convention Paper #8175.

<http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=15598>

(zul. abgerufen: 18.02.2022, 15:24)

Weinzierl, Stefan (2008): "Handbuch der Audiotechnik", Berlin, Deutschland: Springer-Verlag.

West, Kanye (2016): "The Life of Pablo", Getting Out Out Dreams II, LLC

Wettstein, Thomas (30.10.2019): "dB, dBFS, RMS, LUFS, R128, PSR, dBu – wie bitte?" [Artikel], unter:

<https://www.thomwettstein.com/blog/db-dbfs-rms-lufs-r128-psr-dbu-wie-bitte>

(zul. abgerufen: 23.02.2022, 19:14)

Woodhaal, Woody (15.09.2013): "Uncategorised. The CALM ACT (Commercial Advertisement Loudness Mitigation)", [Artikel], unter:

<https://www.provideocoalition.com/the-calm-act-commercial-advertisement-loudness-mitigation/>

(zul. abgerufen: 27.03.2022, 13:24)

WUMMS (25.02.2022): "Der Bellingham Song", [Youtube-Video], unter:

<https://youtu.be/MYGxKXLMxx8>

(zul. abgerufen: 22.03.2022, 12:46)

## 6. Eigenständigkeitserklärung

Ich versichere, dass die vorliegende Arbeit

„Auswirkung von Streamingdiensten auf Musikproduktionen am Beispiel von Max Martin“

selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt zu haben. Die aus anderen Werken wörtlich entnommenen Stellen oder dem Sinn nach entlehnten Passagen sind durch Quellenangaben eindeutig kenntlich gemacht.

Paulo Shklovsky

Hamburg, den 08.04.2022

## 7. Anhang

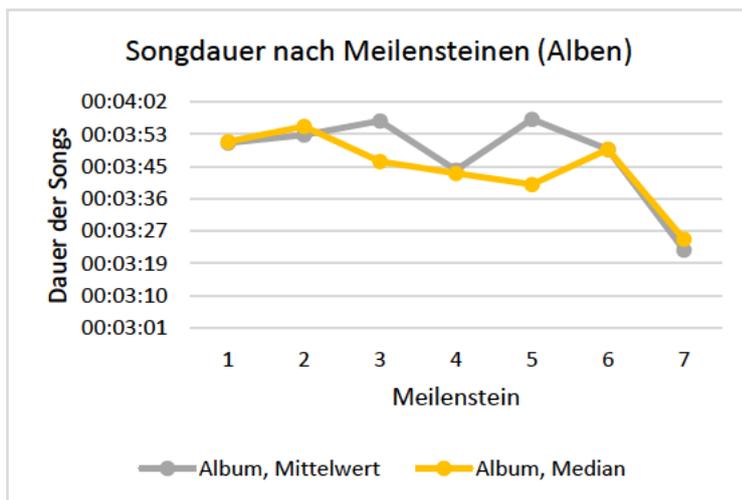
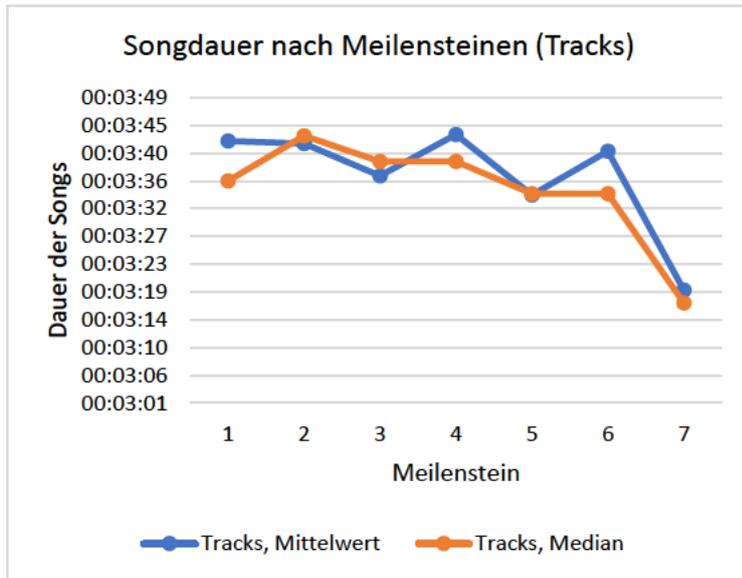
### Anhangsverzeichnis

Anhang 1.1	Song- und Albedudauer
Anhang 1.2	Variationen und Songabschnitte
Anhang 1.3	Peaks und Lautheit
Anhang 1.3.1	Differenzmessung Intros / Gesamttracks
Anhang 1.4	Korrelationsgrade und Lautheit unkorrelierter Anteile
Anhang 1.5	spektrale Gewichtung
Anhang 2	TBProAudio Mail
Anhang 3.1	FL Studio Playlist mit Abbruch-Marker
Anhang 3.2	dpMeter5 – Reset der Messung

### Anhang 1.1

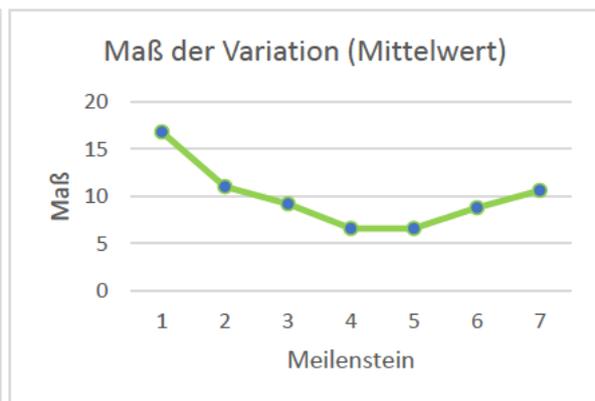
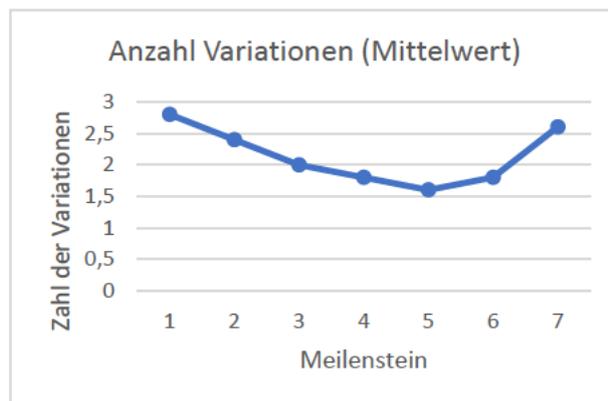
Meilenstein	Titel	Interpret(en)	Tracks, Dauer	Album, Dauer	Album, Trackanzahl	Album, 5-Dauer
1	It's the Things You Do	Five	00:03:36	01:05:32	17	00:03:51
	Tearing' Up My Heart	*NSYNC	00:03:31	00:50:09	13	00:03:51
	Larger Than Life	Backstreet Boys	00:03:52	00:45:49	12	00:03:49
	That's The Way It Is	Céline Dion	00:04:01	[Single]	1	00:04:01
	Dops!...I Did It Again	Britney Spears	00:03:31	00:44:26	12	00:03:42
2	Analogue (All I Want)	a-ha	00:03:47	01:01:46	15	00:04:07
	Here I Am	Marion Raven	00:03:52	00:44:55	11	00:04:05
	4ever	The Veronicas	00:03:29	00:45:16	13	00:03:29
	'Cuz I Can	P!nk	00:03:43	01:01:05	16	00:03:49
	Let U Go	Ashley Parker Angel	00:03:38	00:47:05	12	00:03:55
3	My Life Would Suck Without You	Kelly Clarkson	00:03:31	00:58:33	16	00:03:40
	Dutta My Head	Leona Lewis	00:03:39	00:58:42	13	00:04:31
	If I Had You	Adam Lambert	00:03:46	[Single]	1	00:03:46
	Grow a Pear	Ke\$ha	00:03:28	00:43:19	12	00:03:37
	DJ Got Us Fallin' in Love Again	Usher	00:03:40	01:32:07	22	00:04:11
4	Tonight I'm Getting Over You	Carly Rae Jepsen	00:03:39	00:56:18	16	00:03:31
	I Knew You Were Trouble	Taylor Swift	00:03:39	01:30:20	22	00:04:06
	In A World Like This	Backstreet Boys	00:03:40	00:45:43	12	00:03:49
	Easier to Lie	Cassadee Pope	00:03:59	00:40:51	11	00:03:43
	One More Night	Maroon 5	00:03:39	00:45:27	13	00:03:30
5	Lost and Found	Ellie Goulding	00:03:36	01:22:11	23	00:03:34
	Can't Feel My Face	The Weeknd	00:03:33	01:05:06	14	00:04:39
	Cool for the Summer	Demi Levato	00:03:34	00:54:58	15	00:03:40
	Nobody Love	Tori Kelly	00:03:23	01:02:57	18	00:03:30
	Send My Love (To Your New Lover)	Adele	00:03:43	00:48:20	11	00:04:24
6	Secrets	P!nk	00:03:30	00:51:08	13	00:03:56
	Roulette	Katy Perry	00:03:18	01:04:58	17	00:03:49
	King Of My Heart	Taylor Swift	00:03:34	00:55:38	15	00:03:43
	Chained to the Rhythm (feat. Skip Marley)	Katy Perry	00:03:57	""		
	End Game (feat. Ed Sheeran & Future)	Taylor Swift	00:04:04	""		
7	Break Up with Your Girlfriend, I'm Bored	Ariana Grande	00:03:10	00:41:04	12	00:03:25
	Blinding Lights	The Weeknd	00:03:20	00:56:12	14	00:04:01
	Stupid Love	Lady Gaga	00:03:13	00:42:59	16	00:02:41
	Finish What We Started	Zac Brown Band	00:03:35	00:37:37	11	00:03:25
	Beautiful People (feat. Khalid)	Ed Sheeran	00:03:17	00:49:48	15	00:03:19

Meilenstein	Tracks, Mittelwert	Tracks, Median	Album, Mittelwert	Album, Median
1	00:03:42	00:03:36	00:03:51	00:03:51
2	00:03:42	00:03:43	00:03:53	00:03:55
3	00:03:37	00:03:39	00:03:57	00:03:46
4	00:03:43	00:03:39	00:03:44	00:03:43
5	00:03:34	00:03:34	00:03:57	00:03:40
6	00:03:41	00:03:34	00:03:49	00:03:49
7	00:03:19	00:03:17	00:03:22	00:03:25



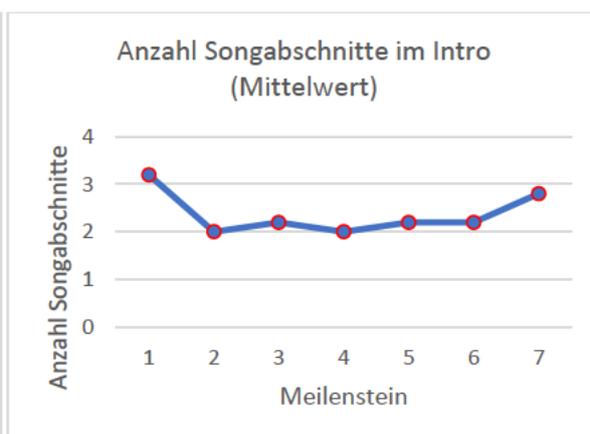
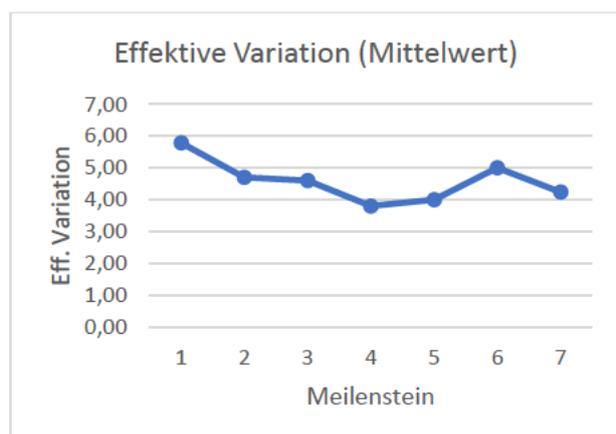
## Anhang 1.2

Meilenstein	Titel	Interpret(en)	1. Anzahl Var.	2. Maß Var.	3. eff. Variation	4. Startelemente
1	It's the Things You Do	Five	2	10	5	2
	Tearing' Up My Heart	*NSYNC	3	20	6,67	2
	Larger Than Life	Backstreet Boys	3	18	6,00	2
	That's The Way It Is	Céline Dion	4	27	6,75	1
	Oops!...I Did It Again	Britney Spears	2	9	4,5	2
2	Analogue (All I Want)	a-ha	2	12	6	1
	Here I Am	Marion Raven	2	11	5,5	1
	4ever	The Veronicas	2	8	4	1
	'Cuz I Can	Pink	3	13	4,33	2
	Let U Go	Ashley Parker Angel	3	11	3,67	1
3	My Life Would Suck Without You	Kelly Clarkson	2	8	4	2
	Outta My Head	Leona Lewis	2	13	6,5	3
	If I Had You	Adam Lambert	2	6	3	3
	Grow a Pear	Ke\$ha	2	12	6	1
	DJ Got Us Fallin' in Love Again	Usher	2	7	3,5	1
4	Tonight I'm Getting Over You	Carly Rae Jepsen	1	2	2	2
	I Knew You Were Trouble	Taylor Swift	3	9	3	1
	In A World Like This	Backstreet Boys	2	7	3,5	2
	Easier to Lie	Cassadee Pope	2	9	4,5	2
	One More Night	Maroon 5	1	6	6	2
5	Lost and Found	Ellie Goulding	1	5	5	2
	Can't Feel My Face	The Weeknd	2	8	4	2
	Cool for the Summer	Demi Levato	2	9	4,5	2
	Nobody Love	Tori Kelly	2	9	4,5	1
	Send My Love (To Your New Lover)	Adele	1	2	2	2
6	Secrets	Pink	2	8	4	2
	Roulette	Katy Perry	2	9	4,5	1
	King Of My Heart	Taylor Swift	2	13	6,5	1
	Chained to the Rhythm (feat. Skip Marley)	Katy Perry	1	6	6	2
	End Game (feat. Ed Sheeran & Future)	Taylor Swift	2	8	4	2
7	Break Up with Your Girlfriend, I'm Bored	Ariana Grande	2	10	5	3
	Blinding Lights	The Weeknd	4	16	4	1
	Stupid Love	Lady Gaga	2	7	3,5	2
	Finish What We Started	Zac Brown Band	3	8	2,67	1
	Beautiful People (feat. Khalid)	Ed Sheeran	2	12	6	3



Meilenstein	$\delta$ Anzahl Var.	$\delta$ Maß Var.	$\delta$ eff. Var.	$\delta$ Startelemente	$\delta$ Songabschnitte
1	2,8	16,8	5,78	1,8	3,2
2	2,4	11	4,7	1,2	2
3	2	9,2	4,6	2	2,2
4	1,8	6,6	3,8	1,8	2
5	1,6	6,6	4	1,8	2,2
6	1,8	8,8	5	1,6	2,2
7	2,6	10,6	4,23	2	2,8

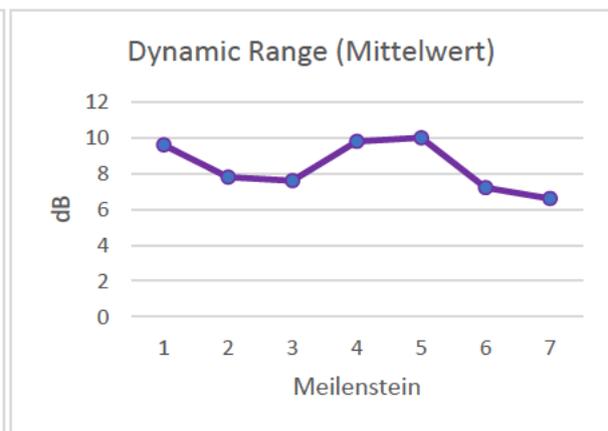
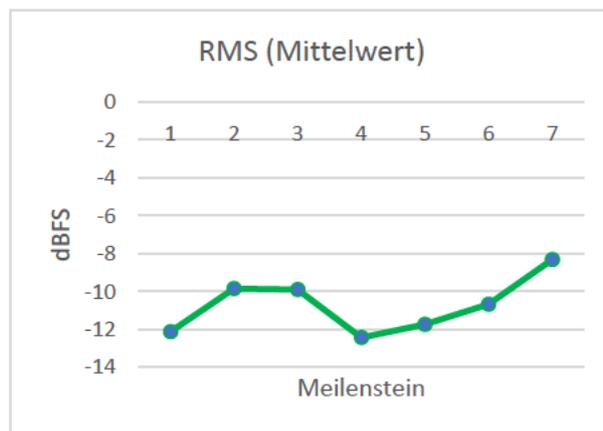
Meilenstein	Titel	Interpret(en)	5. Anzahl Songabschnitte	Notizen Songabschnitte
1	It's the Things You Do	Five		3 Chorus (minimized), Bridge, Verse
	Tearing' Up My Heart	*NSYNC		3 Chorus (minimized, buildup), Bridge, Verse
	Larger Than Life	Backstreet Boys		3 Intro, Chorus (instrumental), Verse
	That's The Way It Is	Céline Dion		4 Intro, Interlude, instr. Chorus, Bridge
	Oops!...I Did It Again	Britney Spears		3 Intro, (Post)chorus, Verse
2	Analogue (All I Want)	a-ha		2 Intro, Verse
	Here I Am	Marion Raven		2 Intro, Verse
	4ever	The Veronicas		2 Intro, Verse
	'Cuz I Can	Pink		2 Intro, Verse
	Let U Go	Ashley Parker Angel		2 Intro, Verse
3	My Life Would Suck Without You	Kelly Clarkson		2 Intro, Verse
	Outta My Head	Leona Lewis		2 Intro, Verse
	If I Had You	Adam Lambert		2 Intro, Verse
	Grow a Pear	Ke\$ha		3 Intro, Verse, Bridge
	DJ Got Us Fallin' in Love Again	Usher		2 Intro, Verse
4	Tonight I'm Getting Over You	Carly Rae Jepsen		1 Verse
	I Knew You Were Trouble	Taylor Swift		3 Intro, Verse, Bridge
	In A World Like This	Backstreet Boys		2 Intro, Verse
	Easier to Lie	Cassadee Pope		2 Intro, Verse
	One More Night	Maroon 5		2 Intro (Chorus minimized), Verse
5	Lost and Found	Ellie Goulding		2 Intro, Verse
	Can't Feel My Face	The Weeknd		3 Intro, Verse, Prechorus
	Cool for the Summer	Demi Levato		2 Intro, Verse
	Nobody Love	Tori Kelly		2 Intro, Verse
	Send My Love (To Your New Lover)	Adele		2 Intro, Verse
6	Secrets	Pink		2 Intro, Verse
	Roulette	Katy Perry		2 Intro, Verse
	King Of My Heart	Taylor Swift		3 Intro, Verse, Prechorus
	Chained to the Rhythm (feat. Skip Marley)	Katy Perry		2 Intro, Verse (+ Headline)
	End Game (feat. Ed Sheeran & Future)	Taylor Swift		2 Intro, Verse
7	Break Up with Your Girlfriend, I'm Bored	Ariana Grande		3 Intro, Verse, Bridge
	Blinking Lights	The Weeknd		4 Intro, Transition Bridge, inst. Chorus, Verse
	Stupid Love	Lady Gaga		2 Intro, Verse
	Finish What We Started	Zac Brown Band		2 Intro, Verse
	Beautiful People (feat. Khalid)	Ed Sheeran		3 Intro, Chorus (minimized), Verse



\*Angaben zu Experten und den von ihnen interpretierten Titeln auf digitalem Speichermedium.

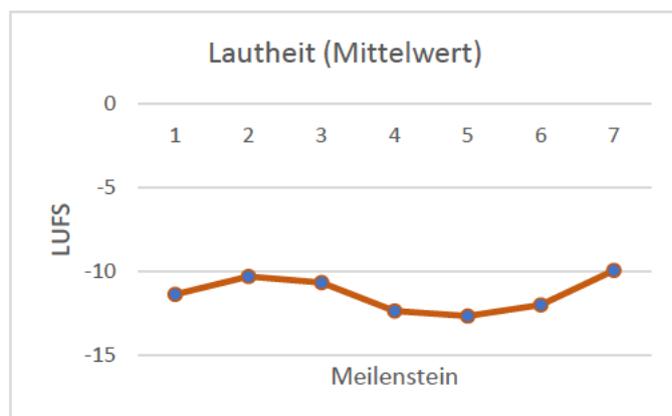
## Anhang 1.3

Meilenstein	Titel	Interpret(en)	Peak in dBFS	RMS (Mittelwert)	Crest-Faktor in dB	Dynamic Range
1	It's the Things You Do	Five	-1,1	-11,3	10,2	9
	Tearing Up My Heart	*NSYNC	0	-10,5	10,5	9
	Larger Than Life	Backstreet Boys	-0,1	-11,5	11,4	10
	That's The Way It Is	Céline Dion	-0,3	-14,3	14	10
	Oops!...I Did It Again	Britney Spears	-0,7	-13,1	12,4	10
2	Analogue (All I Want)	a-ha	-0,1	-10,2	10,1	7
	Here I Am	Marion Raven	0	-11,4	11,4	9
	4ever	The Veronicas	-0,5	-10,1	9,6	8
	'Cuz I Can	Pink	0	-10,4	10,4	9
	Let U Go	Ashley Parker Angel	-0,1	-7,2	7,1	6
3	My Life Would Suck Without You	Kelly Clarkson	0	-11,9	11,9	9
	Outta My Head	Leona Lewis	0	-9,5	9,5	8
	If I Had You	Adam Lambert	-0,2	-10,3	10,1	8
	Grow a Pear	Ke\$ha	0	-9,3	9,3	7
	DJ Got Us Fallin' in Love Again	Usher	-0,5	-8,5	8	6
4	Tonight I'm Getting Over You	Carly Rae Jepsen	-1,2	-17,1	15,9	12
	I Knew You Were Trouble	Taylor Swift	-0,7	-13,6	12,9	11
	In A World Like This	Backstreet Boys	0	-11,3	11,3	9
	Easier to Lie	Cassadee Pope	0	-11,4	11,4	10
	One More Night	Maroon 5	0	-8,8	8,8	7
5	Lost and Found	Ellie Goulding	-0,6	-14	13,4	11
	Can't Feel My Face	The Weeknd	-0,4	-11,9	11,5	9
	Cool for the Summer	Demi Levato	0	-10,9	10,9	9
	Nobody Love	Tori Kelly	0	-11,2	11,2	11
	Send My Love (To Your New Lover)	Adele	0	-10,7	10,7	10
6	Secrets	Pink	-0,2	-11,1	10,9	7
	Roulette	Katy Perry	-0,4	-12,4	12	8
	King Of My Heart	Taylor Swift	-0,2	-11,9	11,7	7
	Chained to the Rhythm (feat. Skip Marley)	Katy Perry	-0,2	-8	7,8	7
	End Game (feat. Ed Sheeran & Future)	Taylor Swift	-0,2	-10	9,8	7
7	Break Up with Your Girlfriend, I'm Bored	Ariana Grande	-0,2	-6	5,8	5
	Blinding Lights	The Weeknd	-0,2	-8,7	8,5	6
	Stupid Love	Lady Gaga	0	-7	7	6
	Finish What We Started	Zac Brown Band	-0,3	-12,4	12,1	10
	Beautiful People (feat. Khalid)	Ed Sheeran	-0,1	-7,5	7,4	6



Meilestein	Peak	RMS	Crest	DR	TP	LUFS	RMS/LUFS
1	-0,44	-12,14	11,7	9,6	0,34	-11,38	0,76
2	-0,14	-9,86	9,72	7,8	0,6	-10,3	0,44
3	-0,14	-9,9	9,76	7,6	0,48	-10,66	0,76
4	-0,38	-12,44	12,06	9,8	-0,1	-12,36	0,08
5	-0,2	-11,74	11,54	10	0	-12,66	0,92
6	-0,24	-10,68	10,44	7,2	0,2	-12	1,32
7	-0,16	-8,32	8,16	6,6	0,46	-9,94	1,62

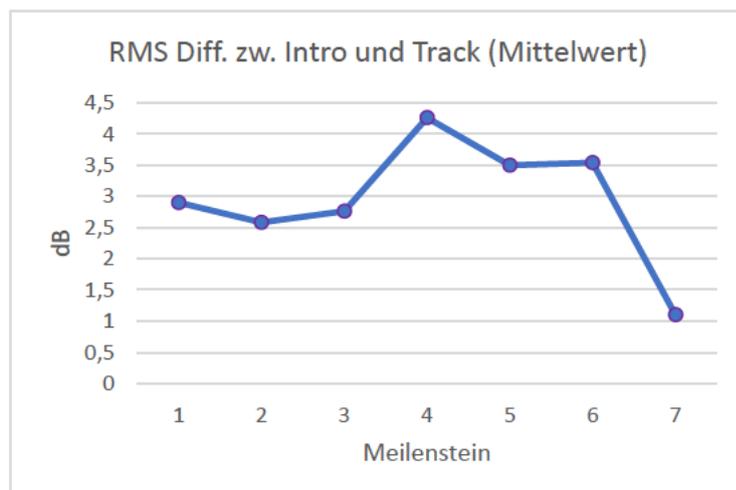
Meilenstein	Titel	Interpret(en)	True Peak (dBTP)	LUFS (Mittelwert)	Diff. P zu TP	Diff RMS, LUFS
1	It's the Things You Do	Five	-0,5	-11,4	0,6	0,1
	Tearing Up My Heart	*NSYNC	0,8	-9,9	0,8	0,6
	Larger Than Life	Backstreet Boys	1,1	-10,4	1,2	1,1
	That's The Way It Is	Céline Dion	0,6	-13,2	0,9	1,1
	Oops!...I Did It Again	Britney Spears	-0,3	-12	0,4	1,1
2	Analogue (All I Want)	a-ha	0,1	-11,1	0,2	0,9
	Here I Am	Marion Raven	1	-11,5	1	0,1
	4ever	The Veronicas	0,9	-10,1	1,4	0
	'Cuz I Can	Pink	0,3	-11,2	0,3	0,8
	Let U Go	Ashley Parker Angel	0,7	-7,6	0,8	0,4
3	My Life Would Suck Without You	Kelly Clarkson	0,4	-12	0,4	0,1
	Outta My Head	Leona Lewis	0,7	-10,6	0,7	1,1
	If I Had You	Adam Lambert	0	-11,3	0,2	1
	Grow a Pear	Ke\$ha	0,7	-9,7	0,7	0,4
	DJ Got Us Fallin' in Love Again	Usher	0,6	-9,7	1,1	1,2
4	Tonight I'm Getting Over You	Carly Rae Jepsen	-1,1	-15	0,1	2,1
	I Knew You Were Trouble	Taylor Swift	-0,6	-14,8	0,1	1,2
	In A World Like This	Backstreet Boys	0,3	-11,5	0,3	0,2
	Easier to Lie	Cassadee Pope	0,1	-11,6	0,1	0,2
	One More Night	Maroon 5	0,8	-8,9	0,8	0,1
5	Lost and Found	Ellie Goulding	-0,4	-15,1	0,2	1,1
	Can't Feel My Face	The Weeknd	-0,3	-12,7	0,1	0,8
	Cool for the Summer	Demi Levato	0,3	-11,2	0,3	0,3
	Nobody Love	Tori Kelly	0,3	-12,1	0,3	0,9
	Send My Love (To Your New Lover)	Adele	0,1	-12,2	0,1	1,5
6	Secrets	Pink	0,1	-12,2	0,3	1,1
	Roulette	Katy Perry	-0,2	-13,3	0,2	0,9
	King Of My Heart	Taylor Swift	0,2	-13,8	0,4	1,9
	Chained to the Rhythm (feat. Skip Marley)	Katy Perry	0,9	-9,1	1,1	1,1
	End Game (feat. Ed Sheeran & Future)	Taylor Swift	0	-11,6	0,2	1,6
7	Break Up with Your Girlfriend, I'm Bored	Ariana Grande	1	-9,1	1,2	3,1
	Blinding Lights	The Weeknd	0,6	-10,2	0,8	1,5
	Stupid Love	Lady Gaga	0,7	-7,9	0,7	0,9
	Finish What We Started	Zac Brown Band	-0,2	-12,8	0,1	0,4
	Beautiful People (feat. Khalid)	Ed Sheeran	0,2	-9,7	0,3	2,2



Mittelwert Diff. P zu TP	0,52571429
Mw. Diff. RMS zu LUFS	0,94571429

## Anhang 1.3.1

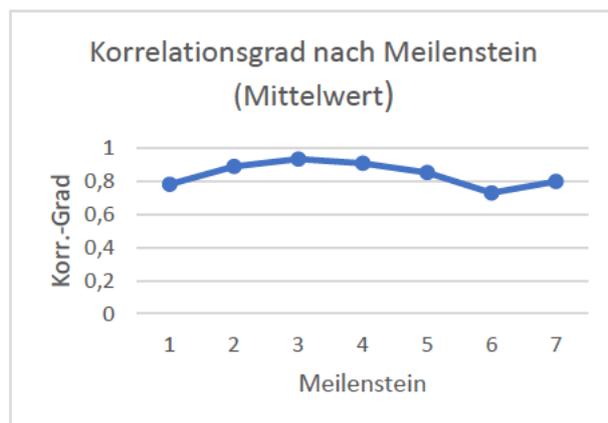
Titel	Interpret(en)	RMS,, Intro (Mw)	RMS (Mw), gesamt	Diff. Track/Intro	Mw
It's the Things You Do	Five	-11,3	-9,9	1,4	
Tearing' Up My Heart	*NSYNC	-10,5	-8,2	2,3	
Larger Than Life	Backstreet Boys	-11,5	-8,5	3	2,9
That's The Way It Is	Céline Dion	-14,3	-9,7	4,6	
Oops!...I Did It Again	Britney Spears	-13,1	-9,9	3,2	
Analogue (All I Want)	a-ha	-10,2	-7,4	2,8	
Here I Am	Marion Raven	-11,4	-7,8	3,6	
4ever	The Veronicas	-10,1	-7,3	2,8	2,58
'Cuz I Can	Pink	-10,4	-7,6	2,8	
Let U Go	Ashley Parker Angel	-7,2	-6,3	0,9	
My Life Would Suck Without You	Kelly Clarkson	-11,9	-6,9	5	
Outta My Head	Leona Lewis	-9,5	-6,8	2,7	
If I Had You	Adam Lambert	-10,3	-7,6	2,7	2,76
Grow a Pear	Ke\$ha	-9,3	-7,3	2	
DJ Got Us Fallin' in Love Again	Usher	-8,5	-7,1	1,4	
Tonight I'm Getting Over You	Carly Rae Jepsen	-17,1	-8,2	8,9	
I Knew You Were Trouble	Taylor Swift	-13,6	-9,9	3,7	
In A World Like This	Backstreet Boys	-11,3	-7,5	3,8	4,26
Easier to Lie	Cassadee Pope	-11,4	-8,4	3	
One More Night	Maroon 5	-8,8	-6,9	1,9	
Lost and Found	Ellie Goulding	-14	-9,4	4,6	
Can't Feel My Face	The Weeknd	-11,9	-8,9	3	
Cool for the Summer	Demi Levato	-10,9	-7,9	3	3,5
Nobody Love	Tori Kelly	-11,2	-7,3	3,9	
Send My Love (To Your New Lover)	Adele	-10,7	-7,7	3	
Secrets	Pink	-11,1	-6,4	4,7	
Roulette	Katy Perry	-12,4	-6,3	6,1	
King Of My Heart	Taylor Swift	-11,9	-8,8	3,1	3,54
Chained to the Rhythm (feat. Skip Marley)	Katy Perry	-8	-7,2	0,8	
End Game (feat. Ed Sheeran & Future)	Taylor Swift	-10	-7	3	
Break Up with Your Girlfriend, I'm Bored	Ariana Grande	-6	-7,1	-1,1	
Blinking Lights	The Weeknd	-8,7	-7,1	1,6	
Stupid Love	Lady Gaga	-7	-6,9	0,1	1,1
Finish What We Started	Zac Brown Band	-12,4	-7,4	5	
Beautiful People (feat. Khalid)	Ed Sheeran	-7,5	-7,6	-0,1	



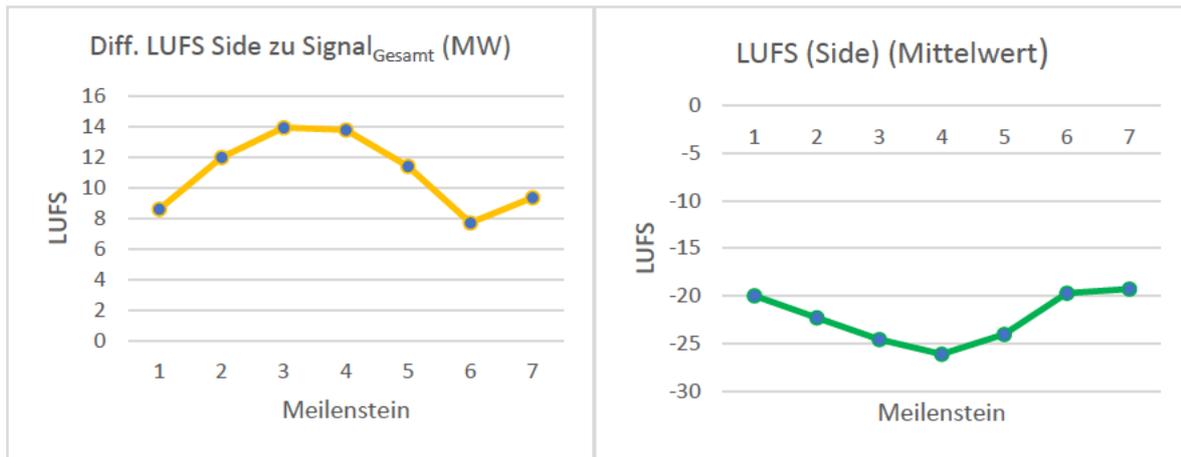
Meilenstein	RMS Diff. MW
1	2,9
2	2,58
3	2,76
4	4,26
5	3,5
6	3,54
7	1,1

## Anhang 1.4

Meilenstein	Titel	Interpret(en)	Korrelationsgrad	M/S in LUFS	LUFS Diff Side zu Gesamt
1	It's the Things You Do	Five	0,7934	-20,1	8,7
	Tearing' Up My Heart	*NSYNC	0,6668	-17,1	7,2
	Larger Than Life	Backstreet Boys	0,8526	-21	10,6
	That's The Way It Is	Céline Dion	0,7561	-21,1	7,9
	Oops!...I Did It Again	Britney Spears	0,8389	-20,6	8,6
2	Analogue (All I Want)	a-ha	0,8275	-21	9,9
	Here I Am	Marion Raven	0,8588	-22,5	11
	4ever	The Veronicas	0,9389	-23,4	13,3
	'Cuz I Can	Pink	0,9514	-26,3	15,1
	Let U Go	Ashley Parker Angel	0,8667	-18,2	10,6
3	My Life Would Suck Without You	Kelly Clarkson	0,9749	-30,7	18,7
	Outta My Head	Leona Lewis	0,8909	-21,9	11,3
	If I Had You	Adam Lambert	0,9107	-23,7	12,4
	Grow a Pear	Ke\$ha	0,9371	-22,7	13
	DJ Got Us Fallin' in Love Again	Usher	0,9606	-23,9	14,2
4	Tonight I'm Getting Over You	Carly Rae Jepsen	0,8	-26,2	11,2
	I Knew You Were Trouble	Taylor Swift	0,9667	-33,3	18,5
	In A World Like This	Backstreet Boys	0,938	-24,6	13,1
	Easier to Lie	Cassadee Pope	0,9068	-24,4	12,8
	One More Night	Maroon 5	0,9283	-22,1	13,2
5	Lost and Found	Ellie Goulding	0,9326	-27,5	12,4
	Can't Feel My Face	The Weeknd	0,7128	-20,5	7,8
	Cool for the Summer	Demi Levato	0,7331	-20	8,8
	Nobody Love	Tori Kelly	0,9419	-25,7	13,6
	Send My Love (To Your New Lover)	Adele	0,9404	-26,5	14,3
6	Secrets	Pink	0,7883	-20,7	8,5
	Roulette	Katy Perry	0,4856	-18,5	5,2
	King Of My Heart	Taylor Swift	0,8507	-22,2	8,4
	Chained to the Rhythm (feat. Skip Marley)	Katy Perry	0,7573	-17,1	8
	End Game (feat. Ed Sheeran & Future)	Taylor Swift	0,7682	-20	8,4
7	Break Up with Your Girlfriend, I'm Bored	Ariana Grande	0,9487	-22,3	13,2
	Blinding Lights	The Weeknd	0,6964	-17	6,8
	Stupid Love	Lady Gaga	0,8148	-16,9	9
	Finish What We Started	Zac Brown Band	0,6378	-19,7	6,9
	Beautiful People (feat. Khalid)	Ed Sheeran	0,8918	-20,5	10,8



Meilenstein	Kor. MW	LUFS MW	Diff. LUFS
1	0,78156	-19,98	8,6
2	0,88866	-22,28	11,98
3	0,93484	-24,58	13,92
4	0,90796	-26,12	13,76
5	0,85216	-24,04	11,38
6	0,73002	-19,7	7,7
7	0,7979	-19,28	9,34



## Anhang 1.5

Meilenstein	Titel	Interpret(en)	Oktave 0	1	2	3	Oktave 4	5	6	7	Oktave 8	9
1	It's the Things You Do	Five	-35,43	-19,84	-22,25	-23,46	-25,77	-29,92	-36,33	-43,64	-44,5	-51,49
	Tearing Up My Heart	*NSYNC	-41,46	-21,22	-19,19	-24,47	-26,99	-29,71	-31,69	-38,65	-45,59	-51,76
	Larger Than Life	Backstreet Boys	-35,08	-15,35	-21,94	-25,29	-29,18	-32,04	-31,58	-37,44	-42,78	-50,43
	That's The Way It Is	Céline Dion	-32,65	-22,66	-21,63	-25,65	-31,65	-36,9	-41,43	-45,43	-50,13	-54,43
	Oops!...I Did It Again	Britney Spears	-34,87	-21,46	-23,6	-25,76	-30,11	-32,02	-36,22	-40,66	-46,39	-50,2
2	Analogue (All I Want)	a-ha	-39,02	-21,58	-15,97	-23,4	-28,24	-33,71	-40,35	-43,91	-56,23	-65,06
	Here I Am	Marion Raven	-43,89	-21,31	-18,89	-23,87	-29,67	-32,28	-36,91	-42,44	-46,12	-53,67
	4ever	The Veronicas	-36,32	-22,15	-17,37	-19,31	-29,06	-32,52	-35,83	-36,31	-44,85	-51,79
	'Cuz I Can	Pink	-33,33	-18,16	-18,98	-22,04	-29,62	-33,41	-35,76	-39,37	-45,70	-51,23
	Let U Go	Ashley Parker Angel	-35,31	-16,88	-12,02	-19,08	-25,99	-31,62	-33,29	-37,75	-42,15	-53,53
3	My Life Would Suck Without You	Kelly Clarkson	-39,53	-19,64	-19,65	-26,95	-28,41	-32,39	-38,94	-42,72	-47,26	-52,33
	Outta My Head	Leona Lewis	-38,14	-14,24	-18,14	-22,58	-27,00	-30,50	-37,15	-42,5	-47,06	-52,06
	If I Had You	Adam Lambert	-35,77	-16,81	-15,46	-24,69	-29,07	-33,47	-38,25	-42,35	-47,77	-55,18
	Grow a Pear	Ke\$ha	-29,88	-15,64	-15,84	-24,07	-28,51	-32,85	-35,47	-39,05	-43,32	-50,08
	DJ Got Us Fallin' in Love Again	Usher	-43,40	-13,78	-15,33	-22,35	-29,28	-31,80	-37,52	-41,02	-45,75	-52,11
4	Tonight I'm Getting Over You	Carly Rae Jepsen	-50,60	-45,77	-31,74	-33,61	-33,01	-37,22	-39,23	-40,72	-49,22	-55,09
	I Knew You Were Trouble	Taylor Swift	-30,31	-21,07	-19,29	-29,74	-35,05	-40,86	-41,47	-44,11	-54,27	-59,84
	In A World Like This	Backstreet Boys	-42,39	-16,42	-19,51	-24,81	-29,19	-31,53	-35,42	-41,9	-44,76	-52,52
	Easier to Lie	Cassadee Pope	-35,15	-25,59	-22,97	-24,52	-27,18	-28,64	-36,15	-44,41	-48,31	-54,39
	One More Night	Maroon 5	-28,16	-14,79	-21,22	-21,95	-28,28	-30,11	-33,45	-37,81	-42,37	-49,93
5	Lost and Found	Ellie Goulding	-43,15	-22,48	-19,25	-27,33	-30,91	-37,34	-44,18	-48,22	-50,98	-59,22
	Can't Feel My Face	The Weeknd	-51,29	-19,11	-26,59	-26,05	-28,87	-32,33	-40,00	-44,50	-51,18	-57,43
	Cool for the Summer	Demi Lovato	-31,92	-15,06	-21,42	-24,17	-29,52	-34,00	-38,89	-43,02	-48,52	-58,14
	Nobody Love	Tori Kelly	-35,68	-17,36	-18,54	-23,75	-31,18	-32,54	-36,36	-42,07	-47,60	-57,01
	Send My Love (To Your New Lover)	Adele	-32,23	-19,32	-14,75	-25,57	-30,79	-36,72	-44,80	-49,65	-59,40	-63,19
6	Secrets	Pink	-37,39	-16,41	-24,56	-25,34	-28,99	-36,10	-39,42	-43,79	-50,37	-55,92
	Roulette	Katy Perry	-40,30	-16,72	-23,10	-26,23	-30,13	-37,18	-42,15	-44,75	-50,11	-58,66
	King Of My Heart	Taylor Swift	-30,55	-14,32	-25,55	-28,47	-30,37	-34,91	-42,94	-47,02	-49,81	-56,10
	Chained to the Rhythm (feat. Skip Marley)	Katy Perry	-33,24	-14,49	-14,64	-24,71	-26,16	-30,02	-35,40	-40,26	-48,23	-56,49
	End Game (feat. Ed Sheeran & Future)	Taylor Swift	-29,50	-13,34	-19,45	-26,01	-30,12	-33,62	-38,42	-41,72	-45,68	-57,65
7	Break Up with Your Girlfriend, I'm Bored	Ariana Grande	-18,41	-7,71	-16,16	-24,54	-27,37	-33,03	-40,14	-42,02	-41,89	-48,11
	Blinding Lights	The Weeknd	-24,76	-12,55	-16,56	-23,30	-31,67	-35,64	-39,04	-42,28	-44,88	-58,76
	Stupid Love	Lady Gaga	-28,47	-12,34	-13,29	-20,58	-27,52	-29,57	-33,44	-36,01	-42,72	-50,74
	Finish What We Started	Zac Brown Band	-37,76	-18,15	-21,63	-23,58	-29,47	-35,97	-42,92	-47,33	-52,61	-61,18
	Beautiful People (feat. Khalid)	Ed Sheeran	-26,19	-10,36	-14,14	-23,98	-28,54	-31,40	-38,21	-43,75	-49,61	-53,34

## Durchschnittswerte der Meilensteine

Meilestein	Oct. 0	Oct. 1	Oct. 2	Oct. 3	Oct. 4	Oct. 5	Oct. 6	Oct. 7	Oct. 8	Oct. 9
1	-35,90	-20,91	-21,72	-24,92	-28,74	-32,12	-35,57	-41,20	-45,88	-51,66
2	-37,37	-20,02	-16,77	-21,54	-28,52	-32,71	-36,43	-40,07	-47,01	-55,06
3	-37,14	-16,02	-17,00	-24,13	-28,46	-32,20	-37,48	-41,46	-46,23	-52,35
4	-37,32	-25,13	-22,95	-26,93	-30,54	-33,67	-37,15	-41,76	-47,79	-54,35
5	-38,85	-18,66	-20,11	-25,38	-30,25	-34,59	-40,85	-45,49	-51,54	-59,00
6	-35,32	-15,46	-21,46	-26,15	-29,16	-34,37	-39,66	-43,51	-48,84	-56,97
7	-27,12	-12,22	-16,36	-23,19	-28,92	-33,12	-38,75	-42,28	-46,34	-54,43

## Numerische Durchschnittswerte

Meilenstein	Oct. 0	Oct. 1	Oct. 2	Oct. 3	Oct. 4	Oct. 5	Oct. 6	Oct. 7	Oct. 8	Oct. 9
1	0,01604	0,09009	0,08202	0,05673	0,03656	0,02478	0,01665	0,00871	0,00508	0,00261
2	0,01353	0,09982	0,14512	0,08374	0,03751	0,02315	0,01509	0,00991	0,00446	0,00177
3	0,01389	0,15808	0,14119	0,06217	0,03777	0,02454	0,01336	0,00846	0,00488	0,00241
4	0,01362	0,05541	0,07124	0,04505	0,02972	0,02072	0,01389	0,00817	0,00408	0,00192
5	0,01141	0,11664	0,09877	0,05381	0,03071	0,01865	0,00907	0,00531	0,00265	0,00112
6	0,01715	0,16872	0,08454	0,04925	0,03485	0,01912	0,01039	0,00668	0,00361	0,00142
7	0,04406	0,24483	0,15209	0,06925	0,03583	0,02208	0,01155	0,00769	0,00482	0,00190

## Prozentuale Anteile der Oktaven

Meilenstein	Oct. 0	Oct. 1	Oct. 2	Oct. 3	Oct. 4	Oct. 5	Oct. 6	Oct. 7	Oct. 8	Oct. 9
1	4,73%	26,56%	24,17%	16,72%	10,78%	7,30%	4,91%	2,57%	1,50%	0,77%
2	3,12%	22,99%	33,43%	19,29%	8,64%	5,33%	3,48%	2,28%	1,03%	0,41%
3	2,98%	33,87%	30,25%	13,32%	8,09%	5,26%	2,86%	1,81%	1,05%	0,52%
4	5,16%	21,00%	27,00%	17,08%	11,27%	7,86%	5,26%	3,10%	1,55%	0,73%
5	3,28%	33,50%	28,37%	15,46%	8,82%	5,36%	2,61%	1,53%	0,76%	0,32%
6	4,33%	42,64%	21,36%	12,44%	8,81%	4,83%	2,63%	1,69%	0,91%	0,36%
7	7,42%	41,21%	25,60%	11,66%	6,03%	3,72%	1,94%	1,30%	0,81%	0,32%

## Anhang 2

Re: Message via TBProAudio

TBProAudio Support <support@tbproaudio.de>

Sa 12.02.2022 17:05

[REDACTED]

Hallo Paulo,

danke für Ihre Email.

Im Modus "RMS" des dpMeter wird der RMS-I vom RMS Momentary (RMS-M) abgeleitet: RMS-I ist der Durchschnitt aller RMS-M Werte über die Laufzeit.

Der RMS-M ist der gleitende Durchschnitt aller RMS Werte innerhalb des definierten Zeitfensters (RMS-Window).

Der RMS Wert ist die Summe der aktuellen digitale Signalwerte zum Quadrat für alle aktiven Kanäle (1=Mono, 2=Stereo usw).

Peak Max ist der maximale digitale Pegel aller Kanäle über die Laufzeit:  $P_{max} = \max(P_{max}, P_{curr})$ ;

Die Definitionen für RMS-I, RMS-M und Pmax sind zwar allgemein anerkannt, aber nicht standardisiert.

Der Standard EBU R128 dagegen definiert integrierte (aka Laufzeit), Kurzzeit, Momentan-Lautheit und maximal Pegel (True Peak) ([https://de.wikipedia.org/wiki/EBU-Empfehlung\\_R\\_128](https://de.wikipedia.org/wiki/EBU-Empfehlung_R_128)).

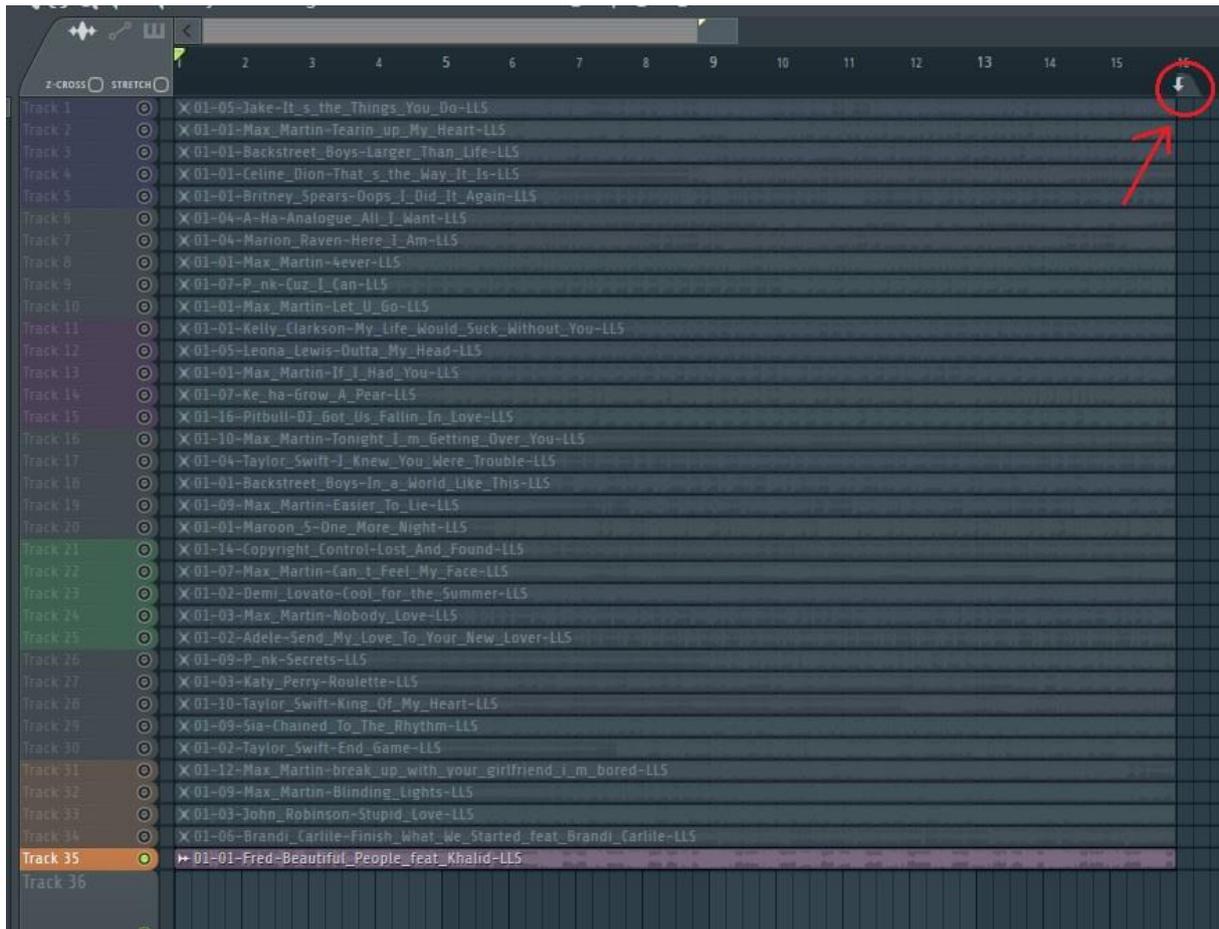
Messgeräte basierend auf EBU R128 sind so zu sagen geeicht. Das macht den Vergleich und Austausch von Daten sehr einfach.

Des Weiteren berücksichtigt die Messung der integrierten Lautheit auch Stille im Signal (Gating). Daher ist EBU R128 sowohl für Musik, als auch Sprach Dialog geeignet.

Ich hoffe das hilft weiter.

Viele Grüße  
TBProAudio

### Anhang 3.1



### Anhang 3.2

