

MASTERARBEIT

im Studiengang Crossmedia Publishing & Management

**Erfolgversprechende Melodien –
Analyse der Hooklines erfolgreicher Popsongs zur Erkennung von Mustern
hinsichtlich der Aufeinanderfolge von Tönen und Tonlängen**

Vorgelegt von Korinna Gabriele Lorentz

an der Hochschule der Medien Stuttgart

am 08. Mai 2021

zur Erlangung des akademischen Grades eines „Master of Arts“

Erster Betreuer und Gutachter: Prof. Dr. Oliver Wiesener

Zweiter Betreuer und Gutachter: Prof. Oliver Curdt

E-Mail: kl064@hdm-stuttgart.de

Matrikelnummer: 39708

Fachsemester: 4

Geburtsdatum, -ort: 15.04.1995 in Kiel

Danksagung

Mein größter Dank gilt Professor Dr. Oliver Wiesener für das Überlassen des Themas und die umfangreiche Unterstützung bei methodischen und stochastischen Überlegungen. Ich danke ihm insbesondere dafür, dass er trotz einiger anderer Betreuungsprojekte meine Masterarbeit angenommen hat und somit meinen Wunsch, im Musikbereich zu forschen, ermöglicht hat.

Des Weiteren möchte ich meinem Freund und meiner Familie dafür danken, dass sie sich meine Problemstellungen bis zum Ende hin angehört haben und mir immer wieder Inspirationen für neue Lösungswege geben konnten. Besonderer Dank gilt meiner Mutter, Gabriele Lorentz, mit der ich interessante Gespräche zu musikalischen Themen führen konnte und meinem Vater, Dr. Thomas Lorentz, mit dem ich nächtliche Diskussionen über Markov-Ketten und Neuronale Netzwerke hatte. Ich danke meinen Eltern und meinem Freund, Michael Feuerlein, für die kritische Durchsicht der Arbeit.

Kurzfassung

In der vorliegenden Masterarbeit wurden die Melodie-Hooklines von Popsongs, die in Deutschland zwischen 1978 und 2019 sehr erfolgreich waren, explorativ analysiert. Ziel war, zu untersuchen, ob gewisse Muster in den Reihenfolgen der Töne und Tonlängen vorkommen, und diese zu finden. Für die Mustersuche wurden Markov-Ketten erster, zweiter und dritter Ordnung sowie Chi-Quadrat-Anpassungstests berechnet. Die Ergebnisse zeigten, dass die Töne und Tonlängen in den $n = 202$ Hooklines meist nicht zufällig, sondern in Abhängigkeit von vorangegangenen Tönen und Tonlängen nach bestimmten Mustern auftreten, $p < .05$. Auffällige Muster waren die mehrfache Aufeinanderfolge von gleichen Tönen und gleichen Tonlängen. Die gefundenen Muster können Songwriterinnen und Songwriter bei zukünftigen Kompositionen inspirieren und eine Grundlage zur Entwicklung einer KI für die algorithmische Komposition bieten. Nach der Mustersuche wurden die Markov-Ketten durchlaufen. In der vorliegenden Arbeit konnte der Computer mithilfe der Markov-Ketten eigenständig Hooklines komponieren.

Schlagwörter: Hookline, Hook, Algorithmische Komposition, inhomogene Markov-Ketten, Künstliche Intelligenz, KI, Popsongs

Abstract

This study analyzed the melody hooklines of pop songs that were successful in Germany between 1978 and 2019. The aim was to investigate whether certain patterns in the sequences of tones and tone lengths occur and to find them. For the pattern search, first-, second- and third-order Markov chains and chi-square goodness-of-fit tests were calculated. The results show that tones and tone lengths in the $n = 202$ hooklines do not occur randomly, but they depended on previous tones and tone lengths according to certain patterns, $p < .05$. Conspicuous patterns were the multiple succession of the same tones and the same tone lengths. These patterns may inspire songwriters in future compositions and provide a basis for developing an AI for algorithmic composition. After the pattern search, the Markov chains were run. Using the Markov chains, the computer was able to compose hooklines on its own.

Keywords: hookline, hook, algorithmic composition, non-homogeneous markov chain, artificial intelligence, AI, pop

Inhaltsverzeichnis

Symbol- und Abkürzungsverzeichnisse	1
1 Einführung.....	4
1.1 Hooklines erfolgreicher Songs als Vorlage	5
1.2 Algorithmische Komposition von Hooklines	6
2 Theorie und Forschungsstand.....	10
2.1 Definition „Pop“	10
2.2 Definition „erfolgreicher Song“	14
2.2.1 Produkterfolgsrechnung	14
2.2.2 Hitlisten.....	15
2.2.3 Die Offiziellen Deutschen Charts	16
2.3 Die Hookline im Kontext.....	19
2.3.1 Songformen und Formbausteine	19
2.3.2 Definition und Typologie der Hookline.....	23
2.3.3 Wiederholung und Variation von Hooklines	27
2.4 Tonfolgen und Tonlängen.....	28
2.4.1 Diatonische Tonleiter und Stufentheorie	28
2.4.2 Notenwerte	31
2.5 Mustererkennung mit Markov-Ketten	33
2.5.1 Stochastische Prozesse.....	35
2.5.2 Markov-Ketten erster Ordnung.....	36
2.5.3 Markov-Kette z-ter Ordnung.....	40
2.6 Aktueller Forschungsstand.....	41
3 Forschungsfragen.....	43
4 Methode.....	45
4.1 Untersuchungsdesign	46
4.2 Auswahl der Stichprobe	47
4.2.1 Genreanalyse.....	48

4.2.2	Rangliste nach Erfolg.....	50
4.2.3	Bereinigung des Datensatzes	50
4.2.4	Endgültige Stichprobe.....	51
4.3	Datensuche und -aufbereitung	53
4.3.1	MIDI- & Notensuche	53
4.3.2	Bereinigung der Noten und Suche der Hookline	53
4.3.3	Konvertierung der MIDI-Dateien	55
4.3.4	Endgültiger Datensatz.....	56
4.4	Datenauswertung.....	60
4.4.1	Univariate Auswertung	61
4.4.2	Modellierung der Markov-Ketten erster Ordnung.....	61
4.4.3	Modellierung der Markov-Ketten z-ter Ordnung.....	64
5	Ergebnisse.....	67
5.1	Univariate Verteilungen.....	67
5.1.1	Noten und Stufen	67
5.1.2	Tonlängen	69
5.1.3	Zusätzliche Eigenschaften.....	70
5.2	Markov-Ketten erster Ordnung.....	72
5.2.1	Markov-Kette erster Ordnung für Tonfolgen.....	73
5.2.2	Markov-Kette erster Ordnung für Tonlängen	79
5.3	Markov-Ketten z-ter Ordnung	84
5.3.1	Markov-Kette zweiter und dritter Ordnung für Tonfolgen.....	85
5.3.2	Markov-Kette zweiter und dritter Ordnung für Tonlängen	88
6	Algorithmische Komposition	90
7	Diskussion und Fazit.....	93
7.1	Ergebniszusammenfassung und -diskussion.....	93
7.2	Methodenkritik.....	94
7.3	Fazit und Ausblick	96

Literaturverzeichnis.....	97
Formelverzeichnis	107
Abbildungsverzeichnis.....	108
Tabellenverzeichnis.....	109
Anhang	110
Eidesstattliche Erklärung.....	137

Symbol- und Abkürzungsverzeichnisse

A Musikalische Symbole und Abkürzungen

<i>c, d, e, f, g, a, b</i>	Noten der kleinen Oktave ¹
<i>c', d', ..., b'</i>	Noten der eingestrichenen Oktave ¹
<i>c'', d'', ..., b''</i>	Noten der zweigestrichenen Oktave ¹
<i>c''', d''', ..., b'''</i>	Noten der dreigestrichenen Oktave ¹
I, II, III, IV, V, VI, VII	Tonstufen nach der Stufentheorie
I#, II#, IV#, V#, VI#	Zwischenstufen in Anlehnung an die Stufentheorie
<i>ZT</i>	Notenwert: Einzelner Ton der Zweiunddreißigstel-Triole (= 1/3 der Sechzehntel)
<i>Z</i>	Notenwert: Zweiunddreißigstel
<i>ST</i>	Notenwert: Einzelner Ton der Sechzehntel-Triole (= 1/3 der Achtel)
<i>ZP</i>	Notenwert: punktierte Zweiunddreißigstel (= drei Vierundsechzigstel)
<i>S</i>	Notenwert: Sechzehntel
<i>AT</i>	Notenwert: Einzelner Ton der Achtel-Triole (= 1/3 der Viertel)
<i>SP</i>	Notenwert: punktierte Sechzehntel (= drei Zweiunddreißigstel)
<i>AQ</i>	Notenwert: Einzelner Ton der Achtel-Quintole (= 1/5 der Halben)
<i>A</i>	Notenwert: Achtel
<i>VT</i>	Notenwert: Einzelner Ton der Viertel-Triole (= 1/3 der Halben)
<i>AP</i>	Notenwert: punktierte Achtel (= drei Sechzehntel)

¹ In der vorliegenden Forschungsarbeit wird statt des üblichen *h* ein *b* verwendet. Der Grund dafür ist das bereits vorhandene Noten-Konvertierungs-Paket *tuneR*, mit dem gearbeitet wurde. Die Entwickler des Konvertierungs-Paketes haben sich auf die englische Schreibweise geeinigt und die entsprechenden Noten nicht in ein *h*, sondern in ein *b* konvertiert.

VQ	Notenwert: Einzelner Ton der Viertel-Quintole (= 1/5 der Ganzen)
V	Notenwert: Viertel
HT	Notenwert: Einzelner Ton der Halbe-Triole (= 1/3 der Ganzen)
VP	Notenwert: punktierte Viertel (= drei Achtel)
H	Notenwert: Halbe
GT	Notenwert: Einzelner Ton der Ganze-Triole (=1/3 von zwei Ganzen)
HP	Notenwert: punktierte Halbe (= drei Viertel)
G	Notenwert: Ganze
GP	Notenwert: punktierte Ganze (= drei Halbe)
E	Endzustand einer Hookline

B Mathematische Symbole

(Ω, \mathcal{F}, P)	Wahrscheinlichkeitsraum einer Markov-Kette
C_1, C_2, \dots, C_q	Kommunikationsklassen einer Markov-Kette der Anzahl q
d_i	Periode eines Zustands i
f_i	Rekurrenzwahrscheinlichkeit; Wahrscheinlichkeit der Rückkehr bei Durchlaufen einer Markov-Kette zu Zustand i
i	Startzustand
j	Endzustand
k	Zwischenzustand
M	Übergangsmatrix einer Markov-Kette
m	Anzahl von Schritten, die innerhalb einer Markov-Kette durchlaufen werden unabhängig von dem Vergangenheitsaspekt bei Markov-Ketten höherer Ordnung

p_{ij}	Übergangswahrscheinlichkeit von Zustand i zu Zustand j
r	Zeitpunkt t nach m Schritten
S	Zustandsraum einer Markov-Kette
s_1, s_2, s_3, \dots	Zustände/Knotenpunkte einer Markov-Kette
\mathcal{T}	Parametermenge/Indexmenge einer Markov-Kette meist in Form eines Zeitparameters
t	Zeitpunkt als Element einer Parametermenge
v_i	Startverteilung einer Markov-Kette
X_t	Zufallsvariable zu dem Zeitpunkt t
z	Anzahl von aktuellem Zustand und vergangenen Zuständen, die in die Wahrscheinlichkeitsberechnung einer Markov-Kette mit einfließen; \rightarrow Markov-Kette z -ter Ordnung ²
π	Grenzverteilung ($\pi = \pi_0, \pi_1, \dots$)

² In der Literatur wird statt z oftmals der Buchstabe n verwendet. Der Buchstabe n ist in dieser Forschungsarbeit schon besetzt: n = Anzahl der in der Stichprobe enthaltenen Songs und N = Anzahl der Songs in der Grundgesamtheit.

1 Einführung

„Y.M.C.A.“³

„Ya-Ya-Ya Coco Jambo...“⁴

„Atemlos...“⁵

Die drei Zitate lösen vermutlich bei den meisten Leserinnen und Lesern Assoziationen aus. Sicherlich verbinden viele Leserinnen und Leser mit den Worten bestimmte Melodien. Manche haben die Zitate womöglich gar nicht erst gelesen, sondern im Kopf direkt gesungen. Vielleicht hat „Y.M.C.A.“³ bei einigen Leserinnen und Lesern sogar die unverwechselbaren Tanzbewegungen in Erinnerung gerufen. Unabhängig von der Stärke der Assoziation, kann vermutet werden, dass die meisten Leserinnen und Leser von den Zitaten auf die jeweiligen Songs schließen können. Das liegt wahrscheinlich daran, dass alle drei Songs äußerst erfolgreich waren und große Bekanntheit erlangen konnten.⁶ Der Erfolg und die Bekanntheit können jedoch nicht der alleinige Grund sein. Diese Vermutung wird deutlich, wenn die folgenden Songzeilen betrachtet werden.

„There’s no need to be unhappy“⁷

„I like my chicken with...“⁸

„Und dein Blick...“⁹

Die soeben gelesenen Zitate stammen in gleicher Reihenfolge aus denselben Songs. Doch von diesen Zitaten können vermutlich die wenigsten Leserinnen und Leser auf die jeweiligen Songs schließen. Wenn diese Songzeilen am Anfang des Kapitels gestanden hätten, wäre es den Leserinnen und Lesern wahrscheinlich schwergefallen, die Zeilen im Kopf zu singen. Womöglich können sich einige an dieser Stelle immer noch nicht an die Tonfolgen, die direkt zu den Songzeilen gespielt werden, erinnern. Die Beispiele verdeutlichen, dass manche Songpassagen einen höheren Wiedererkennungseffekt haben als andere.¹⁰ Die Teile, die leichter eine Verbindung zu dem jeweiligen Song ermöglichen, sind die Songteile, die für die Hörerin und den Hörer sehr

³ Belolo et al. (1978), *Cruisin*, Audio-CD, Track 1: Y.M.C.A., 1:01–1:04min.

⁴ Matthiesen et al. (1996), *We See the Same Sun*, Audio-CD, Track 2: Coco Jambo, 0:05–0:09min.

⁵ Bach (2013), *Farbenspiel*, Audio-CD, Track 5: Atemlos durch die Nacht, 0:44–0:47.

⁶ Vgl. GfK Entertainment GmbH (o. J.a); ebd. (o. J.b); ebd. (o. J.c).

⁷ Belolo et al. (1978), 0:38–0:43min.

⁸ Matthiesen et al. (1996), 1:57–2:00min.

⁹ Bach (2013), 0:36–0:39min.

¹⁰ Vgl. hierzu Burgoyne et al. (2013), S. 5.

eingängige sind.¹¹ Die eingängigsten Teile eines Songs werden als Hooklines bezeichnet.¹² Der Begriff stammt aus dem Englischen und wird im Sprachgebrauch oftmals mit „Hook“ (dt. „Haken“) abgekürzt.¹³ „Line“ kann im Deutschen mit dem Wort „Zeile“ übersetzt werden.¹⁴ Die wörtliche Übersetzung ist in der deutschen Musikforschung unüblich. Es wird im weiteren Verlauf der englische Begriff „Hook“ bzw. „Hookline“ verwendet. In den Hooklines muss kein Text vorkommen. Manche Hooklines überzeugen ausschließlich durch eine einprägsame Tonfolge oder einen besonderen Rhythmus.¹⁵ An dieser Stelle können beispielhaft die Songs „The Seven Nation Army“ von *The White Stripes* und „We will rock you“ von *Queen* erwähnt werden.

1.1 Hooklines erfolgreicher Songs als Vorlage

Hooklines gehören aufgrund ihrer Eingängigkeit und des Wiedererkennungseffekts zu den wichtigsten Teilen eines Songs.¹⁶ Für Songwriterinnen und Songwriter ist es äußerst erstrebenswert eine Hookline zu schreiben, die besonders gut bei den Hörerinnen und Hörern ankommt. Es wird angenommen, dass eine Hookline maßgeblich für den Erfolg eines Songs verantwortlich ist.¹⁷ Die eingängigen Hooklines der anfangs erwähnten Songs, die von *The Village People*, *Mr. President* und *Helene Fischer* interpretiert wurden, könnten aufgrund ihres Erfolges exemplarisch für gelungenes Songwriting stehen. Es wäre verständlich, wenn sich andere Künstlerinnen und Künstler ein Beispiel an den Hooklines nehmen wollen. Doch wie können die Hooklines als Vorlage dienen, ohne dass sie kopiert werden? Um diese Frage zu beantworten, sollte zunächst betrachtet werden, woher Inspirationen für Hooklines bislang kommen.

Allem Anschein nach greifen Künstlerinnen und Künstler beim Schreiben einer Hookline auf ihre Erfahrungswerte und ihre Kenntnisse zurück.¹⁸ Für private und semiprofessionelle Songwriterinnen und Songwriter gibt es im Internet zahlreiche Webseiten, auf denen Empfehlungen für gute und erfolgreiche Hooklines ausgesprochen werden.¹⁸ Es scheint, dass sich viele der Künstlerinnen und Künstler auf ihr Gefühl verlassen.¹⁹ Dies sollte objektiviert werden. In vielen Branchen werden vor einer Produkteinführung Marktanalysen anhand von

¹¹ Vgl. Traut (2005), S. 57.

¹² Vgl. Pfeleiderer (2006), S. 230; Traut (2005), S. 57.

¹³ Vgl. Billboard Staff (2015); FUNK (2019).

¹⁴ Vgl. PONS (o. J.a).

¹⁵ Vgl. Kasha/Hirschhorn (1979), S. 28f; Traut (2005), S. 58.

¹⁶ Vgl. Pfeleiderer (2006), S. 230.

¹⁷ Vgl. Kasha/Hirschhorn (1979), S. 28f.

¹⁸ Vgl. Steinert (o. J.); Wegerle (2020); Wolfinger (2018).

¹⁹ Vgl. hierzu Meek (1964), zitiert nach Senior (2011), S. 159. Ein bekanntes Zitat stammt von dem britischen Songwriter und Musikproduzent Joe Meek, der wiederholt sagte „if it sounds right it is right“.

Kundenbedürfnissen, Branchentrends usw. berechnet.²⁰ Mittels Befragung wird unter anderem analysiert, welche Ausprägungen der Produkteigenschaften, wie Form und Farbe, bei den Konsumentinnen und Konsumenten gut ankommen.²¹ Mit den gewonnenen Informationen kann ein neues Produkt entworfen werden, welches die präferierten Eigenschaften besitzt. Auch wenn es bereits Produkte mit den Eigenschaften auf dem Markt gibt, bedeutet es nicht, dass das neue Produkt eine Kopie eines alten Produktes ist.

Diese Herangehensweise sollte auf die Musikbranche übertragen werden. Die Produkte sind die Songs und im Falle dieser Arbeit die Hooklines der Songs. Die Eigenschaften können zwei musikalische Aspekte sein: Die Tonfolgen und die Reihenfolge der Tonlängen innerhalb der Hooklines. Eine Befragung wäre in diesem Zusammenhang schwierig umzusetzen. Es können vermutlich wenige Probandinnen und Probanden beantworten, ob sie nach einem Ton A lieber einen Ton B oder eher einen Ton C bevorzugen. Statt einer Befragung können die Produkte, die am Markt bereits erfolgreich waren und von Kundinnen und Kunden bevorzugt wurden, analysiert werden. Diese Produkte sind hier die Hooklines erfolgreicher Popsongs. Eventuell zeigen die Hooklines erfolgreicher Popsongs gewisse Tendenzen bzw. Muster bezüglich der Tonfolgen und der Reihenfolge der Tonlängen, die bei der Komposition einer neuen Hookline als Vorlage nützlich sind. Wie oben erwähnt, bedeutet dies nicht, dass die zukünftigen Kompositionen Kopien von alten Songs sind.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit können in die Arbeiten von Komponist*innen, Songwriter*innen und anderen Künstler*innen miteinfließen und eine Hilfestellung sein. Im Gegensatz zu den Empfehlungen im Internet kann sich auf diese Hilfestellungen aufgrund objektiver und transparenter Messungen eher verlassen werden. Professionelle Komponist*innen und Songwriter*innen können ihre langwierigen Erfahrungen mit den Ergebnissen vergleichen und Wissenslücken füllen.

1.2 Algorithmische Komposition von Hooklines

Die Ergebnisse sollen zusätzlich im Interesse der maschinellen Komposition stehen. In den letzten Jahrzehnten wird in der Musikbranche immer mehr der Computer bei der Musikproduktion eingesetzt.²² Es gibt verschiedene Software, wie beispielsweise *Capella*²³ oder

²⁰ Vgl. hierzu Rabl (2009), S. 134f.

²¹ Vgl. hierzu Baier/Brusch (2009), S. 3f.

²² Vgl. Seifert (2018), S. 206.

²³ *Capella* ist ein Notensatzprogramm der *capella-software AG*, die in Söhrewald (Deutschland) ansässig ist, und ist erstmals 1992 erschienen.

*MuseScore*²⁴, die die Künstlerin und den Künstler beim Schreiben von Songs unterstützen. Bisher helfen solche Programme vor allem beim Notensatz und der Aufbereitung von Noten. Die künstlerische Arbeit und Kreativität übernehmen in der Regel immer noch die Komponist*innen und Songwriter*innen. Doch der Computer ist in der Lage mithilfe von künstlicher Intelligenz (KI) auch den kreativen Prozess zu übernehmen.²⁵ Er kann anhand von Beispielen, wie die anfangs erwähnten erfolgreichen Songs, das Komponieren erlernen und auf zukünftige Arbeiten anwenden. Im Lernprozess einer KI berechnet der Computer Algorithmen, sodass auch von einer algorithmischen Komposition gesprochen wird.²⁵

Die Idee, künstliche Intelligenz in der Musik anzuwenden, ist nicht neu. Bereits einige Forschungsarbeiten haben sich mit dem Thema beschäftigt. Einer der ersten bekannten Werke ist die „Illiac Suite for String Quartet“.²⁶ Diese algorithmische Komposition wurde 1957 von Lejaren A. Hiller und Leonard M. Isaacson mithilfe des Computers *ILLIAC I* (Illinois Automatic Computer) entwickelt und veröffentlicht.²⁷ Das Ergebnis war eine Partitur für ein Streichquartett und wurde im Nachhinein als „String Quartet No. 4“ bekannt.²⁸ Seitdem haben mehrere Forscher*innen, Start-Ups und Unternehmen den Ansatz weiterentwickelt und sich auf bestimmte Bereiche spezialisiert. Erwähnenswert ist die KI *Flow Machines* des *Sony CSL Research Laboratory*.²⁹ Die KI hat durch eine große Datenbank mit Musikstücken gewissen Kompositionsstile erlernt und kann bei Wahl eines bestimmten Stils einen neuen Song im gleichen Stil komponieren.³⁰ Mit der Unterstützung der KI haben die Forscher in Zusammenarbeit mit dem Künstler Benoit Carré den Song „Daddy’s Car“ geschrieben und veröffentlicht.³¹ Für die Komposition hat die KI den Stil der *Beatles* auf den Song angewendet.³¹ Carré musste im Nachhinein den Song noch leicht überarbeiten und den Songtext schreiben.³² Ein anderes Projekt ist die KI *AIVA* (Artificial Intelligence Virtual Artist) von Pierrer Barreau, Vincent Barreau und Denis Shtefan.³³ Das Anlernen der KI erfolgte mithilfe von mehr als 30.000 Partituren verschiedener Komponistinnen und Komponisten, wie z. B. Beethoven und Mozart.³⁴ Zusätzlich

²⁴ *MuseScore* ist ein Notensatzprogramm der *MuseScore BVBA*, die in Gent (Belgien) ansässig ist, und ist erstmalig 2002 erschienen.

²⁵ Vgl. Ruschkowski (2019), S. 452ff.

²⁶ Vgl. Bowles (1979), S. 14.

²⁷ Vgl. Hiller (1979), S. 49; ebd., S. 52.

²⁸ Vgl. ebd., S. 8.

²⁹ Vgl. hierzu die Webseite www.flow-machines.com von *Sony CSL Research Laboratory*.

³⁰ Vgl. Pachet/Roy/Carré (im Druck), S. 1.

³¹ Vgl. ebd., S. 13f. Der Song „Daddy’s Car“ wurde auf YouTube veröffentlicht: https://youtu.be/LSHZ_b05W7o.

³² Vgl. ebd., S. 8.

³³ Vgl. hierzu die Webseite www.aiva.ai von *Aiva Technologies SARL*.

³⁴ Vgl. Barreau (2018), 0:40–1:05min.

wurden der KI mehrere Informationen, wie die Besetzung und der Stil eines Werkes, gegeben.³⁵ Mit den erlernten Algorithmen kann die KI auf gewisse Anforderungen selbstständig Stücke komponieren. Diese werden vorwiegend für kurze Filme und Videospiele verwendet.³⁶ Zusammengefasst suchen alle drei KIs bei der Berechnung von Algorithmen nach gewissen Mustern in den Datensätzen. Diese Muster werden nach dem Lernprozess für neue Kompositionen verwendet.

Bislang hat sich im Rahmen der algorithmischen Komposition soweit bekannt noch kein Forschungsteam explizit mit den Hooklines, als einer der wichtigsten Songteile, beschäftigt. Es ist bisher keine Forschungsarbeit publik, in der die Hooklines der erfolgreichsten Popsongs auf Muster überprüft wurden. Diese Forschungslücke soll durch die vorliegende Arbeit geschlossen werden. Die Mustersuche erfolgt mithilfe von sogenannten Markov-Ketten, die die Auftrittswahrscheinlichkeiten von Tönen und Tonlängen beinhalten. Die Ergebnisse der Arbeit sollen neben einer Vorlage und Hilfestellung bei der Musikproduktion auch eine Grundlage für die Entwicklung einer KI bieten. Die KI könnte dann mithilfe dieser Daten selbständig eine Hookline komponieren oder zumindest Inspirationen bei der Komposition einer Hookline geben und den Erfolg eines Songs fördern. Im letzten Teil dieser Arbeit wurde ein Versuch einer algorithmischen Komposition durchgeführt.

Die Arbeit ist aufgrund fehlender Literatur ein exploratives Forschungsvorhaben. Das Musikgenre der Analyse beschränkt sich auf Popmusik, da die erfolgreichsten Songs in der Regel diesem Genre angehören.³⁷ Weiterhin beschränkt sich die Arbeit aufgrund mangelnder Kooperation auf Songs, die in Deutschland erfolgreich waren. Folgende übergreifende Forschungsfrage, soll mithilfe der Arbeit beantwortet werden:

**Sind in den Melodie-Hooklines von Popsongs, die in Deutschland zwischen
1978 und 2019 erfolgreich waren, Muster hinsichtlich der
Aufeinanderfolge von Tönen und Tonlängen vorhanden?**

In dem folgenden Kapitel werden die theoretischen Grundlagen, die für das Verständnis der Forschung erforderlich sind, dargelegt. Der Forschungsstand, auf den die Arbeit aufbaut, wird am Ende des Kapitels zusammengefasst. Danach werden im dritten Kapitel die untergeordneten Forschungsfrage erläutert. Im vierten Kapitel wird das methodische Vorgehen von der

³⁵ Vgl. Barreau (2018), 1:50–2:20min.

³⁶ Vgl. hierzu Aiva Technologies SARL (o. J.).

³⁷ Vgl. Kramarz (2014), S. 7ff.

Selektion der Stichprobe bis hin zur Datenauswertung detailliert geschildert. Die Ergebnisse der Auswertung werden im fünften Kapitel dargelegt und im sechsten Kapitel angewendet. Am Ende der Arbeit folgt im siebten Kapitel eine Zusammenfassung und kritische Diskussion der Ergebnisse sowie Fazit und Ausblick.

2 Theorie und Forschungsstand

Die Forschungsfrage, die in der Einführung aufgestellt wurde, wird in diesem Kapitel in ihre einzelnen Komponenten zerlegt. Zu jedem wichtigen Aspekt der Frage soll eine theoretische Grundlage geschaffen werden. In Kapitel 2.1 wird das Musikgenre „Pop“ zum einheitlichen Verständnis definiert und von anderen Genres differenziert. Die Popsongs, die für die Analyse ausgewählt wurden, sollten einen großen Erfolg erreicht haben. Der Begriff „erfolgreich“ ist unpräzise. Für eine genauere Definition der Zielgruppe musste geklärt werden, wann ein Song als erfolgreich eingestuft werden kann. Die Möglichkeiten zur Einschätzung des Erfolgs werden in Kapitel 2.2 diskutiert und näher erläutert.

Der Schwerpunkt der Analyse liegt auf den Hooklines erfolgreicher Popsongs. In Kapitel 2.3 werden Definitionen des Begriffs „Hookline“ bzw. „Hook“ gegenübergestellt und verglichen. Zusätzlich werden mehrere Arten von Hooks erläutert und die Problematik des Begriffs skizziert. Zu Beginn des Kapitels werden allgemeine Songformen und Songbausteine erläutert, um die Hookline in einen Gesamtkontext zu stellen. In den Hooklines der erfolgreichen Popsongs sollte untersucht werden, ob gewisse Muster in den Reihenfolgen der Töne und Tonlängen erkannt werden können. Zentrale Annahmen und Theorien über Tonfolgen und -längen werden in Kapitel 2.4 erläutert. Die Mustersuche wurde mithilfe von Markov-Ketten³⁸ durchgeführt. Der 1913 von Andrei Andreevich Markov (* 1856; † 1922) entwickelte stochastische Prozess wird in Kapitel 2.5 beschrieben.³⁹ Im letzten Unterkapitel, Kapitel 2.6, folgt ein Blick auf den aktuellen Forschungsstand.

2.1 Definition „Pop“

Der Begriff „Pop“ ist eine Abkürzung des englischen Wortes „popular“ bzw. des deutschen Wortes „populär“.⁴⁰ Beide Worte stammen von dem lateinischen Begriff „populus“ (lat., „Volk“)⁴¹ und spezifisch von dem Adverb „popularis“ (lat., „das Volk betreffend“, „für das Volk“, „beim Volk beliebt“)⁴² ab.⁴³ Aus der Übersetzung geht die Bedeutung der Abkürzung hervor. Mit dem Begriff „Pop“, der meist als Präfix verwendet wird, werden in der Regel Objekte beschrieben, die für die breite Masse produziert wurden und viele Menschen begeistern

³⁸ Alternative Schreibweise: Markow-Kette.

³⁹ Vgl. Seneta (2001), S. 243f.

⁴⁰ Vgl. Schütz (2008b), S. 31; Hecken/Kleiner (2017), S. 3.

⁴¹ PONS (o. J.c).

⁴² ebd. (o. J.b).

⁴³ Vgl. Kleiner (2017), S. 248.

sollen.⁴⁴ Beispielsweise beschreibt der Begriff „Pop Art“ eine künstlerische Stilrichtung, die insbesondere die Kultur des Massenkonsums thematisiert und in den 1960er großen Anklang gefunden hat.⁴⁵

In der Musikkultur gibt es mehrere Worte, die den Begriff „Pop“ beinhalten: Populärmusik, populäre Musik, Popular Music, Popmusik, Pop, Pop Music. Die Begriffe werden oftmals synonym verwendet, obwohl einige der Begriffe differenziert werden können. Musik, die in der breiten Öffentlichkeit sehr bekannt und beliebt ist sowie einen großen ökonomischen Aspekt hat, wird als „populäre Musik“ oder „Populärmusik“ bezeichnet.⁴⁶ Tagg definiert die Populärmusik als eine dritte Musikrichtung neben der Volksmusik und der Kunstmusik.⁴⁷ Die Musik zeichnet sich unter anderem durch körperbetonte Gestiken und eine aufreizende Klanggebung aus.⁴⁸ Oftmals wird die Musik von einer Band gespielt, die in der Regel aus Gesang, Gitarren, Keyboard, Bass und Schlagzeug besteht.⁴⁸ Die Populärmusik wird meist elektroakustisch verstärkt und durch Tonträger, Rundfunk und Massenmedien veröffentlicht und verbreitet.⁴⁸ Die Bezeichnung „Populärmusik“ gilt als eine Sammelbezeichnung für viele Musikgenres und Subgenres. Zu den Genres zählen Jazz, Soul, Funk, Rock, Pop u.v.m.⁴⁹ Mit der englischen Übersetzung „Popular Music“ wird annähernd dasselbe beschrieben.⁴⁸ Der Begriff wird insbesondere in den Vereinigten Staaten verwendet und bezeichnet kommerziell erfolgreiche Musik.⁴⁸

Die „Popmusik“ kann als ein Teil der populären Musik verstanden werden und bezeichnet im Gegensatz zu der „Populärmusik“ ein spezifischeres Musikgenre.⁵⁰ Bei diesem Genre werden alle extremen Soundformen und extravaganten Stilstiken vermieden.⁵⁰ Das Ziel der Popmusik ist eine hohe Massenkompabilität.⁵¹ Die Musik soll für viele Menschen ansprechend sein und sich nicht nur auf bestimmte Subkulturen beziehen.⁵⁰ Als Beispiel für Musik, die keine extremen Formen annimmt, nennen Wicke et al. die Musik der Band ABBA.⁵⁰ Im alltäglichen Sprachgebrauch wird die Popmusik mit „Pop“ abgekürzt und im Englischen mit „pop music“ übersetzt.⁵²

⁴⁴ Vgl. Kleiner (2017), S. 248.

⁴⁵ Vgl. Imorde (2017), S. 222f.

⁴⁶ Vgl. Wicke/Ziegenrucker/Ziegenrucker (2007), S. 552; Adorno (2007), S. 77.

⁴⁷ Vgl. Tagg (1982), S. 41.

⁴⁸ Vgl. Schütz (2008c), S. 265.

⁴⁹ Vgl. ebd., S. 265; Wicke/Ziegenrucker/Ziegenrucker (2007), S. 544.

⁵⁰ Vgl. Wicke/Ziegenrucker/Ziegenrucker (2007), S. 542.

⁵¹ Vgl. Seifert (2018), S. 51.

⁵² Vgl. Schütz (2008c), S. 265.

Die soeben erläuterte Differenzierung ist nicht unumstritten. In der Literatur herrscht kein Konsens über die richtige Verwendung der Begriffe und manche Autorinnen und Autoren verwenden neben den bereits erwähnten Bezeichnungen noch weitere Begriffe wie populärkulturelle Musik⁵³ oder Pop-Rock-Music⁵⁴. Einige definieren die Popmusik nicht als einen Teil der populären Musik, sondern als eine „Sammelbezeichnung für alle zeitgenössischen Formen der populären Musik“⁵⁵. Zum Verständnis der Verwendung des Begriffs „Popmusik“ in der vorliegenden Arbeit, müssen die Intention der Arbeit und mögliche methodische Probleme nachvollzogen werden. Das Ziel der Forschungsarbeit ist es, mithilfe der Ergebnisse möglichst viele Songwriter*innen und Komponist*innen bei dem kreativen Prozess zu unterstützen und eine Grundlage für eine KI, die für einen großen Teil der Musikbranche förderlich ist, zu schaffen. Die Ergebnisse sollen die breite Masse ansprechen und nicht nur eine kleine Subkultur bedienen. Aus diesem Grund wurde sich in der Forschungsarbeit nicht auf ein kleines Genre, wie beispielsweise „Folk-Pop“, beschränkt. Auf der anderen Seite muss die Musikrichtung der Forschungsarbeit eingrenzt werden. Ohne Beschränkungen wäre eine Vergleichbarkeit wahrscheinlich nicht gegeben. Demzufolge wird der Begriff „Popmusik“ nicht in einem zu weiten Sinne als Sammelbezeichnung für sämtliche sehr unterschiedliche populäre Stilrichtungen, sondern in einem engeren Sinne verstanden. Es sollen populäre Songs verwendet werden. Für eine bessere Vergleichbarkeit werden von den populären Songs die Songs extremer Richtungen ausgeschlossen. Zusammenfassend beschreibt der Begriff „Popmusik“ in dieser Forschungsarbeit Musik für die breite Masse, die keine zu extravaganten Stilstiken und Soundformen aufweist.

Die soeben festgelegte Definition der Popmusik führt zu der Frage, welche Musik hat eine „normale“ und welche Musik eine extreme Stilistik bzw. Soundform. Welche Musik wird in dieser Arbeit noch zu der Popmusik hinzugezählt und welche geht zu weit in eine extreme Richtung? Schütz schlägt in seinem Handbuch Populärmusik vor, dass zu Popmusik Subgenres wie Country Pop, Soul Pop, Boygroup, Dancefloor, R&B u.v.m. gehören.⁵⁶ Bei dieser Einteilung ist fraglich, ob seine Definition schon zu weitläufig ist und extreme Stilrichtungen miteinfließen. Es ist nicht nachvollziehbar, ob oder inwiefern er die Genres anhand deren Stilstiken und Soundformen einteilt. Eine nachvollziehbare Einteilung der Genres hat McDonald von *The Echo Nest*⁵⁷ entwickelt. McDonald hat einen Algorithmus erarbeitet, mit dem alle 5215 Genres

⁵³ Vgl. Heyer/Wachs/Palentin (2013), S. 4.

⁵⁴ Vgl. Regev (2013), S. 17.

⁵⁵ Wicke/Ziegenrucker/Ziegenrucker (2007), S. 543.

⁵⁶ Vgl. Schütz (2008b), S. 31ff.

⁵⁷ *The Echo Nest* ist ein US-amerikanisches Unternehmen für Musikanalysen und Tochterfirma des Musik-Streaming-Anbieters *Spotify*.

von *Spotify* (Stand: 15. Dezember 2020) in eine Beziehung gesetzt werden. Der Algorithmus ermittelt deren Nähe zueinander.⁵⁸ Die Ergebnisse werden in Form einer Schlagwortwolke (engl.: tag cloud) auf der Webseite *www.everynoise.com* veröffentlicht. Zur Ermittlung der Nähe bzw. Ähnlichkeit von Genres werden die Genres anhand 13 verschiedener Aspekte miteinander verglichen.⁵⁹ Zu den Aspekten gehören unter anderem Instrumentation, Tempo, Lautstärke, Energie, emotionaler Wert und Tanzbarkeit.⁵⁹ Je näher die Genres in der Schlagwortwolke liegen desto ähnlicher sind sich die Genres bezüglich der 13 Aspekte. Je entfernter die Genres voneinander sind, desto unterschiedlicher sind die Genres. Zusätzlich können durch die Lage eines Genres innerhalb der Schlagwortwolke folgende Aussagen getroffen werden. Je weiter oben ein Genre platziert ist, desto mechanischer ist die Musik.⁶⁰ Mit mechanischer Musik wird Musik, die ein sehr starres Tempo und eine elektronische Instrumentation besitzt, beschrieben.⁵⁸ Je weiter unten ein Genre platziert ist, desto organischer und menschlicher ist die Musik.⁶⁰ Organische Musik variiert im Tempo und wird mit einer akustischen Instrumentation gespielt.⁵⁸ Die horizontale Achse stuft die Genres bezüglich ihrer Schalldichte ein.⁵⁸ Auf der linken Seite befinden sich atmosphärische Genres mit einer hohen Schalldichte.⁵⁸ Die Genres auf der rechten Seite sind leichter und bestechen durch Beats und Bounces.⁵⁸ Es muss erwähnt werden, dass die Einteilung von McDonald dynamisch ist, da die Genreliste von *Spotify* stetig erweitert wird. In dieser Arbeit wird mit dem Stand der Liste vom 15. Dezember 2020 gearbeitet.

Das Genre „Pop“ (im Sinne von „Popmusik“) liegt im oberen Mittelfeld der Schlagwolke. Um das Genre befinden sich alle (Sub-)Genres, die dem Genre bezüglich ihrer Stilistik und Soundform sehr ähnlich sind, beispielsweise: post-teen pop, electropop und indie popoptimism.⁶¹ *The Echo Nest* veröffentlicht ihre Ergebnisse zusätzlich als Ranglisten. Eine Rangliste zeigt zu einem bestimmten Genre, welche Genres am nächsten und welche Genres am entferntesten liegen. Die Genres, die nahe dem Genre „Pop“ liegen, gehören in der vorliegenden Arbeit zu der Popmusik. Die Grenze, ab wann ein Genre zu weit weg von dem „Pop“ Genre liegt und demzufolge nicht mehr in die Arbeit miteinfließt, wird in der Methode (siehe Kapitel 4.2.1) rechnerisch ermittelt.

⁵⁸ Vgl. PopMatters Staff (2017).

⁵⁹ Vgl. McDonald (2017), zitiert nach ebd.

⁶⁰ Vgl. McDonald (o. J.a).

⁶¹ Vgl. ebd. (o. J.b).

2.2 Definition „erfolgreicher Song“

Für die folgende Analyse wurden alle Popsongs, die in Deutschland erfolgreich waren, gesucht. Um ein einheitliches Verständnis zu schaffen, sollte geklärt werden, wie der Erfolg eines Songs gemessen bzw. definiert werden kann und ab wann ein Song in der vorliegenden Arbeit als erfolgreich gilt. Da Erfolg ein subjektiver Begriff ist, sollen keine generelle Aussage getroffen werden. In dieser Arbeit wird Erfolg als kommerzieller Erfolg definiert.

2.2.1 Produkterfolgsrechnung

In einem ökonomischen Zusammenhang ist Erfolg ein Ergebnis des Wirtschaftens und wird in der Regel an monetären Größen gemessen.⁶² Um den Erfolg eines Produktes zu ermitteln, müssen alle Kosten, die durch die Entwicklung, die Herstellung, den Vertrieb und das Marketing entstanden sind, von dem Verkaufserlös abgezogen werden.⁶³ Dadurch werden Rückschlüsse auf den Anteil, den das Produkt zum Gewinn eines Unternehmens beiträgt, die Rentabilität eines Produktes und den Produkterfolg gezogen.⁶⁴ Angewendet auf die vorliegende Arbeit müssen die Erlöse, die ein Musiklabel durch einen Song erhalten hat, mit Produktions-, Vertriebs- und Marketingkosten verrechnet werden. Im Anschluss kann durch einen Vergleich der unterschiedlichen Produkterfolge eine Rangliste von „erfolgreichster Song“ bis „am wenigsten erfolgreicher Song“ gebildet werden. Die gesuchten Songs sind die Songs, die an der Spitze der Rangliste stehen. Von dieser naheliegenden Vorgehensweise wurde abgesehen, da mehrere Probleme auftreten würden. Um eine vollständige Rangliste zu erhalten, müssten prinzipiell die Gewinne aller Songs, die jemals veröffentlicht wurden, eingeholt werden. Dafür müssten neben den drei großen Major-Labels *Sony Music Entertainment*⁶⁵, *Warner Music Group*⁶⁶ und *Universal Music Group*⁶⁷ auch alle kleinen Independent-Labels kontaktiert werden. Der Aufwand würde den Umfang dieser Arbeit sprengen.

Ein weiterer Grund gegen die Vorgehensweise ist die Frage, ob die Erlöse der Songs aus unterschiedlichen Jahren bzw. Jahrzehnten verglichen werden können. Technische Fortschritte haben dazu geführt, dass sich die Art der Musiknutzung stetig verändert.⁶⁸ Ende des

⁶² Vgl. Weber (2018).

⁶³ Vgl. Kühnapfel (2017), S. 297.

⁶⁴ Vgl. ebd., S. 304f.

⁶⁵ *Sony Music Entertainment* ist ein US-amerikanisches Musiklabel, welches in New York ansässig ist. Das Label geht aus dem 1887 gegründeten Musiklabel *Columbia Records* hervor.

⁶⁶ Die *Warner Music Group* hat ihren Hauptsitz in New York und geht ursprünglich aus dem Label *Warner Bros. Records*, welches im Besitz der Filmgesellschaft *Warner Bros. Entertainment* war, hervor.

⁶⁷ Die *Universal Music Group* ist in Santa Monica, Kalifornien, ansässig. Das Musiklabel hat seinen Ursprung in dem Unternehmen *Music Corporation of America*.

⁶⁸ Vgl. Bundesverband Musikindustrie e.V. (2012), S. 5ff.

zwanzigsten Jahrhunderts wurden Erlöse fast ausschließlich aus CD-Verkäufen generiert.⁶⁹ Zurzeit rücken Erlöse durch den Konsum von Streamingangeboten in den Vordergrund.⁶⁹ Insgesamt ist der Umsatz der deutschen Musikindustrie im Vergleich zu den 1990er Jahren um ca. 30% gesunken.⁶⁹ Diese Beobachtungen des *Bundesverband Musikindustrie e.V.* (BVMI) lassen vermuten, dass die Erlöse je Song ebenfalls gesunken sind. Ein Song, der derzeit den meisten Erlös generiert und im Moment der erfolgreichste Song auf dem Markt ist, könnte im Vergleich zu Songs aus den 1990er Jahren als eher erfolglos eingestuft werden. Es besteht die Gefahr, dass durch diese Art der Erfolgsmessung und -definition die Stichprobe insbesondere Songs aus den 1990er Jahren enthält. Das Ergebnis wäre verfälscht.

2.2.2 Hitlisten

Das Problem der Vergleichbarkeit absoluter Erlöszahlen kann umgangen werden, in dem der Erfolg eines Songs relativ zu den Erfolgen anderer Songs während desselben Zeitraums betrachtet wird. Diese relativen Erfolge werden von Institutionen als Hitlisten bzw. Charts herausgegeben.⁷⁰ Die Institutionen werden im nächsten Kapitel beleuchtet. In den Hitlisten dieser Institutionen wird veröffentlicht, welche 10, 20, 50, 100, 200 oder 300 Songs anhand von Verkaufs- und Streamingzahlen den größten Erfolg innerhalb einer Woche, zwei Wochen oder einem Jahr hatten.⁷¹ Das Arbeiten mit Hitlisten hat zum Vorteil, dass nicht alle jemals veröffentlichten Songs betrachtet werden müssen, sondern die erfolgreichsten Songs durch die jeweiligen Institutionen schon vorselektiert wurden. Zudem müssen nicht alle Musiklabels kontaktiert werden. Die Institutionen haben die Vorarbeit, Daten einzuholen, bereits geleistet. Am Anfang des Kapitel 2.2 wurde die Frage aufgestellt, ab welchem Kriterium ein Song als erfolgreich gilt. In der vorliegenden Forschungsarbeit gilt ein Popsong als erfolgreich, wenn er generell eine Platzierung in einer Hitliste erreicht hat. Die Zielgruppe besteht somit aus allen Hooklines aller Popsongs, die eine Chartplatzierung in Deutschland erreicht haben.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, bezieht sich die vorliegende Arbeit auf den Musikkonsum in Deutschland. Dies ist damit zu begründen, dass keine umfassenden Daten der US-amerikanischen *Billboard-Charts*⁷² eingeholt werden konnten. Hitlisten, die den deutschen Musikkonsum widerspiegeln, sind insbesondere die *Offiziellen Deutschen Charts* von *GfK Entertainment GmbH*.⁷³ Nach eigenen Angaben sind sie „die einzigen vom Bundesverband

⁶⁹ Vgl. Bundesverband Musikindustrie e.V. (2019), S. 5.

⁷⁰ Vgl. Wicke/Ziegenrucker/Ziegenrucker (2007), S. 140f.

⁷¹ Vgl. GfK Entertainment GmbH/MusicTrace GmbH (2020), S. 5; ebd., S. 34ff; Wicke/Ziegenrucker/Ziegenrucker (2007), S. 140f.

⁷² Das Magazin *Billboard* veröffentlicht internationale Charts als *Billboard Global 200*.

⁷³ Vgl. GfK Entertainment GmbH (o. J.d).

Musikindustrie e.V. lizenzierten Musik-Charts für Deutschland“⁷⁴. Gründe für die Wahl dieser Charts sind die transparente Systembeschreibung, das eindeutige Regelwerk, die glaubhafte Objektivität und Repräsentativität der Daten sowie die Anerkennung der *Offiziellen Deutschen Charts* in der Musikbranche.⁷⁵

2.2.3 Die Offiziellen Deutschen Charts

Die ersten Hitlisten in Deutschland wurden ab 1953 von der Zeitschrift *Der Automatenmarkt* ausgewertet und publiziert.⁷⁶ Die Bildung der Hitlisten erfolgte anhand der Abspielhäufigkeiten der Lieder in Jukeboxen.⁷⁶ Ab 1959 veröffentlichte die Zeitschrift *Der Musikmarkt* Hitlisten, die umfassender ausgewertet wurden.⁷⁷ In die Berechnungen flossen zusätzlich Abspielhäufigkeiten im Radio, Plattenverkäufe und Notenverkäufe mit ein.⁷⁸ Die Hitlisten der Zeitschrift *Der Musikmarkt* gelten als Vorgänger der *Offiziellen Deutschen Charts*.⁷⁷ 1977 wurden die Auswertungen, die zuvor von der Zeitschrift durchgeführt wurden, an die *media control GmbH* übergeben.⁷⁷ Mit der Übergabe an ein eigenständiges Marktforschungsinstitut sollte die Auswertung kontrollierter und systematischer durchgeführt werden sowie die Repräsentativität der Ergebnisse verbessert werden.⁷⁷ Seit der Übergabe werden die Ergebnisse als die *Offiziellen Deutschen Charts* in verschiedenen Zeitschriften und inzwischen auch auf unterschiedlichen Webseiten publiziert.⁷⁷ Der Schwerpunkt liegt auf der Veröffentlichung der Single-Charts und Album-Charts.⁷⁹ Zusätzlich werden immer mehr spezifische Charts, wie Klassik-Charts oder Schlager-Charts, zum Programm hinzugefügt.⁷⁹ Bis 1980 wurden in den Charts die 50 bestplatzierten Songs aufgelistet (TOP50).⁸⁰ Zwischen 1980 und 1989 wurden die TOP75 publiziert.⁸⁰ Seit 1989 bestehen die Charts aus den 100 bestplatzierten Songs (TOP100).⁸⁰ Der Zyklus der Veröffentlichung der Single-Charts und Album-Charts ist wöchentlich.⁸¹ Im Jahr 2003 schlossen sich die *media control GmbH* und das Marktforschungsinstitut *GfK* zusammen und veröffentlichten die Charts bis 2013 als Joint Venture *media control® GfK International GmbH*.⁸⁰ Seit 2013 veröffentlicht die *GfK* die *Offiziellen Deutschen Charts* unter dem Namen *GfK Entertainment GmbH* als Alleingesellschafter.⁸⁰

⁷⁴ GfK Entertainment GmbH (o. J.d).

⁷⁵ Vgl. hierzu Bundesverband Musikindustrie e.V. (o. J.a). Der deutsche Musikpreis *Echo* wird anhand der Auswertungen der *Offiziellen Deutschen Charts* verliehen.

⁷⁶ Vgl. Euler (2019).

⁷⁷ Vgl. GfK Entertainment GmbH/MusicTrace GmbH (2020), S. 40f. Die Ergebnisse der Auswertung werden unter anderem auf den Webseiten www.offiziellecharts.de, www.mtv.de und www.charts.de veröffentlicht.

⁷⁸ Vgl. Bundesverband Musikindustrie e.V. (o. J.b).

⁷⁹ Vgl. GfK Entertainment GmbH/MusicTrace GmbH (2020), S. 5.

⁸⁰ Vgl. ebd., S. 40f.

⁸¹ Vgl. GfK Entertainment GmbH (o. J.d).

Das Verfahren zur Bildung der *Offiziellen Deutschen Charts* wurde in der Vergangenheit immer wieder an die Art des Musikkonsums angepasst. Im Folgenden werden nur die Single-Charts erläutert. Andere Chartlisten stehen nicht im Interesse der vorliegenden Forschungsarbeit. Die Abbildung 1 auf der folgenden Seite stellt die Veränderungen in einen Gesamtkontext und fasst weitere Veränderungen, die im Folgenden nicht erläutert werden, zusammen.

In den *Offiziellen Deutschen Charts* wird ein Produkt als Single definiert, „(...) wenn die Spieldauer 23 Minuten nicht übersteigt, höchstens 5 Titel enthalten sind und 1 Titel erkennbar als A-Titel ausgewiesen ist“⁸². Eine Single muss mindestens 50% der Gesamtzeit Musik enthalten.⁸² Bis 2004 wurden die Single-Charts durch die Berechnung physischer Verkäufe gebildet.⁸³ Von 1989 bis 2001 flossen zusätzlich zu den physischen Verkäufen Airplay-Einsätze, Einsätze im deutschen Hörfunk, mit in die Berechnung ein.⁸³ Seit 2004 werden bei der Berechnung der Single-Charts nicht mehr nur physische Verkäufe, sondern auch bezahlte Downloads mit einberechnet.⁸³ Seit 2007 wurden bei der Berechnung der Single-Charts auch Songs mit eingeschlossen, die zunächst ausschließlich als Download-Produkt angeboten werden.⁸⁴ Seit 2014 werden bei der Berechnung der Single-Charts die Streamingzahlen von Kundinnen und Kunden, die für ein Streamingkonto bezahlen, berücksichtigt.⁸³

Am Ende eines jeden Jahres werden die Daten, die zur Bildung der Single-Charts erhoben wurden, nochmals für einen Jahresvergleich ausgewertet. In Anlehnungen an die Veränderungen der wöchentlichen Charts haben die Marktforschungsinstitute in den Single-Jahrescharts von 1978 bis 1979 die TOP50, von 1980 bis 1988 die TOP75 und seit 1989 die TOP100 erfolgreichsten Titel des jeweiligen Jahres veröffentlicht.⁸⁵ Die Vorarbeit, die Single-Charts zu Single-Jahrescharts zusammenzufassen, wird genutzt und ist der Ausgangspunkt für das methodische Vorgehen in Kapitel vier.

⁸² GfK Entertainment GmbH/MusicTrace GmbH (2020), S. 8.

⁸³ Vgl. Bundesverband Musikindustrie e.V. (o. J.b).

⁸⁴ Vgl. GfK Entertainment GmbH/MusicTrace GmbH (2020), S. 40f.

⁸⁵ Vgl. hierzu GfK Entertainment GmbH (o. J.e). Die *GfK Entertainment* bietet auf der Webseite www.offiziellecharts.de Einsicht in ihre Datenbank mit allen Single-Jahrescharts seit 1978 an.

Die Offiziellen Deutschen Charts

Ermittlung im Auftrag des Bundesverbandes Musikindustrie

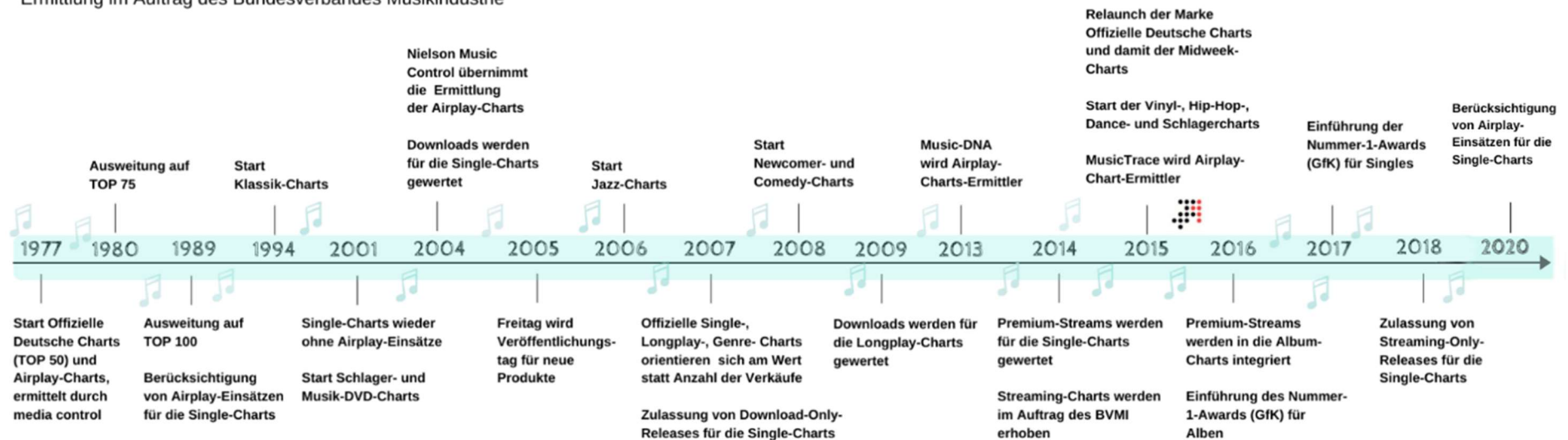


Abbildung 1. Zeitstrahl der Offiziellen Deutschen Charts (Bundesverband Musikindustrie e.V. (o. J.b))

2.3 Die Hookline im Kontext

Innerhalb der in Deutschland erfolgreichen Popsongs steht die sogenannte Hookline im Mittelpunkt der Forschung. Um die Bedeutung der Hookline zu verstehen, muss zunächst der Aufbau von Popsongs verstanden werden. Ein Popsong kann verschiedene Formen annehmen und besteht in der Regel aus mehreren Bausteinen. Die möglichen Songformen und Songbausteine werden in Kapitel 2.3.1 erläutert und definiert. Nach Appen und Frei-Hauenschild ist eine solche „[...] Terminologie als Grundlage für die Verständigung über Musik und ihre Analyse unerlässlich“⁸⁶. Die Erläuterungen sollen nur einem grundsätzlichen Verständnis dienen. Die Formen und Elemente werden verallgemeinernd und nicht detailliert beschrieben. In Kapitel 2.3.2 folgen Definition und Typologie der Hookline. In Kapitel 2.3.3 werden die Wiederholung und die Variation als wichtige Eigenschaft der Hookline hervorgehoben.

2.3.1 Songformen und Formbausteine

Zu den gängigen Songformen gehören die Verse-Chorus-Form, die AAA-Form und die AABA-Form.⁸⁷ Zu den Bausteinen, die üblicherweise verwendet werden, zählen Chorus, Refrain, Verse und Bridge.⁸⁸ In der Musikforschung und Literatur herrscht bezüglich der Terminologie keine Einigkeit. Die Bausteine und Songformen werden, wie die folgenden Abschnitte zeigen, vielfältig und teilweise gegensätzlich definiert.

Verse-Chorus-Form

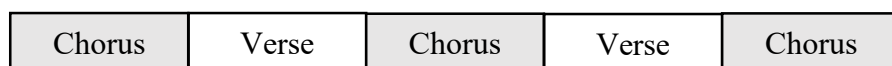


Abbildung 2. Beispielhafte Verse-Chorus-Form

Die Form, die in der Literatur am wenigsten debattiert und weitgehend einheitlich definiert wird, ist die Verse-Chorus-Form (siehe Abbildung 2). Diese kann nochmals unterteilt werden in die „simple“ Verse-Chorus-Form und die „contrasting“ Verse-Chorus-Form.⁸⁹ In beiden Varianten kommt ein eigenständiger Chorus, der aus acht Takten besteht, vor.⁹⁰ Dieser wird mehrfach mit vorwiegend unveränderter Harmonik und Melodik sowie gleichbleibendem oder nahezu identischem Text wiederholt.⁹¹ In dem Text kommt häufig der Songtitel oder eine gut

⁸⁶ Appen/Frei-Hauenschild (2012), S. 57.

⁸⁷ Vgl. ebd., S. 58f.

⁸⁸ Vgl. ebd., S. 59ff.

⁸⁹ Vgl. Covach (2005), S. 66.

⁹⁰ Vgl. Appen/Frei-Hauenschild (2012), S. 59.

⁹¹ Vgl. ebd., S. 58.

wiedererkennbare Textpassage vor.⁹² Ein weiterer eigenständiger Baustein in beiden Formvarianten ist der Verse. Dieser wird ebenfalls mit vorwiegend unveränderter Harmonik und Melodik, aber veränderten Texten wiederholt.⁹³ Durch die textlichen Unterschiede in den Wiederholungen wird auch von mehreren Verses⁹⁴ gesprochen. Die Harmonik dieser zwei wesentlichen Bausteine unterscheidet sich in der „simple“ Verse-Chorus-Form nicht.⁹⁵ In der „contrasting“ Verse-Chorus-Form weisen Chorus und Verse harmonische und/oder melodische Unterschiede auf.⁹⁶ Zusätzlich kann nach Appen und Frei-Hauenschild eine Bridge, die in einem Kontrast zu Chorus und Verse steht, in den letzten Drittel des Songs eingefügt werden.⁹⁷ Meistens tritt die Bridge nur einmal auf.⁹⁷ Außerdem können Intro, Soli oder Codas Bestandteile der Verse-Chorus-Form sein.⁹³ Im Zusammenhang mit dieser Songform wird der englische Begriff „Chorus“ in der Regel mit der deutschen Bezeichnung „Refrain“ gleichgesetzt.⁹⁸ Ein Beispiel für einen Song, der der Verse-Chorus-Form zugeordnet werden kann, ist „All About That Bass“ von *Meghan Trainor*.

AAA-Form

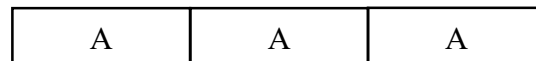


Abbildung 3. AAA-Form

Die AAA-Form in Abbildung 3 besteht im Gegensatz zu der Verse-Chorus-Form aus nur einem eigenständigen Baustein A, welcher mehrfach wiederholt wird.⁹⁹ Bei der Wiederholung wird der Text meistens verändert.⁹⁹ Die korrekte Bezeichnung des Formteils A ist umstritten. So definiert Middleton den Baustein als wiederholenden Chorus mit verändertem Text und betitelt die AAA-Form demzufolge als Chorus-Form.¹⁰⁰ Diese Definition widerspricht der Auffassung in der oben beschriebenen Verse-Chorus-Form, in der der Begriff „Chorus“ ein wiederkehrendes Element mit unverändertem Text ist. Covach bezeichnet den Formteil A nicht als Chorus, sondern als Verse und die Form dementsprechend als „simple“ Verse-Form.¹⁰¹ Diese Auffassung entspricht der oben aufgeführten Definition eines Verse, der bei seiner Wiederholung einen

⁹² Vgl. Appen/Frei-Hauenschild (2012), S. 60.

⁹³ Vgl. ebd., S. 58.

⁹⁴ „Verse“ wird hier im Sinne der englischen Bezeichnung verwendet. Der Plural von „Verse“ ist nicht „Verse“, sondern „Verses“.

⁹⁵ Vgl. Covach (2005), S. 73.

⁹⁶ Vgl. ebd., S. 72.

⁹⁷ Vgl. Appen/Frei-Hauenschild (2012), S. 61.

⁹⁸ Vgl. Schütz (2008b), S. 21; Middleton (2003), S. 508.

⁹⁹ Vgl. Appen/Frei-Hauenschild (2012), S. 59.

¹⁰⁰ Vgl. Middleton (2003), S. 503ff.

¹⁰¹ Vgl. Covach (2005), S. 66.

veränderten Text aufweist. Der Text des Bausteins A, egal ob mit Chorus oder Verse betitelt, muss allerdings nicht im Gesamten verändert werden. Zu Beginn oder am Ende eines jeden Bausteins kann eine wiederkehrende Textzeile, die den Titel des Songs wiedergibt, stehen.¹⁰² Diese unveränderte Textzeile könnte die Begründung für Middletons Verwendung des Begriffs Chorus sein. Der deutsche Begriff „Refrain“ bezeichnet im Zusammenhang mit dieser Songform keinen eigenständigen Baustein, sondern vielmehr diese einzelne Textzeile im Sinne einer Refrainzeile.¹⁰³ Ein Beispiel für diese Form ist das traditionelle Lied „Amazing Grace“.

AABA-Form

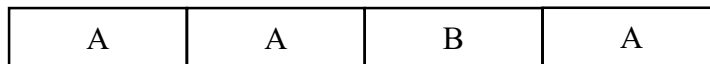


Abbildung 4. AABA-Form

Eine dritte geläufige Songform ist die AABA-Form, die auch „Popular Song Form“ genannt wird (siehe Abbildung 4).¹⁰⁴ Diese Form beginnt mit einem Baustein A, der im Anschluss direkt wiederholt wird.¹⁰⁵ Danach folgt ein anderer Baustein B.¹⁰⁵ Dieser wird wiederum von dem Baustein A abgelöst. Bei jeder Wiederholung des Bausteins A wird der Text verändert.¹⁰⁵ Wie bei der AAA-Form herrscht auch bei dieser Songform keine Einigkeit über die Bezeichnungen der einzelnen Elemente. Forte beschreibt den Baustein A und seine erste Wiederholung als einen langen ersten Chorus.¹⁰⁶ Danach folgen eine Bridge B und ein kurzer zweiter Chorus, der aus dem dritten Baustein A besteht.¹⁰⁶ Die Form, die Forte vorschlägt, nennt er durch das Zusammenfassen der ersten zwei Elemente ABA-Form.¹⁰⁶ Die Songform kann auf Grundlage seiner Definition als Chorus-Bridge-Form bezeichnet werden. Den Baustein A trotz variierendem Text als Chorus zu sehen, widerspricht auch hier der Auffassung, die im Zusammenhang mit der Verse-Chorus-Form erläutert wurde. Covach bezeichnet die Bausteine A, wie in der AAA-Form, als Verses.¹⁰⁷ Im Gegensatz zu Fortes Definition fasst er die ersten zwei Formteile nicht zusammen, sondern bezeichnet die Bausteine als zwei gleich lange Verses.¹⁰⁷ Er stimmt Forte zu, dass der Formteil B eine Bridge ist.¹⁰⁷ Die AABA-Form kann in seinem Sinne als Verse-Bridge-Form bezeichnet werden. Wie in der AAA-Form können auch bei dieser Songform die Formteile A eine sich nicht ändernde Textzeile, in der der Songtitel vorkommt, zu Beginn oder

¹⁰² Vgl. Appen/Frei-Hauenschild (2012), S. 60; Kaiser (2011), S. 55.

¹⁰³ Vgl. Appen/Frei-Hauenschild (2012), S. 60.

¹⁰⁴ Vgl. hierzu Graziano (2013).

¹⁰⁵ Vgl. Appen/Frei-Hauenschild (2012), S. 59.

¹⁰⁶ Vgl. Forte (1995), S. 38.

¹⁰⁷ Vgl. Covach (2005), S. 69.

am Ende beinhalten.¹⁰⁸ Diese Zeile wäre eine Begründung für Fortes Verwendung des Begriffes „Chorus“. Der deutsche Begriff „Refrain“ wird im Zusammenhang mit dieser Songform unterschiedlich verwendet. Für Appen und Frei-Hauenschild ist der „Refrain“ die nicht eigenständige Refrainzeile.¹⁰⁹ Covach und Forte bezeichnen die gesamte AABA-Form als Refrain.¹¹⁰ Weitere abweichende Definitionen des Bausteins A in der AABA-Form sind bei Stephenson¹¹¹ und Middleton¹¹² zu finden. Der Baustein B in der AABA-Form ist ein Element, welches zwischen den A Teilen verbinden soll und wird in der Literatur auch mit den Begriffen Release, Channel, Middle Eighth, Inside und PreChorus beschrieben.¹¹³ Kaiser definiert ihn in der Chorus-Bridge-Form, die Forte begrüßt, und der Verse-Bridge-Form, die Covach befürwortet, als „Formteil, der kontrastierend, aber nicht steigernd wirkt“¹¹⁴. Nach Durchlauf der AABA-Form wird diese als BA- oder AAB-Form wiederholt.¹¹¹ Zusätzlich zu der Form und deren Wiederholung kann der Song ein Intro, einen voranstehenden Verse und eine Coda enthalten.¹¹¹ Ein Beispiel für einen Song mit einer AABA-Form ist „Yesterday“ von den *Beatles*.

Unabhängig von der verwendeten Songform, hat der Chorus in der Regel eine Steigerungsfunktion gegenüber anderen Formteilen.¹¹⁵ Der deutsche Begriff „Refrain“ wird, wie oben erwähnt, oftmals synonym zu dem englischen Begriff Chorus verwendet. Der synonyme Gebrauch kann zu Verwirrungen führen. Wie in den oben beschriebenen Abschnitten deutlich wurde, wird der Begriff Refrain auch für einzeilige Textpassagen, die auf musikalischer Ebene nicht im Sinne eines Chorus sind, verwendet. Aufgrund der terminologischen Problematik schlägt Kaiser vor, den deutschen Begriff für wiederkehrend unveränderte Textstrukturen zu verwenden und mit dem englischen Begriff den musikalischen Teil zu beschreiben.¹¹⁶ Diesen Vorschlag überträgt er auf die gleiche Problematik, die durch den synonymen Gebrauch des deutschen Begriffs Strophe und des englischen Begriffs Verse entsteht. Die Strophe soll sich ausschließlich auf einen sich verändernden Text beziehen und der Verse lediglich die Musik beschreiben.¹¹⁶ Zusätzlich betont er, dass der Refrain (mehrzeilig) unmissverständlich von der Refrainzeile (einzeilig) unterschieden werden soll.¹¹⁷ Eine Refrainzeile, deren musikalischer Aspekt von Bedeutung ist, soll mit dem englischen Begriff *Headline* bezeichnet werden.¹¹⁷ In

¹⁰⁸ Vgl. Appen/Frei-Hauenschild (2012), S. 59.

¹⁰⁹ Vgl. ebd., S. 60.

¹¹⁰ Vgl. Covach (2005), S. 70; Forte (1995), S. 38.

¹¹¹ Vgl. Stephenson (2002), S. 141f. Er definiert die AABA-Form in Abhängigkeit von der Position der Refrainzeile als Chorus-Bridge-Form oder als Verse-Bridge-Form.

¹¹² Vgl. Middleton (2003), S. 505. Er bezeichnet die gesamte AABA-Form als Chorus.

¹¹³ Vgl. Appen/Frei-Hauenschild (2012), S. 61.

¹¹⁴ Kaiser (2011), S. 65.

¹¹⁵ Vgl. ebd., S. 55.

¹¹⁶ Vgl. ebd., S. 73.

¹¹⁷ Vgl. ebd., S. 55; ebd., S. 73.

der vorliegenden Arbeit wird der musikalische Aspekt und nicht der Text betrachtet. Aus diesem Grund werden nach Kaisers Vorschlag die englischen Begriffe verwendet. Die erläuterten Songformen und Formbausteine decken nicht alle Gestaltungsmöglichkeiten ab. Kaiser erwähnt nebensächlich die ABAA- oder die ABAC-Form.¹¹⁸ In der Praxis treten immer wieder neue Songformen auf. Weitere Songbausteine, die an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt werden, können Soli, Interlude und transitional Bridge sein.

2.3.2 Definition und Typologie der Hookline

Der Grund dafür, dass den Songformen und Songbausteinen ein gesamtes Unterkapitel gewidmet wurde, ist, dass jeder der erläuterten Bausteine gleichzeitig die Hook eines Songs sein kann. Die Hook bzw. Hookline ist neben den oben erwähnten Songbausteinen kein zusätzliches Element. So kann beispielsweise ein gesamter Chorus, eine Headline oder nur ein Teil einer Headline als Hookline dienen. Die Hook ist der Baustein, der für die Rezipientin oder den Rezipienten am eingängigsten ist und im Gedächtnis bleibt.¹¹⁹ Wenn sich eine Rezipientin oder ein Rezipient an einen bestimmten Song erinnert, fällt ihr oder ihm als erstes Element die Hookline ein.¹²⁰ Die Hook ist markant, sticht hervor und erregt Aufmerksamkeit.¹²¹ Burns erläutert den Begriff mit seiner wortwörtlichen Bedeutung („Hook“ = engl. „Haken“). Er vergleicht die Hörer*innen mit einem Fisch, der zufällig an einem Haken vorbeischwimmt.¹²² Wie der Fisch kommen die Hörer*innen zufällig mit einem Song und dessen Hook in Kontakt. Die Hook lockt sie so sehr, dass sie „anbeißen“ und durch die Hook, wie ein Fisch von einem Anglerhaken, „geschnappt“ werden.¹²² Die Definition der Hook nach Al Kasha und Hirschhorn, die in der Literatur gerne zitiert wird und die Bedeutung der Hookline treffend zusammenfasst, lautet wie folgt:

“[Hooks or. Hooklines are] the foundation of commercial songwriting, particularly hit-single writing. [Hooks or. Hooklines can be the repetition of] one note or a series of notes (...), a lyric phrase, full lines or an entire verse. [A Hook or. Hookline is] what you’re selling. (...) Ideally [a Hook or. Hookline] should contain one or more of the following: (a) a driving, danceable rhythm; (b) a melody that stays in people’s minds; (c) a lyric that furthers the dramatic action, or defines a person or place.”¹²³

¹¹⁸ Vgl. Kaiser (2011), S. 65.

¹¹⁹ Vgl. Pfeleiderer (2006), S. 230; Wicke/Ziegenrucker/Ziegenrucker (2007), S. 326.

¹²⁰ Vgl. Traut (2005), S. 57.

¹²¹ Vgl. Bennett (1983), S. 30, zitiert nach Burns (1987), S. 1.

¹²² Vgl. Burns (1987), S. 1.

¹²³ Kasha/Hirschhorn (1979), S. 28f.

Die Hook kann ein musikalisches Element mit oder ohne Text sein.¹²⁴ Al Kasha und Hirschhorn betonen, dass eine Hookline durch einen markanten Rhythmus, eine einprägsame Melodie und/oder einen besonderen Text hervorsteht.¹²⁴ Eine gute Hook gilt in der Literatur als das wichtigste und ausschlaggebende Element für den Erfolg eines Songs und ist Voraussetzung für eine Chartplatzierung.¹²⁵

Die Definitionen in der Literatur heben das wichtigste Merkmal, die Eingängigkeit der Hookline, hervor. Es wird ersichtlich, dass die Hook unterschiedliche Formen annehmen kann. Allerdings wird durch die Definitionen nicht deutlich, welche Formen es gibt und welche Faktoren zu einer Hook führen. Aus diesem Grund hat Burns versucht eine Typologie eingängiger Hooks zu erarbeiten. Er unterscheidet zwischen 13 verschiedenen Faktoren, die eine Hook erzeugen können, und unterteilt sie in zwei Kategorien.¹²⁶ Die Hook kann durch „textual“ oder „non-textual“ Elemente erzeugt werden.¹²⁶ Zu den „textual“ Hook-Formen gehören die Rhythmus-, Melodie-, Harmonie- und Lyrik-Hook.¹²⁶ Diese Hooks werden von den Songwriter*innen festgelegt.¹²⁷ Zu den „non-textual“ Faktoren, die eine Hook bewirken oder begünstigen können, zählt Burns Instrumente, Tempo, Dynamik, Improvisation und Zufall, Soundeffekte, Schnitt, Mischung, Kanalbalance oder Signalverzerrungen.¹²⁶ Diese Faktoren werden bei Aufnahme und Produktion variiert.¹²⁷ Die Hook-Formen, die im Folgenden erläutert werden, beruhen auf den Überlegungen und der Typologie von Burns.¹²⁸

Rhythmus-Hook

Die erste Form, die Burns nennt, basiert auf dem Rhythmus. Der Rhythmus ist ein fundamentales Element und strukturiert einen Song. Schlag und Pause wechseln sich ab und bilden ein Muster, welches ständig wiederholt wird. Wenn ein Rhythmus sehr stark hervorsteht, kann er zu einer Hook eines Songs werden. Diese Art von Hook kann sich zu Beginn oder im Verlauf eines Songs etablieren. Ein bekanntes Beispiel wäre „We will rock you“ von *Queen*. Wenn eine Rezipientin oder ein Rezipient an diesen Song denkt, denkt sie oder er vermutlich oft an den eingängigen Klatsch-Rhythmus, mit dem der Song beginnt.

¹²⁴ Vgl. Kasha/Hirschhorn (1979), S. 28f.

¹²⁵ Vgl. ebd., S. 28f; Pfeleiderer (2006), S. 230.

¹²⁶ Vgl. Burns (1987), S. 2.

¹²⁷ Vgl. ebd., S. 3.

¹²⁸ Vgl. ebd., S. 7ff.

Melodie-Hook

Eine weitere eingängige Passage kann die Melodie eines Songs sein. Die Melodie ist definiert als eine Folge von Intervallen bzw. Tönen, die gesungen oder gepfiffen werden können. Eine eingängige Melodie als Hook befindet sich meist in Verses, Chorus oder Riffs¹²⁹. Melodie-Hooks hängen oftmals sehr eng mit Rhythmus- und Harmonie-Hooks zusammen. Ein Beispiel für diese Form ist die anfängliche Melodie von „Smoke on the water“ der Band *Deep Purple* aus dem Jahr 1972. Das Beispiel verdeutlicht, dass Melodie-, Rhythmus- und Harmonie-Hooks nahe beieinander liegen. In manchen Songs besteht eine Melodie-Hook aus nur einer mehrfach wiederholten Note. Bei einer solchen Melodie-Hook oder auch bei einer sehr kurze Melodie-Hookline, wie hinter dem Text „Help!“ von den *Beatles*, besteht die Gefahr, dass andere Komponenten mehr hervorstechen. Die Melodie-Hook kann in den Hintergrund rücken, sodass die anderen Teile zu einer Hook werden.

Harmonie-Hook

Die dritte Form bezieht sich auf die Harmonie eines Songs. Mit Harmonie werden Akkorde bezeichnet, die meist einem sich wiederholenden Muster folgen und die Melodie begleiten. Die Harmonie kann ebenfalls als eingängige Hook fungieren. Sie steht in einem engen Zusammenhang mit der Melodie. Wenn die Rezipient*innen eine Harmonie eines bekannten Songs hören, können sie leicht auf die Melodie schließen. Daher ist es nicht ausgeschlossen, dass die Hörer*innen zusätzlich zu der Harmonie auch die Melodie eines Songs als Hook empfinden. Eine Harmonie-Hook etabliert sich meist gegen Ende eines Songs. Der Song „Stairway to Heaven“ von *Led Zeppelin* kann beispielhaft für diese Form der Hook stehen.

Lyrik-Hook

Nach Kronengold ist es generell möglich, dass ein Song mehrere Hooks enthält.¹³⁰ Eine weitere Hookline in dem Song von *Queen* könnte der Text „We will rock you“ sein. Ein Text kann durch unterschiedliche Eigenschaften oder besondere Themen, die er aufgreift, hervorstechen und zu einer Hookline werden. Manche lyrischen Hooks bestechen auf der Sprachebene durch Alliterationen, Reime, Lautmalereien oder Assonanzen. Der Text kann durch Absurdität, Witz, Metaphern, Personifikationen, extreme Trivialität, Verwirrung, Obszönität oder Ähnlichem auffallen. Aktuelle Angelegenheiten, politische Probleme, Sex, Liebe, Religion und weitere polarisierende Themen können auf der inhaltlichen Ebene zu einer eingängigen Hook führen.

¹²⁹ Vgl. Schütz (2008c), S. 267. Ein Riff ist „eine halb-, ein-, zwei- oder mehrtaktige, sich ständig wiederholende melodisch-rhythmische Figur, häufig im Bassbereich“.

¹³⁰ Vgl. Kronengold (2005), S. 385f.

„Non-textual“ Faktoren

Bei der Aufführung, Aufnahme und Produktion eines Songs können weitere Faktoren genutzt werden, um eine Hook zu erzeugen. Eine besonders auffällige Instrumentation kann zu einer eingängigen Songpassage führen. Das Tempo, die Schnelligkeit, mit der ein Song gespielt wird, kann zu einer Hook werden, wenn der Rezipient nicht mit diesem Tempo rechnet. Die Dynamik, welche die Lautstärke eines Songs bezeichnet, kann durch Crescendi, Decrescendi, Vibrati und Sforzandi eingängig wirken. Burns nennt Improvisation und Zufall aufgrund von Überraschungsmomenten als weitere Faktoren, die eine Hook begünstigen. Bei der Produktion eines Songs können Soundeffekte, wie beispielsweise das Klingeln einer Kasse oder ein Donner Schlag, genutzt werden, um eine Hook zu erzeugen. Ein guter Schnitt oder die Mischung eines Songs können eine andere Hooks begünstigen. Weitere Effekte, die zu einer eingängigen Songpassage führen können, sind unter anderem Echo, Hall oder Geschwindigkeitsveränderungen der Aufnahme. Diese Effekte sind Verfahrensweisen der Signalverzerrungen.

In der vorliegenden Arbeit werden nur die Melodie-Hooks erforscht. Der Grund, warum sich die Forschungsarbeit auf eine Art beschränkt, ist die Vergleichbarkeit. Unterschiedliche Arten von Hooks, wie beispielsweise eine Produktions- und Rhythmus-Hook, sind schwer zu vergleichen und es ist fraglich, ob eine Gegenüberstellung solch unterschiedlicher Hooks sinnbringend ist. Der Grund, warum die Wahl auf die Melodie-Hook fiel, ist die Intention, die Aufeinanderfolge von Tonfolgen und Tonlängen zu erforschen. In anderen Hook-Formen, wie beispielsweise im Soundeffekt, sind keine Tonfolgen im klassischen Sinne vorhanden. Eine Suche nach Tonfolgen wäre sinnlos. Außerdem ist die Melodie-Hook eine häufig auftretende Hook-Form.¹³¹

Zusammenfassend wird – unabhängig von der Form der Hook – in der Literatur betont, dass ein Teil hervorstechen muss, um zu einer Hookline zu werden. Der Begriff „hervorstechen“ ist sehr subjektiv. Verschiedenen Hörerinnen und Hörern können unterschiedliche Songteile besonders auffallen.¹³² Der genannte Song „We will rock you“ von *Queen* macht die Problematik deutlich. Manche Rezipientinnen und Rezipienten würden vermutlich sagen, dass sie den Klatsch-Rhythmus als sehr eingängig empfinden. Andere Hörerinnen und Hörer erinnern sich im Zusammenhang mit dem Song eher an die Worte „We will rock you“ als an den Rhythmus. In der vorliegenden Forschungsarbeit sollten die Hooklines von zahlreichen Songs bestimmt und analysiert werden. Zur Bestimmung musste ein Kriterium festgelegt werden, anhand welchem die Hookline eines Songs gefunden wird. Die Kriterien „hervorstechender

¹³¹ Vgl. Burns (1987), S. 7ff.

¹³² Vgl. Traut (2005), S. 57.

Songteil“ oder „eingängigster Songteil“ sind zu vage. Sie könnten nur anhand einer umfangreichen Befragung gemessen und präziser bestimmt werden. Eine zusätzliche Umfrage hätte den Rahmen einer Masterarbeit gesprengt. Aus diesem Grund musste ein anderes Kriterium, welches im folgenden Kapitel erläutert wird, gefunden werden.

2.3.3 Wiederholung und Variation von Hooklines

Nach Traut kann eine Songteil zu einer Hook werden, wenn er mehrmals wiederholt wird.¹³³ Ein Songteil, der mehrmals auftritt hat in Anlehnung an die ebbinghaussche Vergessenskurve eine höhere Chance der Hörerin oder dem Hörer im Gedächtnis zu bleiben, als ein Songteil der nur einmal im Song vorkommt.¹³⁴ Die Wahrscheinlichkeit, dass ein häufig auftretender Songteil zu einer Hookline wird, müsste demzufolge höher sein als bei einem Abschnitt, der nur einmal gespielt wird. Burns betont ebenfalls, dass die Wiederholung ein nicht auszulassender Aspekt der Hookline ist.¹³⁵ Er weist allerdings darauf hin, dass ein Songbaustein, der zu häufig ohne Veränderungen wiederholt wird, der Hörerin oder dem Hörer nicht mehr besonders auffällt und in den Hintergrund rückt. Mit dieser Bemerkung werden insbesondere durchgehend wiederholende kurze Tonfolgen angesprochen, die beispielsweise im Technobereich gespielt werden. Als Extrembeispiel nennt Burns einen durchgehenden Ton, der präzise definiert eine stetige Wiederholung von Schallwellen ist.¹³⁵ An diesen Ton gewöhnt sich das Gehirn und blendet ihn nach kurzer Zeit aus.¹³⁶ Auf Grundlage dieser Überlegungen werden in der vorliegenden Arbeit die Songteile der Melodie, die am häufigsten vorkommen aber nicht durchgängig gespielt werden, als Hookline definiert. Die Wiederholungen eines Songteils müssen nicht vollkommen identisch sein. Nach Burns sind leichte Variationen in den wiederholten Songteilen eine wichtige Eigenschaft für eingängige Hooklines.¹³⁷ Durch Variationen wird die Problematik, die Burns mit dem durchgehenden Ton als Extrembeispiel beschrieben hat, umgangen. Eine Variation in der Musik ist eine Veränderung, wie beispielsweise eine tonale oder rhythmische Veränderung, der Melodie.¹³⁸ Trotz der Veränderung bleibt die Melodie erkennbar, sodass der Hörer einen Zusammenhang zwischen der Variation und dem Songteil, der keine Variation ist, wahrnimmt.¹³⁸ In der vorliegenden Arbeit werden beim Zählen der Wiederholungen der

¹³³ Vgl. Traut (2005), S. 58.

¹³⁴ Vgl. Ebbinghaus (1885), S. 70ff; hierzu auch Adorno (2007), S. 79. Adorno betonte bereits 1941, dass die Wiederholung in der Popmusik eine wichtige Rolle für den Hörer und den kommerziellen Erfolg spielt.

¹³⁵ Burns S. 1.

¹³⁶ Vgl. hierzu Woods/Elmasian (1986).

¹³⁷ Vgl. Burns (1987), S. 2.

¹³⁸ Vgl. hierzu Schütz (2008a), S. 171.

Songteile die Variationen miteinberechnet. Alle genannten Kriterien zur Bestimmung einer Hookline werden in Abbildung 5 zusammengefasst.

Aufgrund des Wiederholungsaspektes sind Hooklines häufig im wiederkehrenden Chorus oder der mehrfach auftretenden Headline zu finden.¹³⁹ Da die Headline meist den Titel des Songs beinhaltet, kann die Melodie hinter dem Songtitel oftmals die Hook des Songs sein.¹⁴⁰ Burns ist, wie oben erwähnt, der Auffassung, dass eine Hookline begünstigt wird, wenn sich der Songteil von den restlichen Songteilen abhebt.¹⁴¹ Ein Chorus sticht per Definition in Kapitel 2.3.1 aus seiner Umgebung hervor. Die Auffassung von Burns und die Definition sprechen ebenfalls dafür, dass eine Hookline vermehrt im Chorus zu finden ist.

Kriterien zur Bestimmung der Hookline in der vorliegenden Arbeit: <ol style="list-style-type: none">1) Melodie-Hook2) Der Teil der Melodie, der inklusive seiner Variationen am häufigsten wiederholt wird3) Kein durchgängig wiederholter Songteil
--

Abbildung 5. Kriterien zur Bestimmung der Hookline

2.4 Tonfolgen und Tonlängen

Innerhalb der Melodie-Hooklines sollten zwei Parameter, die Töne und die Tonlängen, näher betrachtet werden. Zum besseren Verständnis werden die grundlegenden Informationen, die im Zusammenhang mit den Auswertungen der Tonfolgen und Reihenfolge der Tonlängen wichtig sind, hier kurz zusammengefasst.

2.4.1 Diatonische Tonleiter und Stufentheorie

Die Arbeit stützt sich auf die gängige westliche Notation bestehend aus zwölf unterschiedlichen Tönen.¹⁴² Sieben der insgesamt zwölf Töne sind die sogenannten Stammtöne.¹⁴³ Zwischen den Stammtönen befinden sich insgesamt fünf Töne, die jeweils auf zwei unterschiedliche Weisen notiert werden können.¹⁴⁴ Durch das Vorzeichen # kann eine Note, wie beispielsweise das *c'* zu einem *cis'*, erhöht werden und durch das Vorzeichen *b* kann eine Note, wie beispielsweise das *d'* zu einem *des'*, vermindert werden. Beide Noten (*cis'* und *des'*) beschreiben denselben Ton und klingen gleich. Dieser Zusammenhang wird als enharmonische Verwechslung

¹³⁹ Vgl. Appen/Frei-Hauenschild (2012), S. 60.

¹⁴⁰ Vgl. Kaiser (2011), S. 55.

¹⁴¹ Vgl. Burns (1987), S. 1.

¹⁴² Vgl. Haunschild (1998), S. 18.

¹⁴³ Vgl. hierzu Neufeld (2017), S. 315.

¹⁴⁴ Vgl. Haunschild (1998), S. 16ff.

bezeichnet.¹⁴⁵ Die Abbildung 6 zeigt alle zwölf Töne, wobei die Stammtöne durch eine rote Schrift hervorgehoben wurden. In der vorliegenden Arbeit wird nicht die deutsche, sondern die englische Schreibweise verwendet. In der englischen Schreibweise wird für den letzten Ton der Abbildung 6 ein *b* statt ein *h* notiert.¹⁴⁶ Zwischen den zwölf Tönen der Abbildung 6 liegen jeweils Halbtöne. Bei einem Ganztonschritt wird eine Note übersprungen.¹⁴⁷ Ein Ganztonschritt liegt beispielsweise zwischen den Stammtönen *c'* und *d'*. Eine Tonleiter mit allen zwölf Tönen wird als eine chromatische Tonleiter bezeichnet.¹⁴⁶



Abbildung 6. Chromatische Tonleiter (Eigenhändig mit der Software *MuseScore* erstellt)

In der westlichen Notation bestehen Songs nicht aus allen zwölf Tönen der chromatischen Tonleiter. In einem Song wird eine Tonleiter verwendet, die aus sieben unterschiedlichen Tönen aufgebaut ist.¹⁴⁸ Welche der zwölf Töne in eine Tonleiter aufgenommen werden, hängt von der Reihenfolge der Ganz- und Halbtöne, die eine Tonleiter durchläuft, ab. Insgesamt besteht eine Tonleiter aus fünf Ganztonschritten und zwei Halbtönen.¹⁴⁸ Die Ganz- und Halbtöne wechseln sich in der westlichen Notation nach bestimmten Regeln ab. Das Abwechseln von Ganz- und Halbtönen wird als Diatonik bezeichnet, sodass von einer diatonischen Tonleiter gesprochen wird.¹⁴⁸ Dabei wird zwischen den Tongeschlechtern unterschieden. Das Tongeschlecht einer Tonleiter kann Dur und Moll sein. In einer Dur-Tonleiter liegen die Halbtöne zwischen dem dritten und vierten Ton sowie dem siebten und achten Ton.¹⁴⁷ Der achte Ton ist der erste Ton, der um eine Oktave erhöht wurde. In einer Moll-Tonleiter liegen die Halbtöne zwischen dem zweiten und dritten Ton sowie dem fünften und sechsten Ton.¹⁴⁷ Die Tonleiter kann bei einem beliebigen Ton anfangen. Der erste Ton ist der Namensgeber für die jeweilige Tonart. Beispielsweise bezeichnet man eine Tonleiter, deren erster Ton ein D ist, als D-Dur-Tonleiter.

¹⁴⁵ Vgl. Haunschild (1998), S. 35.

¹⁴⁶ Vgl. ebd., S. 18.

¹⁴⁷ Vgl. ebd., S. 15.

¹⁴⁸ Vgl. ebd., S. 15. Eine Tonleiter mit sieben Tönen wird als heptatonische Tonleiter bezeichnet.

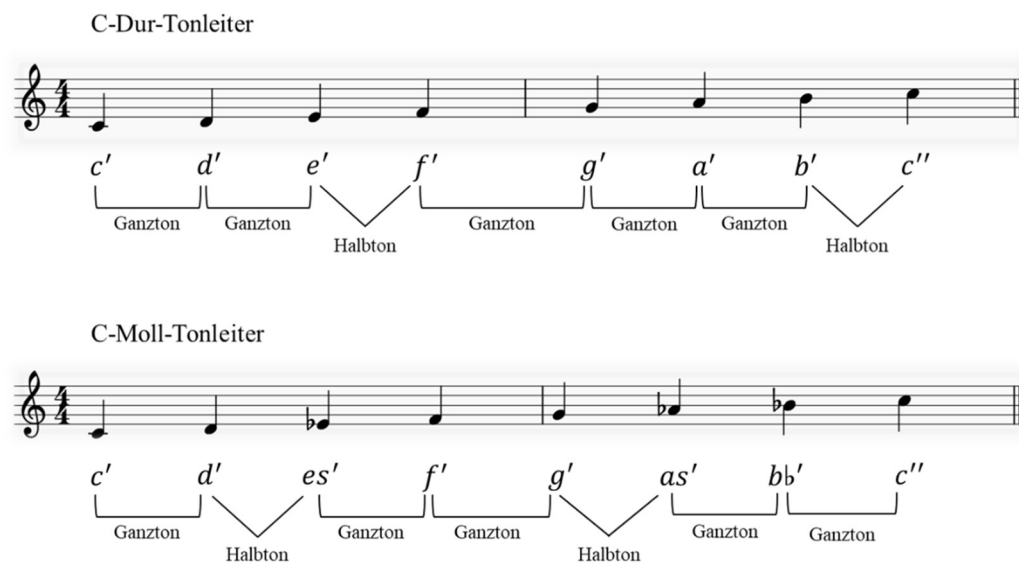


Abbildung 7. C-Dur- und C-Moll-Tonleiter (Eigenhändig mit der Software *MuseScore* erstellt)

In der Abbildung 7, die die Lage der Ganz- und Halbtonschritte verdeutlichen soll, fangen die Tonleitern bei einem C an. Dementsprechend werden die Tonleitern C-Dur- und C-Moll-Tonleitern genannt. Aufgrund der Lage der Ganz- und Halbtonschritte besteht eine C-Dur-Tonleiter ausschließlich aus Stammtönen. Die C-Dur-Tonleiter wird in der Literatur als die Basis aller Tonleiter beschrieben.¹⁴⁹

Die Hooklines der erfolgreichen Popsongs wurden in unterschiedlichen Tonarten notiert. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden alle Hooklines in eine Tonart umgeschrieben. Da C-Dur die einfachste Tonart ist, wurden alle Hooklines nach C-Dur umgeformt. Eine Umformung durch Erhöhung oder Verminderung aller Töne einer Hookline wird in der Musik als Transposition bezeichnet.¹⁵⁰

Die Tonleitern, die oben abgebildet wurden, liegen in dem eingestrichenen Oktavbereich. Die Tonleitern können in aufsteigender oder absteigender Richtung wiederholt werden. In aufsteigender Richtung folgen der zwei- und dreigestrichene Oktavbereich.¹⁵¹ In absteigender Richtung kann die Tonleiter in der sogenannten kleinen Oktave und großen Oktave liegen.¹⁵¹ Zur Vereinfachung der Auswertung sollen die Hooklines dieser Arbeit vorzugsweise in die gleiche Oktave transponiert werden. Es wurde sich auf die eingestrichene Oktave, deren Noten vorwiegend innerhalb des fünflinigen Notensystems liegen, geeinigt.

¹⁴⁹ Vgl. Haunschild (1998), S. 15.

¹⁵⁰ Vgl. Schütz (2008c), S. 275.

¹⁵¹ Vgl. Haunschild (1998), S. 25f.

Zur Verallgemeinerung können die Noten in die Schreibweise der Stufentheorie überführt werden.¹⁵² Die Stufen der Töne werden mit römischen Zahlen deklariert (Abbildung 8).¹⁵² Der Vorteil der Schreibweise der Stufentheorie ist die Unabhängigkeit von der Tonart. Beispielsweise ist die Stufe I in D-Dur ein d und in A-Dur ein a. Wenn die Ergebnisse der Forschungsarbeit mit römischen Zahlen formuliert werden, können die Ergebnisse sehr einfach für jede Tonart angewendet werden. Zusätzlich sind die Stufen unabhängig von dem Oktavbereich. Gleiche Noten in unterschiedlichen Oktavbereichen werden mit derselben Stufe beschrieben.¹⁵²

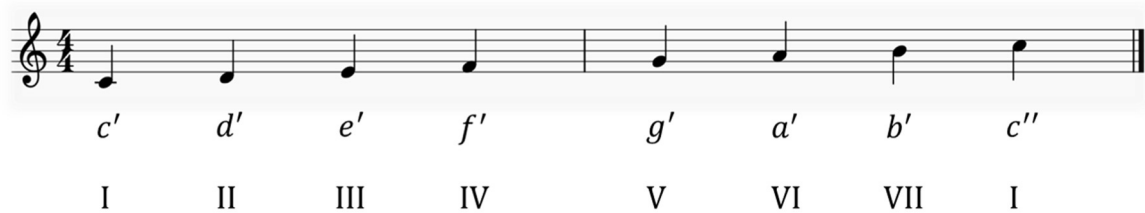


Abbildung 8. Stufen einer C-Dur-Tonleiter (Eigenhändig mit der Software *MuseScore* erstellt)

Zwischen zwei aufeinanderfolgenden Noten oder zwei gleichzeitig erklingenden Tönen herrschen bestimmte Abstände, sogenannte Intervalle.¹⁵³ Einer bekanntesten Intervalle ist die Oktave, die die acht Stammtöne bzw. die zwölf Töne der chromatischen Tonleiter umfasst.¹⁵³ Eine Oktave ist in der Abbildung 8 zwischen c' und c'' . Weitere Intervalle können der Tabelle in Anhang A entnommen werden.

2.4.2 Notenwerte

Der Notenwert bezeichnet die Länge eines Tons. Dieser wird nicht in einer zeitlichen Dimension, wie Sekunden oder Millisekunden, sondern in relativen Längen definiert. Ausgegangen wird von einer ganzen Note, die zwei halbe Noten, vier Viertelnoten oder acht Achtelnoten lang ist.¹⁵⁴ Zusätzlich gibt es punktierte Notenwerte. Diese Noten haben die 1,5-fache Länge ihrer eigentlichen Länge.¹⁵⁵ Beispielsweise ist eine punktierte halbe Note so lang wie eine halbe Note und eine Viertelnote zusammen. Alle gängigen Notenwerte werden in Tabelle 1 auf der folgenden Seite aufgelistet.

¹⁵² Vgl. Haunschild (1998), S. 46. Normalerweise werden mit den Stufen Akkorde beschrieben. Da die Akkorde unwichtig für die Auswertung sind, wird mit den Stufen nur der Grundton bezeichnet.













¹⁵³ Vgl. ebd., S. 32ff.

¹⁵⁴ Vgl. ebd., S. 20.

¹⁵⁵ Vgl. ebd., S. 22.

Tabelle 1

Gängige Notenwerte in der (Pop-)Musik

Note	Bezeichnung des Notenwerts	Note	Bezeichnung
	Ganze		Punktierte Ganze (Ganze + Halbe)
	Halbe		Punktierte Halbe (Halbe + Viertel)
	Viertel		Punktierte Viertel (Viertel + Achtel)
	Achtel		Punktierte Achtel (Achtel + Sechzehntel)
	Sechzehntel		Punktierte Sechzehntel (Sechzehntel + Zweiunddreißigstel)
	Zweiunddreißigstel		Punktierte Zweiunddreißigstel (Zweiunddreißigstel + Vierundsechzigstel)

Weitere Notenwerte in der Popmusik sind Triolen und Quintolen.¹⁵⁶ Ein einzelner Ton einer Triole entspricht einem Drittel einer Note.¹⁵⁶ Beispielsweise ist ein einzelner Ton einer Halben-Triole ein Drittel einer ganzen Note und ein einzelner Ton einer Viertel-Triole ein Drittel einer halben Note. Bei einer Quintole wird eine Note in fünf statt in vier Abschnitte unterteilt.¹⁵⁶ Zum Beispiel entspricht eine Viertel-Quintole einer ganzen Note. Die Beispiele in Abbildung 9 verdeutlicht die Systematik der Triolen und Quintolen.

$$\begin{array}{l}
 \overbrace{\text{♩} \text{♩} \text{♩}}^3 = \text{♩} = \text{Halbe-Triole} \\
 \overbrace{\text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩} \text{♩}}^5 = \text{♩} = \text{Viertel-Quintole}
 \end{array}$$

Abbildung 9. Triolen und Quintolen

¹⁵⁶ Vgl. Schütz (2008d), S. 145.

Beim Einlesen von MIDI-Dateien¹⁵⁷ in ein Notensatzprogramm wie *MuseScore* können leichte Ungenauigkeiten bezüglich der Notenwerte in den Dateien zu komplexen Notenschreibweisen in dem Notensatzprogramm führen. Um die ungenauen Tonlängen, die beispielsweise bei der Aufnahme entstanden sind, zu korrigieren, wird eine sogenannte Quantisierung durchgeführt. Bei der Quantisierung werden die Tonlängen einem Raster von Notenwerten zugeordnet.¹⁵⁸

2.5 Mustererkennung mit Markov-Ketten

Der Gegenstand der vorliegenden Forschungsarbeit ist die Mustererkennung (engl.: pattern recognition). Die Begriffe „Muster“ und „Mustererkennung“ werden in der Literatur diskutiert. Diese Arbeit basiert auf folgenden Ansätzen:

- 1) Nach Bezdek sind Muster Strukturen in Datensätzen, nach denen bei der Mustererkennung gesucht wird.¹⁵⁹
- 2) In der Statistik geht es unter anderem darum, zu prüfen, ob Vorkommnisse zufällig oder nicht mehr mit dem Zufall zu erklären sind. Wenn Vorkommnisse vom Zufallsprinzip signifikant abweichen, wird davon ausgegangen, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit ein bestimmter Zusammenhang bzw. eine gewisse Struktur vorhanden ist.¹⁶⁰

Diese zwei Ansätze können miteinander in Verbindung gebracht werden. Wenn nach Bezdek davon ausgegangen wird, dass Muster Strukturen sind und nach den statistischen Überlegungen davon ausgegangen wird, dass Strukturen eine Abweichung vom Zufallsprinzip sind, kann gefolgert werden, dass Muster eine signifikante Abweichung vom Zufall sind.¹⁶¹ Demzufolge ist ein Ziel der vorliegenden Arbeit, zu überprüfen, ob die Reihenfolge der Tonfolgen und Tonlängen zufällig ist oder nicht. Ob die Tonfolgen und Anordnung der Tonlängen in den Hooklines erfolgreicher Popsongs gewisse Muster aufweisen, kann mithilfe unterschiedlicher Methoden überprüft werden. In den bisherigen Forschungen zu computergestützten algorithmischen Kompositionen wurden insbesondere zwei methodische Vorgehensweisen für die Berechnungen

¹⁵⁷ Vgl. hierzu Stotz (1995), S. 123. MIDI (Music Instrument Digital Interface) -Dateien beinhalten Steuerungsinformationen für elektronische Instrumente und gelten als ein Schnittstellenstandard. MIDI-Dateien sind keine Audio-Dateien wie beispielsweise MP3-Dateien.

¹⁵⁸ Vgl. Schütz (2008c), S. 266.

¹⁵⁹ Vgl. Bezdek (1981), S. 1.

¹⁶⁰ Vgl. hierzu Backhaus et al. (2016), S. 15; Bortz/Schuster (2010), S. 97ff.

¹⁶¹ Vgl. hierzu Bronder (2020), S. 5f. In der Literatur wird teilweise erwähnt, dass Muster bzw. Strukturen eine Systematik oder Gesetzmäßigkeiten sind. Auch der Zufall kann nach dem Gesetz der großen Zahlen als Gesetzmäßigkeit gesehen werden: Wenn beispielsweise ein ungezinkter Würfel 100.000 mal geworfen wird, sind die Wahrscheinlichkeiten einer jeden Zahl 1/6. Diese Wahrscheinlichkeiten können als Gesetzmäßigkeit anerkannt werden. Das Beispiel verdeutlicht die Problematik der Definitionen von „Muster“, „Struktur“, „Gesetzmäßigkeit“ und „Zufall“.

beschrieben: Neuronale Netzwerke und Markov-Ketten.¹⁶² Die Markov-Ketten sind einfach modellierbar und wurde bei der Entwicklung der *Flow Machines* KI des *Sony CSL Research Laboratory*, die in der Einführung erwähnt wurde, bereits erfolgreich angewendet.¹⁶³ Aus diesen Gründen konnten die Markov-Ketten überzeugen.

Nach Bas ist eine Markov-Kette „ein spezieller stochastischer Prozess mit Gedächtnislosigkeit, bei dem die Vergangenheit keine Rolle für die Wahrscheinlichkeit der zukünftigen Zustände spielt“.¹⁶⁴ Die Definition von Bas beschreibt Markov-Ketten erster Ordnung.¹⁶⁵ Bei der Berechnung einer Markov-Kette erster Ordnung wird die Abhängigkeit von zwei Zuständen, dem aktuellen Zustand und dem zukünftigen Zustand, betrachtet.¹⁶⁶ Es wird angegeben mit welcher Wahrscheinlichkeit ein zukünftiger Zustand auf den aktuellen Zustand folgt.¹⁶⁶ Abbildung 10 auf der folgenden Seite stellt eine beispielhafte Markov-Kette mit drei Zuständen (s_1, s_2, s_3), die auch als Knotenpunkte bezeichnet werden können, dar. Die Pfeile zwischen den Zuständen zeigen die Übergangswahrscheinlichkeiten (p_{ij}) von einem Zustand i in den nächsten Zustand j an. Die Abbildung 10 wird als Übergangsdiagramm, Zustandsübergangsdiagramm, Zustandsdiagramm, Zustandsgraph oder Übergangsgraph bezeichnet.¹⁶⁷

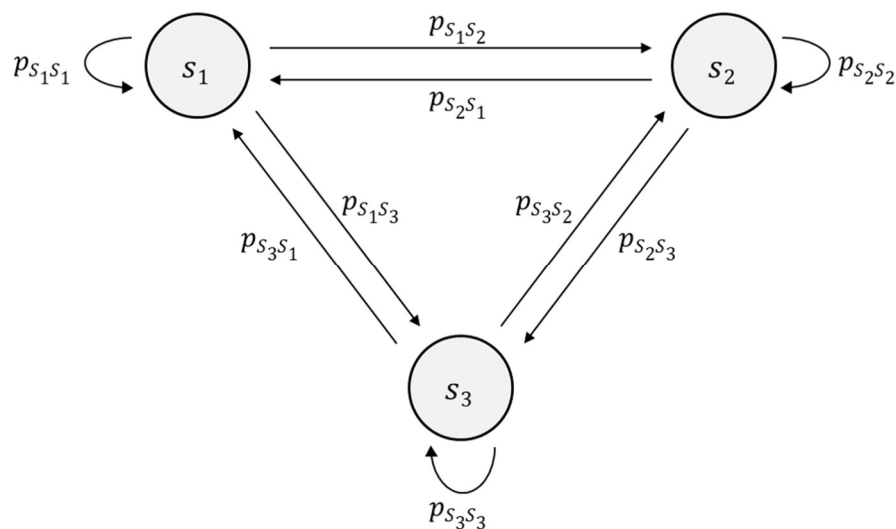


Abbildung 10. Übergangsdiagramm einer Markov-Kette mit drei Zuständen (Eigenhändig in Anlehnung an Kurt (2020), S. 173, erstellt)

¹⁶² Vgl. Barreau (2018), 1:05–1:13min. Vgl. Pachet/Roy/Carré (im Druck), S. 8f.

¹⁶³ Vgl. Pachet/Roy/Carré (im Druck), S. 8f.

¹⁶⁴ Bas (2020), S. 383.

¹⁶⁵ Vgl. Webel/Wied (2016b), S. 100.

¹⁶⁶ Vgl. Bas (2020), S. 383.

¹⁶⁷ Vgl. ebd., S. 385; Kurt (2020), S. 173.

Bei Markov-Ketten zweiter, dritter... z -ter Ordnung¹⁶⁸ wird berechnet, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein zukünftiger Zustand auf mehrere vorherigen Zustände folgt.¹⁶⁹ Im Gegensatz zu der Definition von Bas spielt bei Markov-Ketten höherer Ordnung die Vergangenheit für die Wahrscheinlichkeit des zukünftigen Zustands eine Rolle.¹⁶⁹

2.5.1 Stochastische Prozesse

Unabhängig von der Ordnung gehören Markov-Ketten zu den stochastischen Prozessen.¹⁷⁰ Ein stochastischer Prozess besteht unter der Annahme eines Wahrscheinlichkeitsraum (Ω, \mathcal{F}, P) aus einer Menge von Zufallsvariablen $\{X_t, t \in \mathcal{T}\}$, die jeweils eine Aussage über den Zustand eines Systems zu einem bestimmten (Zeit-)punkt $t \in \mathcal{T}$ ($\mathcal{T} \neq \emptyset$) treffen.¹⁷¹ \mathcal{T} beschreibt die Parametermenge bzw. Indexmenge und wird in der Regel als Zeitparameter definiert.¹⁷² Die Zufallsvariable X_t kann einen bestimmten Wert einer Menge S annehmen. Die Menge S wird als Zustandsraum bezeichnet.¹⁷¹

Stochastische Prozesse können grundsätzlich in vier Arten unterteilt werden. Die Arten werden durch die Ausprägungen des Zeitparameters \mathcal{T} und des Zustandsraumes S bestimmt. Der Prozess kann zeit-diskret ($t \in \{0, 1, 2, \dots, \mathcal{T}\}$) oder zeit-stetig ($t \in \mathbb{R}$) sein und einen abzählbaren (z. B. $S = \{s_1, s_2, s_3, \dots, S\}$) oder kontinuierlichen Zustandsraum (z. B. $S = \mathbb{R}$) haben.¹⁷³ Die abzählbaren Zustandsräume können endlich ($S = \{s_1, s_2, s_3, \dots, S\}$) oder unendlich (z. B. $S = \mathbb{N}$) sein.¹⁷¹ Tabelle 2 auf der folgenden Seite gibt einen Überblick über die verschiedenen Arten stochastischer Prozesse und zeigt mögliche Verfahren, die im Zusammenhang mit der Art des Prozesses angewendet werden können. Für die Auswertungen der vorliegenden Forschung werden zeit-diskrete Markov-Ketten mit abzählbaren Zustandsräumen verwendet. Diese Art von Markov-Ketten, die in der Literatur mit DTMC (*Discrete-Time Markov Chain*)¹⁷⁴ abgekürzt wird, wird im Folgenden näher erläutert. Die anderen Arten stehen nicht im Interesse der Arbeit und werden nicht weiter ausgeführt.

¹⁶⁸ In der Literatur wird statt z oftmals der Buchstabe n verwendet. Der Buchstabe n ist in dieser Forschungsarbeit allerdings schon besetzt: n = Anzahl der in der Stichprobe enthaltenden Songs, N = Anzahl der Songs in der Grundgesamtheit.

¹⁶⁹ Vgl. Webel/Wied (2016b), S. 101.

¹⁷⁰ Vgl. Bas (2020), S. 383.

¹⁷¹ Vgl. Waldmann/Helm (2016), S. 219.

¹⁷² Vgl. Waldmann/Stocker (2004), S. 5.

¹⁷³ Vgl. Waldmann/Helm (2016), S. 219; Webel/Wied (2016a), S. 18.

¹⁷⁴ Vgl. Spedicato et al. (2015).

Tabelle 2

Überblick über stochastische Prozesse

Zeitparameter	Zustandsraum	
	abzählbar (z. B. \mathbb{N})	kontinuierlich (z.B. \mathbb{R})
zeit-diskret ($t \in \{0, 1, 2, \dots, \mathcal{T}\}$)	Irrfahrt auf Z , Markov-Ketten	Zeitreihen
zeit-stetig ($t \in \mathbb{R}$)	Poisson-Prozesse, Markov-Prozesse	Brownsche Bewegung

Anmerkung. Eigenhändig erstellt in Anlehnung an Webel/Wied (2016a), S. 18 und Grimmett/Stirzaker (2001), S. 213, 370, 377f.

2.5.2 Markov-Ketten erster Ordnung

Zunächst werden die Eigenschaften und wichtigsten Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit Markov-Ketten erster Ordnung erläutert. Da der Schwerpunkt der vorliegende Forschungsarbeit nicht auf einer mathematischen Beweisführung liegt, wird auf eine ausführliche Begründung der Formeln verzichtet.

Unter Annahme eines Wahrscheinlichkeitsraum (Ω, \mathcal{F}, P) kann ein stochastischer Prozess $\{X_t, t \in \mathcal{T}\}$ als zeit-diskrete Markov-Kette erster Ordnung mit abzählbarem Zustandsraum S gelten, wenn für alle Zustände $i_0, i_1, i_2, \dots, i_{t-1}, i, j \in S$ und alle $t \in \mathbb{N}_0$

$$P(X_{t+1} = j \mid X_t = i, X_{t-1} = i_{t-1}, X_{t-2} = i_{t-2}, \dots, X_0 = i_0) = P(X_{t+1} = j \mid X_t = i) \quad (1)$$

gilt.¹⁷⁵ Dabei sind

- X_{t-1}, X_{t-2}, \dots die vergangenen Zustände,
- X_t der aktuelle Zustand und
- X_{t+1} der zukünftige Zustand.¹⁷⁶

Durch die Formel wird deutlich, dass der zukünftige Zustand von dem aktuellen Zustand und nicht von vergangenen Zuständen abhängt. Die Abhängigkeit kann durch die Übergangswahrscheinlichkeit p_{ij} dargestellt werden.¹⁷⁷ Unter Annahme einer zeit-diskreten Markov-Kette

¹⁷⁵ Vgl. Webel/Wied (2016b), S. 100.

¹⁷⁶ Vgl. Bas (2020), S. 383.

¹⁷⁷ Vgl. Webel/Wied (2016b), S. 101.

erster Ordnung $\{X_t, t \in \mathbb{N}_0\}$ mit abzählbarem Zustandsraum S und einem Wahrscheinlichkeitsraum (Ω, \mathcal{F}, P) gelten für alle $i, j \in S$ und $t \in \mathbb{N}_0$ die Übergangswahrscheinlichkeiten

$$p_{ij}^{(t)} := P(X_{t+1} = j | X_t = i) \quad (2)$$

Wenn die Übergangswahrscheinlichkeiten unabhängig von t sind (p_{ij}), dann gilt die Markov-Kette als homogen.¹⁷⁹ Sie besitzt eine Stationarität, da sich die Übergangswahrscheinlichkeiten nicht verändern.¹⁷⁹ Bei einer inhomogenen Markov-Kette verändern sich die Übergangswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von t ($p_{ij}^{(t)}$).¹⁷⁹ In der vorliegenden Arbeit, ist es durchaus möglich, dass sich die Übergangswahrscheinlichkeit zwischen beispielsweise dem ersten und zweiten Ton von der Übergangswahrscheinlichkeit zwischen dem zweiten und dritten Ton unterscheidet.

Die Übergangswahrscheinlichkeiten sind bedingte Wahrscheinlichkeiten und werden mithilfe einer Übergangsmatrix dargestellt.¹⁸⁰ Die Übergangsmatrix M ist eine $S \times S$ -Matrix.¹⁸⁰ Unter Annahme einer inhomogenen zeitdiskreten Markov-Kette erster Ordnung $\{X_t, t \in \mathbb{N}_0\}$ mit abzählbarem Zustandsraum S und der Übergangswahrscheinlichkeit $p_{ij}^{(t)}$ wird die Übergangsmatrix M zum Zeitpunkt t mit

$$M^{(t)} = (p_{ij}^{(t)})_{i,j \in S} \quad (3)$$

definiert, wobei für alle $i, j \in S$ $p_{ij}^{(t)} \geq 0$ gilt.¹⁸¹ Eine Übergangsmatrix mit drei Zuständen (s_1, s_2, s_3) zum Zeitpunkt $t = 1$ könnte beispielsweise durch

$$M^{(t=1)} = \begin{pmatrix} p_{s_1 s_1} & p_{s_1 s_2} & p_{s_1 s_3} \\ p_{s_2 s_1} & p_{s_2 s_2} & p_{s_2 s_3} \\ p_{s_3 s_1} & p_{s_3 s_2} & p_{s_3 s_3} \end{pmatrix}^{(t=1)}$$

$$M^{(t=1)} = \begin{pmatrix} 0.2 & 0.3 & 0.5 \\ 0.4 & 0.2 & 0.4 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}^{(t=1)}$$

beschrieben werden. Die Zeilen der Matrix geben den aktuellen Zustand an. Die Spalten der Matrix stellen den zukünftigen Zustand dar. Beispielsweise liegt die Wahrscheinlichkeit, dass

¹⁷⁸ Vgl. Webel/Wied (2016b), S. 101.

¹⁷⁹ Vgl. ebd., S. 102.

¹⁸⁰ Vgl. Bas (2020), S. 384.

¹⁸¹ Vgl. Brémaud (2020), S. 399.

nach dem ersten Zustand der dritte Zustand folgt, bei 0.5 bzw. 50%. Da die Übergangsmatrix bedingte Wahrscheinlichkeiten beschreibt, ist die Summe jeder Zeile 1.¹⁸² Es muss für alle $i, j \in S$ zusätzlich zu der Bedingung $p_{ij}^{(t)} \geq 0$ die Bedingung

$$\sum_{j \in S} p_{ij}^{(t)} = 1$$

erfüllt werden.¹⁸² Die Zustände einer Markov-Kette können verschiedene Eigenschaften annehmen. Zunächst werden die Eigenschaften von homogenen Markov-Ketten, die analog – unter Beachtung der unterschiedlichen Übergangswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von t – auf inhomogene Markov-Ketten übertragen werden können, betrachtet. Die folgenden Eigenschaften werden mit der Annahme einer zeit-diskreten homogenen Markov-Kette erster Ordnung $\{X_t, t \in \mathbb{N}_0\}$ mit dem Zustandsraum S und den Übergangswahrscheinlichkeiten $(p_{ij})_{i,j \in S}^{(m)}$, wobei m die Anzahl der Schritte darstellt, definiert. Ein Zustand $j \in S$ gilt von einem anderen Zustand $i \in S$ als erreichbar, wenn es möglich ist, von dem Zustand i in einem oder mehreren m -Schritten zu Zustand j zu gelangen.¹⁸³ Diese Eigenschaft kann wie folgt definiert werden:

$$i \rightarrow j : \Leftrightarrow \exists m \in \mathbb{N}: (p_{ij})^{(m)} > 0. \quad (4)$$

Zwei Zustände können als kommunizierende oder verbundene Zustände beschrieben werden, wenn beide Zustände $i, j \in S$ von dem jeweils anderen Zustand erreichbar sind:

$$i \leftrightarrow j : \Leftrightarrow i \rightarrow j \wedge j \rightarrow i. \quad (5)$$

Eine Übergangsmatrix kann sogenannte absorbierende Zustände besitzen. Ein Zustand i wird als absorbierend bezeichnet, wenn dieser Zustand nicht mehr verlassen werden kann.¹⁸⁵ Der Zustand $i \in S$ besitzt die Wahrscheinlichkeit $p_{ii} = 1$.¹⁸⁵ Die Übergangswahrscheinlichkeit zu anderen Zuständen ist Null. Bei inhomogenen Markov-Ketten muss beachtet werden, dass auch zu nachfolgenden Zeitpunkten die Wahrscheinlichkeit $p_{ii} = 1$ bleibt.

¹⁸² Vgl. Bas (2020), S. 384.

¹⁸³ Vgl. Waldmann/Helm (2016), S. 231.

¹⁸⁴ Vgl. Webel/Wied (2016b), S. 113.

¹⁸⁵ Vgl. Waldmann/Helm (2016), S. 224f.

Ein Zustand kann rekurrent oder transient sein. Wenn ein Zustand $i \in S$ rekurrent ist, dann ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Markov-Kette, die bei dem Zustand i begonnen hat, wieder zu dem Zustand i zurückkehrt

$$f_i := \sum_{m=1}^{\infty} f_i^{(m)} = 1. \quad (6)$$

Bei einem transienten Zustand ist die sogenannte Rekurrenzwahrscheinlichkeit $f_i < 1$.¹⁸⁶ Ein rekurrenter Zustand kann zusätzlich in positiv-rekurrent und null-rekurrent klassifiziert werden. Bei einem positiv-rekurrenten Zustand i wird erwartet, dass die Markov-Kette in einer endlichen Zeit wieder zurück zum Zustand i kehrt.¹⁸⁷ Bei einem null-rekurrenten Zustand erfolgt die Rückkehr erwartungsgemäß in einer unendlichen Zeit.¹⁸⁷

Wenn die Rückkehr zu einem Zustand nur zu bestimmten Zeitpunkten möglich ist, dann ist ein Zustand periodisch ($d_i > 1$).¹⁸⁸ Die Periode d_i eines Zustands $i \in S$ ist definiert als der größte gemeinsame Teiler von $\{m \geq 1 : (p_{ii})^{(m)} > 0\}$. Wenn $d_i = 1$, dann ist der Zustand aperiodisch.¹⁸⁸ Markov-Ketten mit ausschließlich periodischen Zuständen, werden als periodische Markov-Ketten beschrieben. Aperiodische Markov-Ketten beinhalten ausschließlich aperiodische Zustände.¹⁸⁸

Der Zustandsraum S einer Markov-Kette kann in Kommunikationsklassen eingeteilt werden. Innerhalb jeder Kommunikationsklasse befinden sich Zustände, die jeweils mit allen anderen Zuständen ihrer Klasse kommunizieren.¹⁸⁹ Die Zustände einer Kommunikationsklasse kommunizieren nicht mit den Zuständen anderer Kommunikationsklassen.¹⁸⁹ Die Kommunikationsklassen werden mit $C_1, C_2, C_3, \dots, C_q$ beschrieben. Es müssen die Bedingungen

$$S = C_1 \cup C_2 \cup \dots \cup C_q$$

$$C_1 \cup C_2 \cup \dots \cup C_q = \emptyset$$

erfüllt werden, wobei q die Nummerierung der letzten Kommunikationsklasse darstellt.¹⁸⁹

¹⁸⁶ Vgl. hierzu Webel/Wied (2016b), S. 114f.

¹⁸⁷ Vgl. Waldmann/Helm (2016), S. 233.

¹⁸⁸ Vgl. ebd., S. 232.

¹⁸⁹ Vgl. Bas (2020), S. 387f.

Wenn die Markov-Kette nur eine Kommunikationsklasse besitzt und alle Zustände miteinander kommunizieren, dann gilt die Markov-Kette als irreduzibel:

$$i \leftrightarrow j \quad \forall i, j \in S. \quad ^{190} \quad (7)$$

Wenn nicht alle Zustände miteinander verbunden sind, gilt die Markov-Kette als reduzibel.¹⁹¹ Eine irreduzible und aperiodische Markov-Kette mit ausschließlich positiv-rekurrenten Zuständen wird als ergodische Markov-Kette bezeichnet.¹⁹² Eine Übergangsmatrix einer ergodischen homogenen Markov-Kette, die unendlich oft mit sich selbst multipliziert wird, konvergiert gegen eine Matrix, die in den Zeilen die gleichen Übergangswahrscheinlichkeiten besitzt.¹⁹³ Bei einer inhomogenen Markov-Kette, die schwach oder stark ergodisch sein kann, werden die verschiedenen Übergangsmatrizen zu den unterschiedlichen Zeitpunkten multipliziert.¹⁹⁴

Des Weiteren kann die Verteilung v einer Markov-Kette betrachtet werden. Die Startverteilung $(v_i)_{i \in S}$ einer homogenen Markov-Kette wird mit

$$v_i = P(X_t = i) \quad (8)$$

definiert. Bei einer inhomogenen Markov-Kette können für die Bestimmung der Startverteilung die Auftrittswahrscheinlichkeiten der Zustände zum Zeitpunkt $t = 0$ beachtet werden. Diese Wahrscheinlichkeiten werden im Ergebnisteil als Startwahrscheinlichkeiten v_0 bezeichnet.

2.5.3 Markov-Kette z -ter Ordnung

Bei Markov-Ketten höherer Ordnung werden zusätzlich zu dem aktuellen Zustand vergangene Zustände beachtet.¹⁹⁵ Unter Annahme eines Wahrscheinlichkeitsraum (Ω, \mathcal{F}, P) kann ein stochastischer Prozess $\{X_t, t \in \mathcal{T}\}$ als zeit-diskrete Markov-Kette z -ter Ordnung mit abzählbarem Zustandsraum S gelten, wenn für alle Zustände $i_0, \dots, i_t, j \in S$ und alle $t \in \mathbb{N}_0$

$$\begin{aligned} P(X_{t+1} = j \mid X_t = i_t, \dots, X_{t-z+1} = i_{t-z+1}, \dots, X_0 = i_0) \\ = P(X_{t+1} = j \mid X_t = i_t, \dots, X_{t-z+1} = i_{t-z+1}) \end{aligned} \quad (9)$$

gilt, wobei $t \geq z - 1$ ist.¹⁹⁵ Die Ordnung z beschreibt die Anzahl der vergangenen Zustände, die für die Wahrscheinlichkeitsberechnung des zukünftigen Zustandes herangezogen werden.

¹⁹⁰ Vgl. Waldmann/Helm (2016), S. 232.

¹⁹¹ Vgl. Bas (2020), S. 388.

¹⁹² Vgl. ebd., S. 390.

¹⁹³ Vgl. ebd., S. 391.

¹⁹⁴ Vgl. Brémaud (2020), S. 400.

¹⁹⁵ Vgl. Webel/Wied (2016b), S. 101.

Wenn beispielsweise $z = 3$ ist, dann werden der aktuelle und zwei Zustände, die schrittweise vor dem aktuellen Zustand lagen, beachtet. Um Verwechslungen zu vermeiden, wird für diese Beschreibung nicht m verwendet. Der Buchstabe m beschreibt, wie bereits in Kapitel 2.5.2 verwendet, ebenfalls eine Anzahl von Schritten. In der vorliegenden Arbeit werden mit m Schritte unabhängig von der Vergangenheit verstanden. Im Zusammenhang mit der Ordnung und der Vergangenheit wird die Anzahl der Schritte mit z statt m definiert.

2.6 Aktueller Forschungsstand

Die Unterkapitel 2.1 bis 2.5 dienten einer theoretischen Grundlage. In diesem Kapitel werden bisherige Forschungsarbeiten betrachtet. Generell wurde Popmusik noch nicht sehr ausführlich untersucht und auch zu den Hooklines der Popmusik gibt es nur wenig wissenschaftliches Vorwissen, welches in die Richtung der vorliegenden Arbeit geht. In der bisher publizierten Literatur wurden die Hooklines nicht bezüglich ihres Aufbaus und ihrer Form untersucht, sondern eher hinsichtlich ihrer Wirkung erforscht. Mehrere haben im psychologischen Kontext den Ohrwurm, als Folge einer eingängigen Hookline, untersucht. Beispielsweise lag der Schwerpunkt der Studien von Beaman und Williams auf der Länge und der Vermeidungsstrategie von Ohrwürmern.¹⁹⁶

Hume hat sich im Rahmen einer studentischen Forschungsarbeit mit der Form von Hooklines beschäftigt. Dabei suchte er in den Texten von erfolgreichen Popsongs, die in den letzten Jahrzehnten eine Chartplatzierung auf Platz eins erhalten haben, Muster. Er kam zu dem Ergebnis, dass erfolgreiche Hooklines emotionale Texte beinhalten.¹⁹⁷ Die Emotionalität der Texte führt zu einer größeren Verbindung zwischen dem Hörer und dem Song sowie zu einem eingängigen Ohrwurm.¹⁹⁸ Traut hat ebenfalls die Form von Hooklines erforscht, indem er in den Hooks nach Akzentmustern gesucht hat. Nach seinen Ergebnissen können bestimmte rhythmische Muster eine eingängige Hookline erzeugen.¹⁹⁹ Balen et al. haben sich mit den Eigenschaften des Chorus, den das Forschungsteam vergleichbar mit der Hookline als den eingängigsten Songteil definiert, beschäftigt. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass der Chorus lauter und rauher ist sowie eine höhere und gleichmäßigere Tonhöhe besitzt als die anderen Songbausteine.²⁰⁰ Zudem hat der Chorus nach ihren Forschungsergebnissen wenige dynamische Unterschiede und vielfältige Klangfarben.²⁰⁰

¹⁹⁶ Vgl. Beaman/Williams (2010), S. 637.

¹⁹⁷ Vgl. Hume (2015), S. 313.

¹⁹⁸ Vgl. ebd., S. 5.

¹⁹⁹ Vgl. Traut (2005), S. 76.

²⁰⁰ Vgl. van Balen et al. (2013), S. 6.

Ein anderes bedeutendes Forschungsfeld für die vorliegende Arbeit ist die Komposition mithilfe von künstlicher Intelligenz. In der Einleitung wurden bereits drei Projekte der algorithmischen Komposition vorgestellt. Ein weiteres interessantes Projekt ist *Magenta* von *Google*. Mit diesem Projekt haben die Forscher Tools, welche Künstler*innen und Musiker*innen im kreativen Prozess unterstützen sollen, entwickelt.²⁰¹ *Magenta* basiert auf dem Google Framework für maschinelles Lernen *Tensorflow*.²⁰² Mithilfe von maschinellem Lernen berechnet die KI Algorithmen, mit denen Musik und Kunst produziert wird.²⁰³ Ein Tool unter dem Projekt *Magenta* ist *NSynth* (Neural Synthesizer). *NSynth* ist in der Lage durch neuronale Netzwerke Klangeigenschaften zu lernen und durch das Erlernte neue Klänge in Form von gemischten Klängen zu produzieren.²⁰⁴ Ein weiteres Projekt heißt *Bach-Doodle*. In diesem Projekt haben die Forscher eine KI entwickelt, die die Kompositionen von Nutzer*innen einer App harmonisieren.²⁰⁵ Die Harmonisierung erfolgt in einem barocken Stil von Bach.²⁰⁵

Für die drei Forschungsprojekte, die in der Einführung (Kapitel 1) erläutert wurden, wurden KIs mithilfe von fertigen Musikstücken angelernt. Eine andere Methode ist die autonome Musikproduktion, die beispielsweise von dem Startup *Amper* angewendet wird. Zur Entwicklung der KI wurden zahlreiche Samples in eine Datenbank eingelesen.²⁰⁶ Diese Samples, die mit verschiedenen Instrumenten aufgenommen wurden, beinhalten die Regeln der Musikkomposition.²⁰⁶ Der Künstler kann per Voreinstellung gewünschte Eigenschaften des Songs, wie den Stil, die Songlänge, die Geschwindigkeit, den Aufbau, die Instrumentation und das zu übermittelnde Gefühl der Musik festlegen.²⁰⁷ Mithilfe dieser Vorinformationen komponiert die KI in wenigen Sekunden einen neuen Song.²⁰⁸ *Amper* soll insbesondere die lizenzfreie Musiksuche für private Videos und Projekte erleichtern.²⁰⁸

Die genannten Forschungsprojekte, die sich mit der algorithmischen Komposition befassen, zeigen, dass künstliche Intelligenz ein großes Forschungsfeld in der Musik darstellt. Trotz der vielen Projekte fehlen Arbeiten, die sich explizit mit den Hooklines in Popsongs beschäftigen.

²⁰¹ Vgl. Roberts et al. (2019), S. 6.

²⁰² Vgl. Google AI (o. J.a).

²⁰³ Vgl. Roberts et al. (2019), S. 5f.

²⁰⁴ Vgl. Google AI (o. J.b).

²⁰⁵ Vgl. Huang et al. (2019), S. 6.

²⁰⁶ Vgl. Amper Music (o. J.).

²⁰⁷ Vgl. Silverstein (2019), 8:50–9:00min.

²⁰⁸ Vgl. ebd., 6:50–9:15min.

3 Forschungsfragen

Aus methodischer Sicht ist eine Prüfung von fundierten Hypothesen einer Untersuchung mittels explorativer Forschungsfragen vorzuziehen.²⁰⁹ Um fundierte Hypothesen aufzustellen, wird Vorwissen und eine gut begründete Herleitung benötigt.²¹⁰ Der aktuelle Forschungsstand zeigt, dass es bisher keine wesentliche Grundlage zu Hooklines gibt. Aus diesem Grund wäre es fehlerhaft, Sachverhalte zu postulieren. Es wurden keine Hypothesen, sondern Forschungsfragen aufgestellt. Die übergreifende Forschungsfrage, die bereits in der Einleitung erläutert wurde, wird in mehrere untergeordnete Forschungsfragen aufgeschlüsselt.

Alle Forschungsfragen zielen, wie in Kapitel 2.5 erwähnt, auf eine Mustererkennung ab. Ein Muster wäre vorhanden, wenn beispielsweise nach einem bestimmten Ton A ein anderer bestimmter Ton B ungewöhnlich häufig auftritt oder anders formuliert: Nach Ton A würde Ton B häufiger auftreten als es nach dem Zufallsprinzip erwartet wurde. Auf Grundlage dieser Überlegung soll die folgende Forschungsfrage, die sich auf die Tonfolgen bezieht, beantwortet werden:

F1a) Sind in den Melodie-Hooklines von Popsongs, die zwischen 1978 und 2019 in Deutschland erfolgreich waren, Muster hinsichtlich der Aufeinanderfolge von Tönen vorhanden?

Wenn die Töne bestimmten Mustern folgen, soll zusätzlich geklärt werden, wie diese Muster aussehen. Dafür soll dargelegt werden, nach welchen Tönen, welche anderen Töne ungewöhnlich oft vorkommen. Folgende Frage soll beantwortet werden:

F1b) Welche Muster sind, wenn die Forschungsfrage F1a bejaht werden kann, in den Melodie-Hooklines von Popsongs, die zwischen 1978 und 2019 in Deutschland erfolgreich waren, hinsichtlich der Aufeinanderfolge von Tönen vorhanden?

²⁰⁹ Vgl. Backhaus et al. (2016), S. 23.

²¹⁰ Vgl. Bortz/Schuster (2010), S. 3f.

Im zweiten Abschnitt werden dieselben Überlegungen, die für die erste Forschungsfrage getroffen wurden, auf die Reihenfolge der Tonlängen angewendet. Die Forschungsfrage lautet wie folgt:

F2a) Sind in den Melodie-Hooklines von Popsongs, die in zwischen 1978 und 2019 in Deutschland erfolgreich waren, Muster hinsichtlich der Aufeinanderfolge von Tonlängen vorhanden?

Wie bei der ersten Forschungsfrage, soll bei einer erfolgreichen Mustersuche hinterfragt werden, wie die Muster im Detail aussehen. Die Forschungsfrage lautet wie folgt:

F2b) Welche Muster sind, wenn die Forschungsfrage F2a bejaht werden kann, in den Melodie-Hooklines von Popsongs, die zwischen 1978 und 2019 in Deutschland erfolgreich waren, hinsichtlich der Aufeinanderfolge von Tonlängen vorhanden?

Die dritte Forschungsfrage, die aufgestellt wird, kann durch die Anwendung der Markov-Ketten in Kapitel 6 beantwortet werden. Sie dient der Überprüfung der Ergebnisse. Die folgende Forschungsfrage, kann nur beantwortet werden, wenn F1a und F2a bejaht werden:

F3) Kommen die Muster, wenn Muster gefunden werden konnten, in beispielhaften Melodie-Hooklines, die durch den Computer mithilfe der Markov-Ketten komponiert werden, vor?

4 Methode

Die Methode wird in vier Abschnitte gegliedert. In Kapitel 4.1 wird das Untersuchungsdesign der vorliegenden Forschungsarbeit geschildert. Danach folgt das methodische Vorgehen, welches in drei Phasen unterteilt wird: Die Auswahl der Stichprobe (siehe Kapitel 4.2), die Suche nach den Untersuchungsgegenstände und die Datenaufbereitung (siehe Kapitel 4.3) sowie das Vorgehen bei der Datenauswertung (siehe Kapitel 4.4). Abbildung 11 fasst alle methodischen Schritte der Kapitel 4.2 bis 4.4 zusammen.

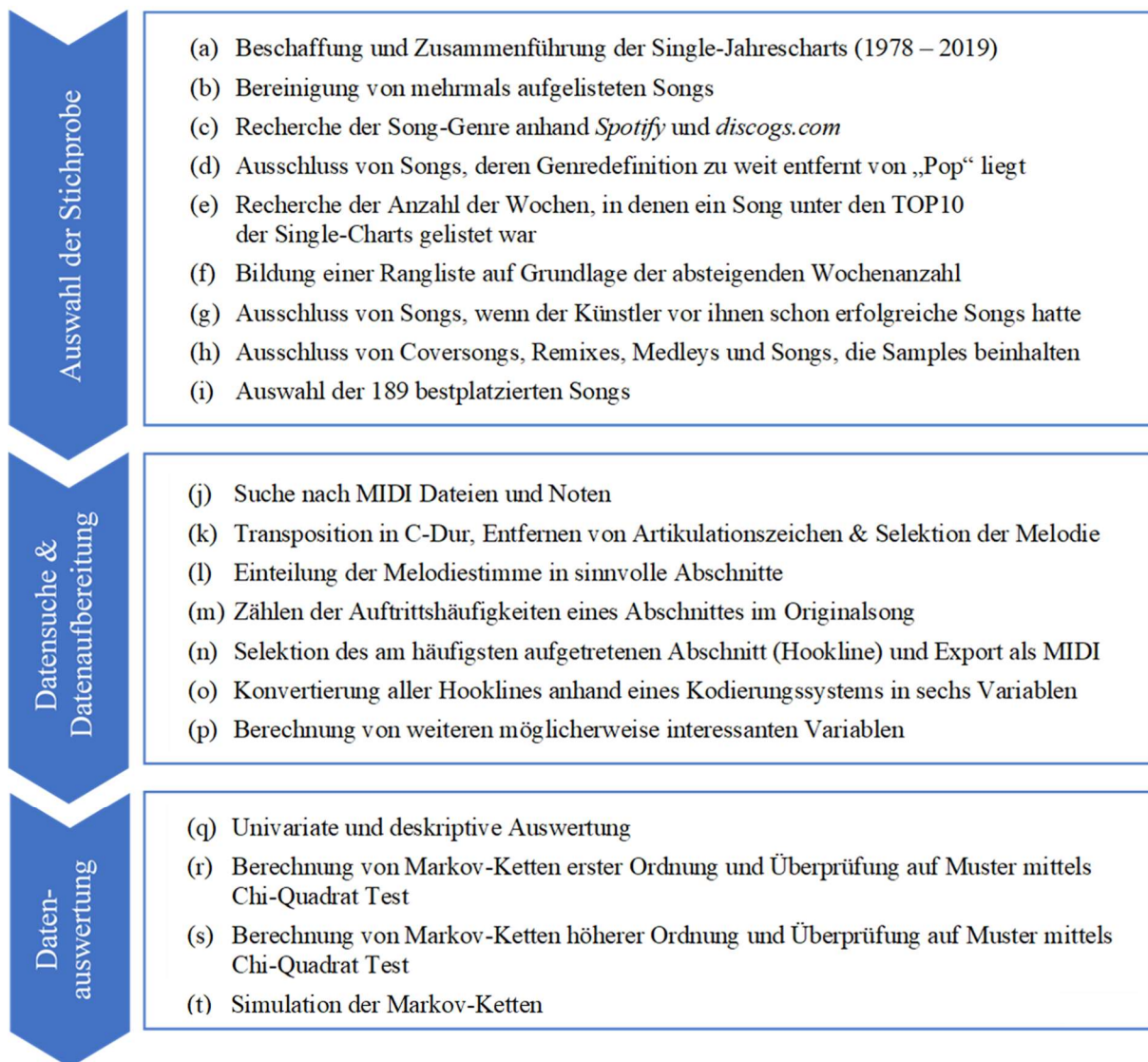


Abbildung 11. Übersicht über die methodische Vorgehensweise (Eigenhändig erstellt)

4.1 Untersuchungsdesign

Das Untersuchungsdesign, welches zu der Klärung der Forschungsfragen angewendet wurde, kann zu den Inhaltsanalysen gezählt werden. Nach Merten ist eine Inhaltsanalyse eine „Methode zur Erhebung sozialer Wirklichkeit, bei der von Merkmalen eines manifesten Textes auf Merkmale eines nichtmanifesten Kontextes geschlossen wird.“²¹¹ Im Zusammenhang mit Mertens Definition sind „manifeste Texte“ nicht nur geschriebene Texte im klassischen Sinne, sondern auch Kommunikationsinhalte wie Bilder, Filme und Musik.²¹² Verallgemeinernd kann sich die Analyse auf alle Inhalte beziehen, durch die kommuniziert wird und die mithilfe von Regeln in eine Notation umgewandelt werden können.²¹² In der vorliegenden Forschungsarbeit sind die Kommunikationsinhalte die Hooklines erfolgreicher Popsongs. Die in den Hooklines enthaltenen Töne und Tonlängen wurden mithilfe eines Codierungssystems, welches in Kapitel 4.3.3 näher erläutert wird, transformiert und in Zahlencodes notiert.

Inhaltsanalysen haben mehrere Vorteile, weswegen dieses Untersuchungsdesign gewählt wurde. Das methodische Vorgehen von der Auswahl der Stichprobe bis hin zum codierten Datensatz folgt einer festgelegten Systematik.²¹³ Mithilfe von Codierungssystemen, einem eindeutigen Regelwerk zur Stichprobenwahl und bestimmten Bereinigungskriterien ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass aus einer erneuten Durchführung der Inhaltsanalyse das gleiche Ergebnis resultiert.

Eine weitere Stärke von Inhaltsanalysen bezieht sich auf die Art der Variablen. Die Kommunikationsinhalte der Analyse sind meist keine latenten, sondern manifeste Variablen.²¹⁴ Latente Variablen sind indirekt messbare Variablen, wie beispielsweise die Einstellung oder Intelligenz eines Probanden. Im Vergleich zu manifesten Variablen d. h. direkt messbare Variablen, wie beispielsweise Alter und Körpergröße, sind sie schwer messbar.²¹⁵ Die Ergebnisse könnten durch die Situation oder Stimmung, in der sich ein Proband zum Zeitpunkt einer Befragung befindet, beeinflusst werden. Es muss mit vielen potenziellen Störvariablen gerechnet werden. Bei der Inhaltsanalyse tritt diese Problematik nicht auf.²¹⁴ Ein weiterer Grund für die Wahl einer Inhaltsanalyse ist die Ausgangssituation und die Fragestellung. Die Daten sind bereits vorhanden. Andere methodische Vorgehensweisen wie z. B. eine Umfrage oder Beobachtung wären nicht sinnvoll.

²¹¹ Merten (1995), S. 87.

²¹² Vgl. ebd., S. 16.

²¹³ Vgl. Mayring/Fenzl (2014), S. 546; Rössler (2017), S. 21f.

²¹⁴ Vgl. Rössler (2017), S. 24.

²¹⁵ Vgl. Stein (2014), S. 138.

Mithilfe der Inhaltsanalyse in Form einer Teilerhebung sollten allgemeingültige Aussagen über alle Hooklines erfolgreicher Popsongs getroffen werden. Dafür wurde eine Vielzahl von Objekten analysiert und quantitativ erforscht. Von einer qualitativen Analyse mit wenigen Untersuchungsobjekten wurde abgesehen, da eine Generalisierbarkeit kritisch wäre.²¹⁶ Die quantitative Inhaltsanalyse erfolgte im Rahmen eines explorativen Forschungsvorhabens, weil bei mangelnder Literatur keine Hypothesen postuliert werden können.

4.2 Auswahl der Stichprobe

Bevor eine quantitative Inhaltsanalyse durchgeführt werden konnte, musste in der ersten Phase eine repräsentative Stichprobe aus der Grundgesamtheit gezogen werden. Die Grundgesamtheit besteht, wie in Kapitel 2.2 erwähnt, aus allen Hooklines aller Popsongs, die eine Chartplatzierung in Deutschland von 1978 bis 2019 erreicht haben. Die Jahrescharts der *Offiziellen Deutschen Charts* dienten als Ausgangspunkt zur Auswahl der Stichprobe. Dieses Kapitel bezieht sich auf die Schritte (a) und (b) der Abbildung 11.

Alle Jahrescharts, die seit der erstmaligen Auswertung durch die *media control GmbH* publiziert wurden, wurden in einem Datensatz gesammelt. Auf die vorherigen Chartauswertungen musste verzichtet werden, da diese nicht zugänglich waren. Die Einholung dieser Daten erfolgte vom 08. Dezember 2020 bis einschließlich 10. Dezember 2020. Die Single-Jahrescharts aus dem Jahr 2020 wurden wegen der pandemiebedingten Ausnahmesituation, die Einfluss auf die Daten gehabt haben könnte, nicht verwendet. Aufgrund der Anpassung der Länge der Charts setzte sich der Datensatz aus zwei Jahren je 50 Songtiteln, neun Jahren je 75 Songtiteln und 31 Jahren je 100 Songtiteln zusammen. Insgesamt bestand der Datensatz aus 3875 Songtiteln. Alternativ hätten wöchentliche Single-Charts verwendet werden können. Eine Auswertung durch die Single-Jahrescharts wurde vorgezogen, da von diesen bereits Ausreißer, kurzzeitig platzierte Singles, ausgeschlossen wurden.

Einige Titel konnten sich in mehreren Single-Jahrescharts aus unterschiedlichen Jahren platzieren. Die Doppelungen wurden bereinigt, indem nur die erstmalige Platzierung gezählt wurde. Nach Ausschluss mehrfach platzierter Titel bestand der Datensatz aus 3641 Songtiteln.

²¹⁶ Vgl. Rössler (2017), S. 17f.

4.2.1 Genreanalyse

Nach der Definition in Kapitel 2.1 kann davon ausgegangen werden, dass sich in den Single-Charts bzw. in den Single-Jahrescharts ausschließlich populäre Songs befinden. Da in dieser Arbeit nicht populäre Songs im sehr weiten Sinne, sondern Popsongs im engeren Sinne ohne extreme Stilistiken und Soundrichtungen verwendet werden sollten, mussten die extremen Songs von den Charts ausgeschlossen werden. Extreme Songs wurden als Ausreißer definiert. Durch Ausschluss dieser Ausreißer sollte die Vergleichbarkeit der Songs erhöht werden. Dieses Kapitel bezieht sich auf die Schritte (c) und (d) der Abbildung 11.

Bevor die Ausreißer berechnet werden konnten, musste das Genre eines jeden Songs recherchiert werden. Es gibt verschiedene Quellen und Datenbanken, die die Genres von Songs definieren. Für die Auswertung wurde die Datenbank von *Spotify* gewählt. Diese konnte durch ihre Größe und detailreichen Genredefinitionen überzeugen. Die Genres von *Spotify* werden mithilfe algorithmischer Analysen von *The Echo Nest* definiert. *Spotify* differenzierte zum Zeitpunkt der Genreanalyse (Stand: 15. Dezember 2020) zwischen 5215 unterschiedlichen Genres.²¹⁷ Die Genres wurden über die API von *Spotify for Developers* recherchiert. Es muss angemerkt werden, dass *Spotify* die Genres nicht spezifisch für Songs definiert, sondern die Genredefinition auf die Künstlerinnen und Künstler bezieht.²¹⁸ In der Regel weist *Spotify* den Künstlerinnen und Künstlern mehrere Genres zu. So wird beispielsweise Justin Bieber mit den Genres „canadian pop“, „pop“ und „post-teen pop“ klassifiziert.²¹⁹ In der vorliegenden Forschungsarbeit wurden den Songs die Genres zugeteilt, mit denen *Spotify* die Hauptinterpret*innen beschreibt. Künstler*innen, die in Form eines „featuring“ im Song vorkommen, wurden nicht beachtet, da diese Künstler*innen meist nur einen Teil als Solo beisteuern.²²⁰ Einigen Künstler*innen wurden noch keine Genres durch *Spotify* zugewiesen. In diesem Fall wurde die Genre-recherche auf *discogs.com* durchgeführt. *Discogs.com* ist ähnlich wie Wikipedia eine Online-Datenbank, in die jeder Inhalte und Informationen zu Songs hochladen kann.²²¹ Die Informationen, wie die Definition eines Songgenres, werden durch ein Verfahren von anderen Benutzerinnen und Benutzern geprüft.²²² Trotz des Prüfverfahrens muss die Seriosität kritisch betrachtet werden. Die Verwendung von *Discogs.com* erfolgte nur im Ausnahmefall.

²¹⁷ Vgl. McDonald (o. J.a).

²¹⁸ Vgl. hierzu die Programmierschnittstelle (API) unter <https://developer.spotify.com/console/get-artist/>.

²¹⁹ Vgl. Spotify (o. J.).

²²⁰ Vgl. Schütz (2008c), S. 252.

²²¹ Vgl. Hartnett (2015), S. 29.

²²² Vgl. ebd., S. 30.

Nach der Genrerecherche wurden die Ausreißer mithilfe der Ranglisten von *The Echo Nest* ermittelt. Für die Forschungsarbeit wurde die Rangliste ausgewählt, in der in absteigender Reihenfolge naheliegende Genres zum Genre „pop“ aufgelistet wurden. Auf dieser Liste stand an erster Stelle „pop“, an zweiter Stelle „post-teen pop“, an dritter Stelle „dance pop“ usw.²²³ Innerhalb der Liste musste ermittelt werden, welche Genre noch zum Popbereich gezählt werden können und ab welchem Listenpunkt das Genre zu weit entfernt vom Popbereich ist. Um diese Grenze herauszufinden, wurde ein Berechnungsweg von der Berechnung eines Boxplot-Diagrammes hergeleitet. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Stichprobe in der Regel populäre Songs enthält. Es wurde überprüft, in welchem Bereich die meisten Songs der Stichprobe liegen und ab welchem Listenpunkt nur noch wenige Songs der Stichprobe liegen. Die genaue Berechnung wird im Folgenden erläutert.

Im ersten Schritt wurde gezählt, wie viele Songs der insgesamt 3641 Songs mit dem Genre „pop“ klassifiziert wurden, wie viele Songs zwar nicht mit dem Genre „pop“ aber mit dem Genre „post-teen pop“ klassifiziert wurden, wie viele Songs zwar nicht mit den vorherigen Genres aber mit dem Genre „dance pop“ klassifiziert wurden usw. Zur Ermittlung von Ausreißern wurden die Häufigkeiten kumuliert und berechnet, in welchem Bereich 25%, 50% und 75% der Songs der Stichprobe liegen. Durch die ersten drei genannten Genres konnten 25% der Songs abgedeckt werden (Grenze des 25%-Quartils). Durch die 51 naheliegendsten Genres konnten 50% der Songs abgedeckt werden (Median). Durch die 563 naheliegendsten Genres konnten 75% der Songs abgedeckt werden (Grenze des 75%-Quartils). Der Interquartilsabstand (IQR) betrug 560 Genres. Im nächsten Schritt wurde der IQR mit 1,5 multipliziert und zum 75%-Quartil summiert. Das Ergebnis von 1400 Genres stellte die Grenze des oberen Whiskers dar. Alle Genres, die innerhalb des Whiskers vorkamen oder in den 75% Bereich fallen, wurden in der vorliegenden Arbeit zum Popbereich gezählt und als Popgenre definiert (siehe Anhang B). Alle Genres ab dem 1401 nahegelegensten Genre wurden in dieser Arbeit als Genres mit zu extremen Stilikonen und Soundformen definiert. Sie wurden nicht mehr zum Popbereich gezählt. Dementsprechend wurden alle Songs der Stichprobe, die mit mindestens einem der 1400 Popgenres klassifiziert werden konnten, für die weitere Auswertung verwendet (3192 Songs). Alle Songs, die nicht durch mindestens eines der Popgenres klassifiziert wurden, wurden als Ausreißer von den weiteren Auswertungen ausgeschlossen (449 Songs).

²²³ Vgl. McDonald (o. J.c).

4.2.2 Rangliste nach Erfolg

Für die Forschungsarbeit wurden Songs gesucht, die für die Grundgesamtheit sehr typisch sind. Es wurden nicht erfolgreiche Songs, sondern die bestplatzierten Songs gesucht. Aus diesem Grund wurde die Stichprobe nicht randomisiert aus dem Datensatz gezogen, sondern bewusst anhand des Erfolgs ausgewählt. Dafür musste der Erfolg eines jeden Songs ermittelt werden. Dieser wurde wegen der in Kapitel 2.2 erwähnten Gründe anhand der Platzierungen in den Charts und nicht direkt an monetären Daten gemessen. Dieses Kapitel bezieht sich auf die Schritte (e) und (f) der Abbildung 11.

Die Webseite chartsurfer.de schlägt für die Erfolgsmessung vor, die Platzierungen in den wöchentlichen Single-Charts zu gewichten.²²⁴ Für jede wöchentliche Platzierung werden Punkte verteilt: Bei einer Auswertung der TOP100 bekommt ein Song für den Platz eins 100 Punkte, für den Platz zwei 99 Punkte, für den Platz drei 98 Punkte usw.²²⁴ Eine derartige Punktevergabe ist kritisch zu betrachten, da die Platzierungen in den Charts nicht metrisch, sondern ordinal skaliert sind. Es ist nicht bekannt, wie groß die Abstände zwischen den Platzierungen sind. Ein Punktesystem wäre fehleranfällig. Alternativ könnte die Anzahl der Wochen, die ein Song auf Platz eins war, gemessen werden. Bei der Methode würden andere Platzierungen nicht beachtet werden. Songs, die beispielsweise nur Platz zwei erreicht haben, würden als nicht erfolgreich eingestuft werden, obwohl sie durchaus als erfolgreich angesehen werden können. Diese Problematik kann umgangen werden, wenn mehrere Platzierungen betrachtet werden. In der Musikbranche und Literatur wird immer wieder betont, dass eine Platzierung in den TOP10 sehr gut ist.²²⁵ Daher wurde in der vorliegenden Forschungsarbeit zur Erfolgsmessung die Anzahl der Wochen, die ein Song in den TOP10 platziert war, herangezogen. Die Songs wurden anhand ihrer Wochenanzahl in den TOP10 in eine absteigende Rangfolge gebracht. Die Songs, die an der Spitze der Rangliste standen und sich am längsten in den TOP10 halten konnten, sollten nach einer Bereinigung der Liste in die endgültige Stichprobe aufgenommen werden.

4.2.3 Bereinigung des Datensatzes

Der Datensatz wurde in zwei Schritten bereinigt. Dieses Kapitel bezieht sich auf die Schritte (g) und (h) der Abbildung 11. Im ersten Schritt wurde der Erfolg eines Songs betrachtet. Wenn der Song der erste sehr erfolgreiche Song der Hauptinterpretin oder des Hauptinterpreten bzw. der Hauptinterpret*innen war, wurde er für die weitere Auswertung verwendet. Wenn die Hauptinterpretin oder der Hauptinterpret bzw. der Hauptinterpret*innen bereits vor dem Song

²²⁴ Vgl. [Chartsurfer](http://chartsurfer.de) (o. J.).

²²⁵ Vgl. Herremans/Martens/Sörensen (2014), S. 298; GEMA (2021)

einen oder mehrere Songs, die sich mindestens eine Woche unter den TOP10 der Single-Charts platzieren konnten, hatte(n), wurde der Song ausgeschlossen. Dies ist wie im vorherigen Kapitel damit zu begründen, dass ein Einstieg in die TOP10 als sehr erfolgreich angesehen wird. Durch den ersten Bereinigungsschritt sollte folgender möglicher Störfaktor beseitigt werden. Wenn eine Künstlerin oder ein Künstler bereits vor dem Song einen sehr erfolgreichen Song veröffentlicht hat, könnte der zweite Song von dem Erfolg des ersten Songs profitiert haben. Es besteht die Gefahr, dass der Song nicht durch eine gute Hookline, sondern aufgrund der Berühmtheit und Bekanntheit der Künstlerin oder des Künstlers erfolgreich wurde. Diese Überlegung ist angelehnt an die Ergebnisse der Marketingforschung. Aufgrund des Mere-Exposure-Effekts entscheiden sich Menschen eher für Produkte, die sie kennen, anstatt für neue unbekannte Produkte.²²⁶ Bei der Bereinigung wurden Songs nur ausgeschlossen, wenn die Interpretin oder der Interpret unter demselben Namen eine sehr erfolgreiche Veröffentlichung hatte.

Im zweiten Schritt wurde der Ursprung der Songs betrachtet. Wenn ein Song ein Coversong, Medley oder Remix ist oder Samples eines vorher veröffentlichten Songs beinhaltet, wurde dieser aus dem Datensatz ausgeschlossen. Es besteht die Gefahr, dass dieser Song nicht durch die Hookline, sondern aufgrund der unbewussten oder bewussten Wiedererkennbarkeit erfolgreich wurde. Auch diese Überlegung ist angelehnt an die oben genannten Ergebnisse aus der Marketingforschung. Ob ein Song ein Cover, Medley oder Remix ist oder Samples beinhaltet wurde insbesondere auf der deutschen Webseite *cover.info* recherchiert. Falls der Song auf dieser Webseite nicht gelistet war (Stand: 27. Dezember 2020), wurde auf die Webseiten *whosampled.com* und *secondhandsongs.com* zurückgegriffen. Die Webseite *cover.info* stand im Vordergrund, da im Gegensatz zu den anderen Datenbanken sehr viele deutschsprachige Songs in die Datenbank aufgenommen worden sind. Einige Songs konnten auf keiner der Webseiten gefunden werden. Auch weitere Internetrecherchen gaben keine Hinweise darauf, dass die Songs Covers, Medleys oder Remixes sind oder Samples beinhaltet. Diese Songs wurden im Datensatz belassen.

4.2.4 Endgültige Stichprobe

Nach der Bereinigung blieben die bestplatzierten Songs und damit die endgültige Stichprobe aus der Rangliste übrig. Wie viele Songs in die Stichprobe aufgenommen wurden, hing von zwei Überlegungen ab. Im Vorhinein ist festgelegt worden, dass maximal 200 Songs in die Stichprobe aufgenommen werden sollen. Die Auswertung einer größeren Stichprobe wäre zu aufwendig. Genau 200 Songs auszuwählen wäre allerdings fehlerbehaftet. Es musste eine

²²⁶ Vgl. hierzu Blüher/Pahl (2007), S. 209ff; Peretz/Gaudreau/Bonnel (1998), S. 884ff.

sinnvolle Grenze bezüglich der Anzahl der Wochen in den TOP10 gefunden werden. Diese sollte möglichst nahe an der Anzahl von 200 Songs liegen. Der Datensatz zeigte, dass 189 Songs mindestens 13 Wochen in den TOP10 waren. 245 Songs konnten sich mindestens 12 Wochen in den TOP10 platzieren. Die Anzahl von 189 Songs lag näher an den erwünschten 200 Songs als die Anzahl der 245. Daher wurden alle Songs, die sich mindestens 13 Wochen in den TOP10 platzieren konnten, in die Stichprobe mit aufgenommen. Der Song mit der längsten Platzierung in den Top10 Single-Charts war der in der Einführung erwähnte Song „Atemlos durch die Nacht“ von *Helene Fischer*. Er konnte sich 37 Wochen in den TOP 10 halten.

Die endgültige Stichprobe besteht aus $n = 189$ Songs. Alle Songs und dazugehörigen Künstler*innen können dem Anhang C entnommen werden. Mit der methodischen Vorgehensweise konnten Songs aus allen Single-Jahrescharts seit 1978 rekrutiert werden. Es wurden nicht gleich viele Songs aus jedem Jahr in die Stichprobe aufgenommen. Aus den Single-Jahrescharts von 1980, 1993 und 2013 wurden mit je neun Songs besonders viele Songs aufgenommen. Aus den Single-Jahrescharts von 1986, 1988, 2000, 2001, 2003 und 2007 konnte je ein Song in die Stichprobe mit einfließen. Die Abbildung 12 zeigt, wie viele Songs aus den Jahrescharts in die Stichprobe aufgenommen wurde.

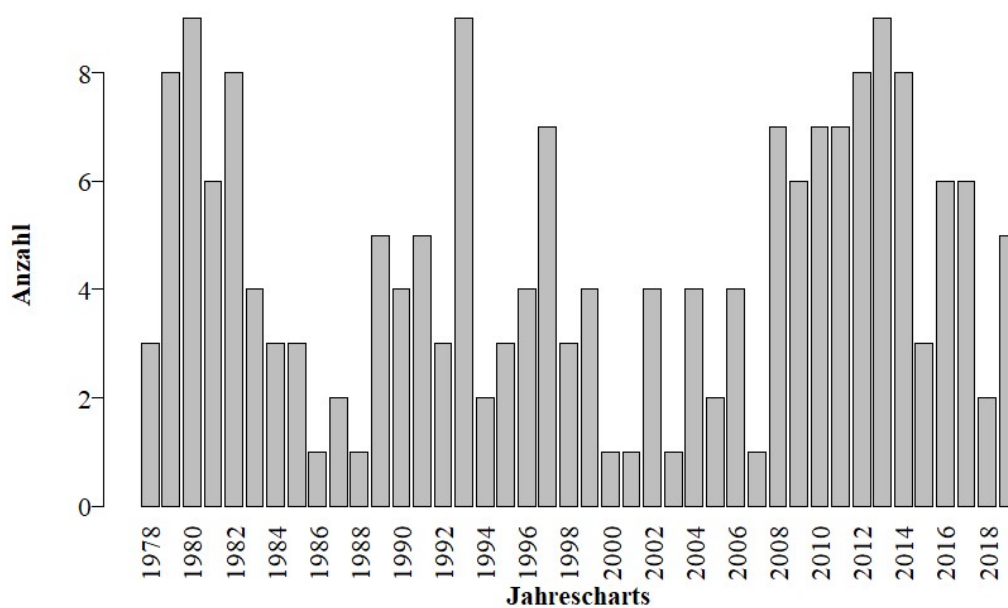


Abbildung 12. Anzahl der Songs, die aus den Jahrescharts in die Stichprobe aufgenommen wurden (Erstellt mit RStudio)

4.3 Datensuche und -aufbereitung

In der zweiten Phase der Methode wurden die benötigten Daten gesucht und für die Auswertung vorbereitet. Zu jedem Song der Stichprobe mussten MIDI-Dateien oder Noten gefunden werden. Die Suche des Materials wird in Kapitel 4.3.1 erläutert. Danach folgte die Bestimmung der Hooklines. Diese wird in Kapitel 4.3.2 erklärt. Die Hooklines wurden mithilfe der Software *RStudio 1.4.1103* auf Basis der freien statistischen Programmiersprache *R* in der Version *4.0.3* für die Auswertungen konvertiert. Die Konvertierung wird in Kapitel 4.3.3 dokumentiert. Aus den konvertierten Variablen wurden weitere Variablen berechnet. In Kapitel 4.3.4 folgen Informationen zu dem endgültigen Datensatz.

4.3.1 MIDI- & Notensuche

Um zur Bestimmung der Hooklines die benötigten Noten zu erhalten, wurden vor allem MIDI-Dateien gesucht und in Noten konvertiert. Die MIDI-Dateien konnten auf unterschiedlichen Webseiten, wie *musescore.com* und in dem Online-Shop von *Geerdes Media e.k.*, gefunden werden. Auch Bücher, wie *Top Charts GOLD 3* von dem Musikverlag *HAGE*, dienten als Quellen. Nach der Suche wurden alle MIDI-Dateien in das Notensatzprogramm *MuseScore* importiert und in Noten konvertiert. Die Songs, die nicht in Form von MIDI-Dateien, sondern Noten gefunden wurden, wurden so weit wie möglich ebenfalls in *MuseScore* importiert. Diese Kapitel beschrieb den Schritt (j) der Abbildung 11.

4.3.2 Bereinigung der Noten und Suche der Hookline

Bevor die Hooklines ermittelt werden konnten, wurden die Noten aufbereitet und bereinigt. Dieses Kapitel beschreibt die Schritte (k) bis (n) der Abbildung 11. Alle Noten wurden auf C-Dur transponiert. Durch die Transposition sind die Noten besser vergleichbar. Wie in Kapitel 2.3 erläutert, stehen Melodie-Hooks bzw. Hooklines, die vordergründig zu hören sind, im Mittelpunkt der Forschung. Aus diesem Grund wurden alle Stimmen, die nicht die vordergründige Melodie bzw. vordergründige Teile der Melodie übernehmen, entfernt. In einigen Songs wurde die Melodiestimme in Form von Dreiklängen oder Zweiklängen notiert. Wenn dies der Fall war, wurden die Grundtöne, die die Melodie ausmachen, ausgewählt. Die Noten, die eher eine begleitende Funktion haben, wurden entfernt. In manchen Fällen musste zusätzlich der Notenschlüssel zu einem Violinschlüssel geändert werden. Des Weiteren wurden Artikulationszeichen wie *Staccati* entfernt, da diese nicht im direkten Interesse des Forschungsvorhabens stehen und die Notenkonzertierung verkomplizieren. Das Entfernen der Artikulationszeichen ist zwar eine Veränderung des ursprünglichen Songs, wurde aber als eine sehr leichte Veränderung eingestuft. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Hörerin oder der Hörer keinen

wesentlichen Unterschied bemerkt und den Song trotz der leichten Korrektur als den Ursprungsong wahrnimmt. Alle genannten Maßnahmen sollten durch die Vereinheitlichung die Vergleichbarkeit der Notensätze verbessern.

In den bereinigten und aufgearbeiteten Notensätzen wurden die Hooklines anhand folgender Vorgehensweise gesucht. Zunächst wurden die Noten in sinnvolle Abschnitte unterteilt. Die Unterteilung erfolgte an Stellen, an denen eine längere Atempause vorkam und an Stellen, nach denen ein bereits vorgekommener Abschnitt wiederholt bzw. eine Variation eines vorherigen Abschnittes gespielt wurde. Nach der Unterteilung wurden die Abschnitte mit Buchstaben gekennzeichnet. Abschnitte, die eine Wiederholung eines vorherigen Abschnittes darstellten, wurde mit dem gleichen Buchstaben des vorherigen Abschnittes versehen. Abschnitte, die nach den Definitionen in Kapitel 2, eine Variation eines vorherigen Abschnittes darstellten, wurden ebenfalls mit dem gleichen Buchstaben versehen. Im nächsten Schritt wurde gezählt, wie häufig ein Abschnitt inklusive seiner Variationen in dem Song vorkommt. Die Häufigkeiten konnten nicht in den Notensätzen gezählt werden, da manche Notensätze nicht vollständig waren. Stattdessen wurden die Originalversionen, die in *Spotify* veröffentlicht wurden, herangezogen. Die Häufigkeit eines jeden Abschnittes wurde per Gehör in den Originalversionen gezählt. In Anlehnung an Kapitel 2.3 wurde der Abschnitt, der am häufigsten auftritt, als Hookline definiert. Wenn die Hookline in verschiedenen Variationen wiederholt wurde, wurde die Hookline in der Variation, die am häufigsten vorkommt, ausgewählt. Wenn die ermittelte Hookline in verschiedenen Variationen wiederholt wurde und alle Variationen gleich häufig auftraten, wurde die erste Version der Hookline ausgewählt. Wenn ein Abschnitt einige Male im Vordergrund wiederholt wurde und einige Male im Hintergrund vorkam, wurden nur die vordergründigen Wiederholungen gezählt. Dieser Abschnitt wurde nur als Hookline definiert, wenn er aufgrund seiner Häufigkeit im Vordergrund, der am häufigsten auftretenden Abschnitt des Songs war. Diese Überlegungen sind mit den Erklärungen in Kapitel 2.3 zu begründen. Ein Abschnitt der durchgehend im Hintergrund wiederholt wird, kann nicht als Hookline definiert werden, da eine durchgängige Wiederholung nicht mehr bewusst vom Hörer wahrgenommen wird.²²⁷ Die ausgewählte Hookline wurde von *MuseScore* als MIDI-Datei exportiert. Vor dem Export wurde überprüft, ob die tiefste Note im eingestrichenen Oktavbereich liegt. Wenn dies nicht der Fall war, wurde die Hookline um eine Oktave nach oben bzw. nach unten transponiert.

²²⁷ Vgl. Burns (1987), S. 1.

In einigen Songs konnten aufgrund der Häufigkeiten mehrere Hooklines ermittelt werden. In diesem Falle wurden alle ermittelten Hooklines einzeln als MIDI-Dateien exportiert und in den endgültigen Datensatz aufgenommen. Es wäre unzulässig, sich trotz gleich häufigen Auftretens auf eine Hookline zu einigen. Ein Song kann, wie in Kapitel 2 erwähnt, durchaus mehrere Hooks besitzen. Wenn mehrere Hooklines eines Songs in den Datensatz aufgenommen werden, besteht die Gefahr, dass ein Song stärker ins Gewicht fällt. Davon wird allerdings nicht ausgegangen, da ein erster Vergleich der Hooklines gezeigt hat, dass sich die Hooklines eines Songs nicht ähneln. Wenn zwei Abschnitte aufgrund der Häufigkeiten als Hookline ermittelt wurden und diese zwei Abschnitte immer in derselben Reihenfolge aufeinander folgten, wurden sie zu einer Hookline zusammengefasst. In diesem Falle liegt die Vermutung nahe, dass die Unterteilung in zwei Abschnitte nicht gerechtfertigt war und sie als ein Abschnitt angesehen werden können.

In der Regel wurden alle erläuterten Schritte in *MuseScore* durchgeführt. In einige Songs, die nicht in *MuseScore* importiert werden konnten, wurde die Hookline am gedruckten Exemplar gesucht und danach manuell in *MuseScore* eingegeben. Insgesamt konnten $n = 202$ Hooklines aus 189 Songs ermittelt werden.

4.3.3 Konvertierung der MIDI-Dateien

Nachdem alle Hooklines ermittelt und in Form einer MIDI-Datei exportiert wurden, wurden die MIDI-Dateien mithilfe der Software *RStudio* konvertiert. Durch eine solche Konvertierung werden die Dateien für Statistikprogramme lesbar. Dieses Kapitel beschreibt den Schritt (o) der Abbildung 11. Die Konvertierung erfolgte mithilfe des bereits vorhandenen Paketes *tuneR*.²²⁸ Mit der Funktion *readMidi(file)* können MIDI-Dateien ausgelesen werden. Die Informationen können anschließend mit der Funktion *getMidiNotes(x, ...)* in Variablen konvertiert werden. Danach wurden die Variablen in *Microsoft Excel 2019*-Dateien exportiert. Der Export beinhaltet die Variablen *zeit*, *länge*, *track*, *kanal*, *note*, *notename* und *geschwindigkeit*.²²⁹ Die Tabelle 3 auf der folgenden Seite verdeutlicht den Aufbau der exportierten Datei.

²²⁸ Das Pakte *tuneR* (Version 1.3.3 vom 03. Juli 2018) ist ein von Uwe Ligges entwickeltes Paket zur Analyse von Musik und Reden.

²²⁹ Die Variablen wurden übersetzt: *time*, *length*, *track*, *channel*, *note*, *notename*, *velocity*.

Tabelle 3

Aufbau einer konvertierten MIDI-Datei

<i>zeit</i>	<i>länge</i>	<i>track</i>	<i>kanal</i>	<i>note</i>	<i>notenname</i>	<i>geschwindigkeit</i>
0 ms	455 ms	1	0	84	c'''	105
480 ms	455 ms	1	0	83	b''	106
960 ms	911 ms	1	0	81	a''	108
1920 ms	455 ms	1	0	81	a''	110
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)	(...)

Die Variable *zeit* beschreibt, zu welchem Zeitpunkt ein bestimmter Ton beginnt. Bei der Zeitmessung wird davon ausgegangen, dass der Song mit 125 BPM (beats per minute) gespielt wird. Die Schläge (Beats) beziehen sich auf Viertelnoten. Die Variable *länge* beschreibt in Millisekunden, wie lange der Ton ist. Bei dieser Zeitmessung wird davon ausgegangen, dass der Song mit 132 BPM gespielt wird. Bei der Konvertierung wurden einige Notenlängen zu Notenlängen mit Staccati verändert. Teilweise wurden Viertelnoten zu halben Noten mit Staccati umgewandelt. Diese Konvertierungsfehler wurden verbessert. Die Variable *note* weist den Tönen einen Zahlencode zu. Die Variable *notenname* zeigt, wie die Töne und entsprechenden Zahlencodes in der modernen westlichen Notation genannt werden. Pausenzeichen wurden bei den zwei Variablen nicht beachtet. Da alle Hooklines in den eingestrichenen bis dreigestrichenen Oktavbereich transformiert wurden, werden in Anhang D alle Noten, die in diesen Oktaven vorkommen, mit deren Zahlencodes aufgelistet. Die Variablen *track* und *kanal* sind für die vorliegende Forschungsarbeit uninteressant und werden nicht weiter erläutert. Die Variable *geschwindigkeit* schien fehlerbehaftet zu sein und wurde daher auch nicht weiter beachtet.

4.3.4 Endgültiger Datensatz

Die insgesamt 202 exportierten Datensätze wurden zu einem Datensatz zusammengefügt. Zusätzlich zu den in Kapitel 4.3.3 beschriebenen Variablen wurden noch weitere Variablen berechnet. Diese werden im Folgenden erläutert. Das Kapitel bezieht sich auf den Schritt (p) der Abbildung 11.

Die Auswertung der Tonfolgen sollte sich nicht auf absolute Notenwerte, sondern auf die Stufen nach der Stufentheorie stützen. Wie bereits in Kapitel 2.4 erwähnt, sind die Vorteile der Stufen die Unabhängigkeit von der Tonart. Die Ergebnisse können leicht auf alle Tonarten angewendet werden. Wenn die Ergebnisse in absoluten Notenwerten formuliert werden würden, wären die Ergebnisse für C-Dur gültig. Eine Anwendung auf andere Tonarten wäre

möglich, aber umständlicher. Aus diesem Grund wurde die Variable *stufe* nach Vorlage der Stufentheorie in Kapitel 2.4 berechnet. Bei der Berechnung wurden gleiche Noten unterschiedlicher Oktavlagen zusammengefasst (siehe Tabelle 4). Zwischen den Oktavlagen hätte, beispielsweise durch I und I', unterschieden werden können. Davon wurde abgesehen, da spätere Auswertungen in Kapitel 5.1 zeigten, dass die meisten Hooklines (87%) nicht über eine Oktave hinausgingen. Eine Unterscheidung zwischen den Oktavlagen wurde daher als überflüssig erachtet. Die Zusammenfassung vereinfachte die Auswertung. Obwohl die Hooklines auf C-Dur transponiert wurden, enthielten einige Hooklines Noten, die für C-Dur untypische sind und nicht durch die aufgelisteten Stufen beschrieben werden. Um diese Noten nicht auszugrenzen, wurde die Stufentheorie um Zwischenstufen erweitert (siehe Tabelle 5). Eine derartige Definition der Zwischenstufen ist in der Musiktheorie nicht allgemeingültig. Die Erweiterung der Stufen um # zur Einbeziehung der Zwischentöne, erfolgte aus der Überlegung, dass # in der Musiktheorie eine Erhöhung um einen Halbtonschritt darstellt. Nach der enharmonischen Verwechslung hätten die Zwischenstufen auch anders dargestellt werden können.

Tabelle 4

Variable: *stufe*

<i>stufe</i>	<i>note</i>	<i>notename</i>
I	60, 72, 84	<i>c', c'', c'''</i>
II	62, 74, 86	<i>d', d'', d'''</i>
III	64, 76, 88	<i>e', e'', e'''</i>
IV	65, 77, 89	<i>f', f'', f'''</i>
V	67, 79	<i>g', g''</i>
VI	69, 81	<i>a', a''</i>
VII	59, 71, 83	<i>b, b', b''</i>

Tabelle 5

Erweiterung der „stufe“ um Zwischenstufen

<i>stufe</i>	<i>note</i>	<i>notename</i>
I#	73, 85	<i>c#'', c#'''</i>
II#	75	<i>d#''</i>
IV#	78	<i>f#''</i>
V#	68, 80	<i>g#', g#''</i>
VI#	70	<i>a#'</i>

Die Auswertung der Tonlängen sollte sich auf die oben beschriebene Variable *länge* stützen. Diese Variable musste noch in zwei Schritten korrigiert werden. Folgendes Beispiel soll die erste Korrektur begründen und erläutern. Eine Hookline besteht aus vier Viertelnoten und wird mit 100 BPM gespielt. Eine andere Hookline besteht ebenfalls aus vier Viertelnoten und wird mit 200 BPM gespielt. Die Tonlängen (*länge*) beider Hooklines werden mit den Zahlencodes 455 – 455 – 455 – 455 beschrieben, da bei der Konvertierung der Noten die Schnelligkeit (BPM Zahl) nicht beachtet wurde. Eine Hookline in der Popmusik mit 200 BPM ist allerdings unüblich. Es liegt die Vermutung nahe, dass die MIDI-Datei der zweiten Hookline fehlerhaft

konvertiert wurde. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die zweite Hookline ebenfalls mit 100 BPM gespielt wird und aus vier Achtelnoten statt vier Viertelnoten bestehen. Aus diesem Grund sollten Tonlängen der Hooklines, die eine unüblich hohe BPM Zahl aufwiesen, halbiert werden und die Tonlängen der Hooklines, die eine unüblich niedrige BPM Zahl aufwiesen, verdoppelt werden. Zur Definition, ab wann eine BPM Zahl unüblich hoch oder niedrig ist, wurde der Median bezüglich der BPM Zahl aller Hooklines berechnet. Dieser lag bei exakt 120 BPM. Von diesem Wert wurden schrittweise in beiden Richtungen alle Werte akzeptiert, die nicht ein Mehrfaches eines der akzeptierten Werte darstellten oder durch einen der akzeptierten Werte teilbar waren. Die ersten Werte, die ein Mehrfaches darstellten bzw. teilbar waren, waren 80 BPM ($120\text{BPM} - 40\text{ BPM}$) und 160 BPM ($120\text{ BPM} + 40\text{ BPM}$). Diese beiden Zahlen stellten die Grenzen dar. Bei allen Hooklines, die schneller oder langsamer gespielt wurden, wurde von einem Konvertierungsfehler oder einer fehlerhaften Notation ausgegangen. Die Tonlängen dieser Hooklines wurden korrigiert.

Im zweiten Schritt wurden die Noten quantisiert. Wie in Kapitel 2.4 beschrieben, werden bei der Quantisierung unübliche Notenwerte in die nächstgelegenen üblichen Notenwerte korrigiert. Die üblichen Noten sind in Kapitel 2.4 aufgelistet. Es ist davon auszugehen, dass die unüblichen Notenwerte durch Ungenauigkeiten bei der Aufnahme entstanden sind. Die Notenwerte, die quantisiert wurden, kamen meist nur einmal im Datensatz vor. Diese Feststellung war eine Bestätigung dafür, dass die Notenwerte unüblich sind. In Tabelle 6 auf der folgenden Seite werden alle 20 endgültigen Notenlängen, die im Datensatz vorkamen, aufgelistet. In Klammern werden die quantisierten Tonlängen angegeben. Alle Tonlängen inklusive der Korrekturen werden im weiteren Verlauf der Arbeit mit der Variablen *länge_korrigiert* bezeichnet.

Tabelle 6

Variable: länge_korrigiert

Abkürzung	Bezeichnung	länge_korrigiert
<i>ZT</i>	Einzelner Ton der Zweiunddreißigstel-Triole	37
<i>Z</i>	Zweiunddreißigstel	56
<i>ST</i>	Einzelner Ton der Sechzehntel-Triole	75
<i>ZP</i>	Punktierte Zweiunddreißigstel	85
<i>S</i>	Sechzehntel	113
<i>AT</i>	Einzelner Ton der Achtel-Triole	151
<i>SP</i>	Punktierte Sechzehntel	170
<i>AQ</i>	Einzelner Ton der Achtel-Quintole	181
<i>A</i>	Achtel	227 (Zuzüglich: 265)
<i>VT</i>	Einzelner Ton der Viertel-Triole	303 (Zuzüglich: 295)
<i>AP</i>	Punktierte Achtel	341
<i>VQ</i>	Einzelner Ton der Viertel-Quintole	364 (Zuzüglich: 379, 409)
<i>V</i>	Viertel	455 (Zuzüglich: 417)
<i>HT</i>	Einzelner Ton der Halbe-Triole	607 (Zuzüglich: 569)
<i>VP</i>	Punktierte Viertel	683 (Zuzüglich: 797)
<i>H</i>	Halbe	911 (Zuzüglich: 1025)
<i>GT</i>	Einzelner Ton der Ganze-Triole	1215 (Zuzüglich: 1139)
<i>HP</i>	Punktierte Halbe	1367
<i>G</i>	Ganze	1823 (Zuzüglich: 2051, 2279)
<i>GP</i>	Punktierte Ganze	2735 (Zuzüglich: 2507, 2792, 3647)

Zusätzlich zu den Variablen, die im direkten Interesse der Forschungsarbeit stehen, konnten aus den erhobenen Daten Variablen, die nicht im direkten Interesse der Forschungsarbeit stehen, berechnet werden. Bei einer hypothesenprüfenden Forschungsarbeit werden nebensächliche Variablen und Daten oftmals ausgeklammert. Bei einem explorativen Forschungsdesign sollten solche Daten nicht vernachlässigt werden, da das Entdecken neuer Informationen im Mittelpunkt der Forschung steht.²³⁰ Solche nebensächlichen Daten können interessante Informationen aufdecken und eine Grundlage für weitere Forschungsarbeiten sein. Aus diesem Grund wurde berechnet, aus wie vielen Noten eine Hookline bestand (*anzahl_noten*), aus wie vielen unterschiedlichen Noten eine Hookline bestand (*anzahl_unterschiedlicher_noten*), wie viele unterschiedliche Stufen innerhalb einer Hookline vorkamen (*anzahl_unterschiedlicher_stufen*) und wie viele unterschiedliche Tonlängen innerhalb einer Hookline vorkamen (*anzahl_unterschiedlicher_längen_korrigiert*). Durch die Subtraktion von zwei aufeinander folgenden Tönen (*note*) wurden Intervalle berechnet. Die Ausprägungen der Variablen *intervall* sind in Halbtonschritten notiert. Anhang A zeigt, mit welchen Intervallnamen die Ausprägung bezeichnet werden. Die Variable *intervall* gibt nicht nur Information über die Größe, sondern auch über die Richtung der Intervalle. Es wurden die Häufigkeiten von absteigenden Intervallen (*anzahl_intervalle_nach_unten*), aufsteigenden Intervallen (*anzahl_intervalle_nach_oben*) und Primen als Intervall zwischen zwei gleichbleibenden Tönen innerhalb einer Hookline (*anzahl_prime*) berechnet. Zusätzlich wurde das Intervall, welches zwischen der höchsten und tiefsten Note einer Hookline bestand, ermittelt (*umfassendes_intervall*). Die Variable *zeit* konnte durch Umrechnungen Auskunft über die insgesamt Länge der Hookline (*länge_hook_bei_original_bpm*) geben. Die Startzeit der letzten Note einer Hookline wurde mit der Länge der letzten Noten summiert. Daraus ergab sich die Gesamtzeit einer Hookline bei 125 BPM. Die Gesamtzeit wurde auf die originale BPM Zahl eines Songs umgerechnet.

4.4 Datenauswertung

Die Auswertung des endgültige Datensatzes wird in drei Schritte unterteilt. Zunächst wurden die Verteilungen der Variablen einzeln betrachtet und deskriptiv berichtet. Die univariate Auswertung wird in Kapitel 4.4.1 erläutert und beschreibt Schritt (q) der Abbildung 11. Die Variablen, die im direkten Interesse der Forschungsarbeit stehen, werden im zweiten und dritten Schritt weiter untersucht. In Kapitel 4.4.2 wurden aus den Ausprägungen der Variablen

²³⁰ Vgl. Bortz/Schuster (2010), S. 3.

Markov-Ketten erster Ordnung gebildet (Schritt (r) der Abbildung 11). Im dritten Schritt, Schritt (s) der Abbildung 11, wurden Markov-Ketten höherer Ordnung berechnet (siehe Kapitel 4.4.3).

4.4.1 Univariate Auswertung

Bei der univariaten Auswertung wurden die Verteilungen betrachtet sowie Verteilungs- und Streuungsparameter berechnet. Vor den Berechnungen wurden mit Ausnahme der ordinal skalierten Variablen alle Variablen auf Ausreißer überprüft. Die Identifikation der Ausreißer erfolgte durch Boxplot-Diagramme. Folgende Variablen wurden univariat ausgewertet: *note*, *stufe*, *länge_korrigiert*, *anzahl_noten*, *anzahl_unterschiedlicher_noten*, *anzahl_unterschiedlicher_stufen*, *anzahl_unterschiedlicher_längen_korrigiert*, *intervall*, *anzahl_intervalle_nach_oben*, *anzahl_intervalle_nach_unten*, *anzahl_prime*, *umfassendes_intervall*.

4.4.2 Modellierung der Markov-Ketten erster Ordnung

Nach der univariaten Auswertung wurden Markov-Ketten erster Ordnung gebildet. Mit den Markov-Ketten erster Ordnung sollten grundlegende Muster im Datensatz erkannt werden. Es wurden zwei Markov-Ketten erster Ordnung berechnet: Eine Markov-Kette für die Tonfolgen und eine Markov-Kette für die Tonlängen.

Für die erste Markov-Kette wurde die Variable *stufe* herangezogen. Die insgesamt sieben Hauptstufen und fünf Zwischenstufen stellten die Zustände der ersten Markov-Kette dar. Zusätzlich gab es den Zustand *E*, der das Ende einer Hookline bedeutete. Alle Zustände waren Elemente des Zustandsraums S_1 . Der Zustandsraum

$$S_1 = \{I, I\#, II, II\#, III, IV, IV\#, V, V\#, VI, VI\#, VII, E\}$$

war abzählbar und endlich. Der Endzustand *E* kam beim Durchlaufen der Markov-Kette zu Beginn noch nicht vor. Im weiteren Verlauf wurde die Wahrscheinlichkeit, dass eine Hookline endet höher. Aus diesem Grund konnte mit Sicherheit behauptet werden, dass sich die Übergangswahrscheinlichkeiten verändern und ein inhomogene Markov-Kette vorlag. Folgende Aussage konnte durch die Markov-Kette beantwortet werden: Mit welcher Wahrscheinlichkeit folgte zu einem bestimmten Zeitpunkt nach einer bestimmten Stufe $i \in S_1$ eine bestimmte Stufe $j \in S_1$.

Der Zeitparameter \mathcal{T}_1 der ersten Markov-Kette war diskret. Der Zeitpunkt $t \in \mathcal{T}_1$ beschrieb die Position der Note:

X_{t-1}, X_{t-2} sind Zustände der vergangenen Noten,
 X_t Zustand der aktuellen Note und
 X_{t+1} Zustand der folgenden Note.

Im weiteren Verlauf der Arbeit ist t_1 die erste Note einer Hookline, t_2 die zweite Note einer Hookline, t_3 die dritte Note einer Hookline etc. Normalerweise würde angesichts der Formeln mit der Beschriftung t_0 für die erste Note begonnen werden. Das könnte allerdings zu Verwirrung führen.

Zusammengefasst war die erste Markov-Kette eine inhomogene zeit-diskrete Markov-Kette $\{X_t, t \in \mathbb{N}_0\}$ erster Ordnung mit abzählbarem und endlichem Zustandsraum S_1 . Die Abbildung 13 zeigt den Versuch, das Übergangsdiagramm graphisch darzustellen. Aufgrund der Komplexität wurden die Übergangswahrscheinlichkeiten p_{ij} für alle $i, j \in S_1$ nicht eingefügt. Die Wahrscheinlichkeiten würden, vergleichbar mit Abbildung 10 in Kapitel 2.5, die Pfeile deklarieren.

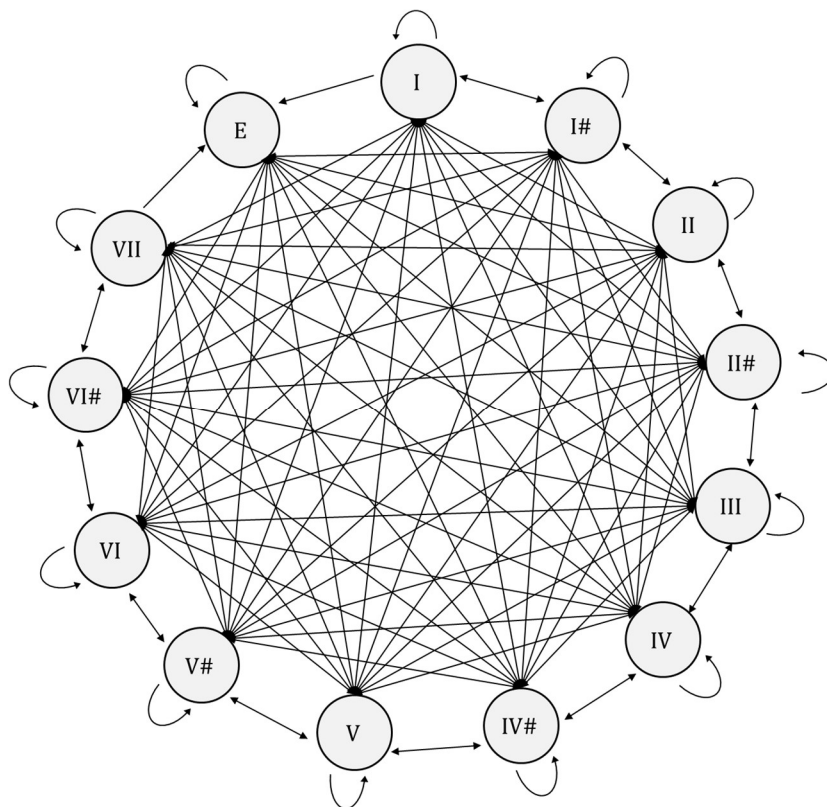


Abbildung 13. Theoretisches Übergangsdiagramm der Markov-Kette erster Ordnung für Tonfolgen

Die Übergangsmatrix M_1 soll die Zusammenhänge der Übergangswahrscheinlichkeiten ersichtlich darstellen. Um Verwechslungen zu vermeiden, wird zwischen den Zuständen i und j im Zusammenhang mit den Übergangswahrscheinlichkeiten ein Pfeil (\rightarrow) gesetzt.

$$M_1^{(t)} = \begin{pmatrix} p_{I \rightarrow I} & p_{I \rightarrow I\#} & \dots & p_{I \rightarrow VII} & p_{I \rightarrow E} \\ p_{I\# \rightarrow I} & p_{I\# \rightarrow I\#} & \dots & p_{I\# \rightarrow VII} & p_{I\# \rightarrow E} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ p_{VII \rightarrow I} & p_{VII \rightarrow I\#} & \dots & p_{VII \rightarrow VII} & p_{VII \rightarrow E} \\ p_{E \rightarrow I} & p_{E \rightarrow I\#} & \dots & p_{E \rightarrow VII} & p_{E \rightarrow E} \end{pmatrix}^{(t)}$$

Nach der Berechnung der Markov-Ketten sollte überprüft werden, ob die Stufen zufällig oder systematisch nach einem gewissen Muster ausgewählt wurden. Wenn die Stufen zufällig ausgewählt wurden, dann wären die Übergangswahrscheinlichkeiten vergleichbar mit den Wahrscheinlichkeiten des Vorkommens einer einzelnen Stufe im gesamten Datensatz. Wenn beispielsweise die Stufe V im Verhältnis zu allen anderen Stufen mit einer Wahrscheinlichkeit von 14% in den Hooklines vorkam, müsste die Stufe V nach Stufe I im Vergleich zu allen anderen auf Stufe I folgenden Stufen ebenfalls mit einer Wahrscheinlichkeit von 14% folgen. Wenn die Wahrscheinlichkeit signifikant von 14% (Erwartungswert) abweicht, kann davon ausgegangen werden, dass die Stufe nicht zufällig, sondern systematisch nach einem bestimmten Muster (nicht) gewählt wurde. Diese Überlegung wurde auf die Übergangswahrscheinlichkeiten aller Stufen übertragen. Der Endzustand E wurde bei den Berechnungen nicht beachtet. Die Unterschiede zwischen beobachteten und erwarteten Werten wurde mithilfe von Chi-Quadrat-Anpassungstests überprüft. Dieser Test wurde bereits in mehreren Forschungsarbeiten mit Markov-Ketten verwendet.²³¹

Für die zweite Markov-Kette wurde die Variable *länge_korrigiert* herangezogen. Die insgesamt 20 unterschiedlichen Tonlängen und der Endzustand E stellten die Zustände der zweiten Markov-Kette dar. Alle Zustände waren Elemente des Zustandsraums S_2 . Der Zustandsraum

$$S_2 = \{ZT, Z, ST, ZP, S, AT, SP, AQ, A, VT, AP, VQ, V, HT, VP, H, GT, HP, G, GP, E\}$$

war abzählbar und endlich. Folgende Aussage konnte durch die zweite Markov-Kette beantwortet werden: Mit welcher Wahrscheinlichkeit folgte zu einem bestimmten Zeitpunkt nach einer bestimmten Tonlänge $i \in S_2$ eine bestimmte Tonlänge $j \in S_2$. Der Zeitparameter \mathcal{T}_2 der zweiten Markov-Kette unterschied sich nicht von dem Zeitparameter \mathcal{T}_1 der ersten Markov-

²³¹ Vgl. hierzu beispielsweise Hiscott (1981), S. 70.

Kette. Dementsprechend war die zweite Markov-Kette ebenfalls eine inhomogene zeit-diskrete Markov-Kette $\{X_t, t \in \mathbb{N}_0\}$ erster Ordnung mit abzählbarem und endlichem Zustandsraum S_2 . An dieser Stelle wurde auf das Übergangsdiagramm verzichtet. Es wäre aufgrund der vielen Zustände sehr unübersichtlich. Das Übergangsdiagramm ist vergleichbar mit der Abbildung 13. Die Übergangsmatrix der zweiten Markov-Kette wurde durch

$$M_2^{(t)} = \begin{pmatrix} p_{ZT \rightarrow ZT} & p_{ZT \rightarrow Z} & \dots & p_{ZT \rightarrow GP} & p_{ZT \rightarrow E} \\ p_{Z \rightarrow ZT} & p_{Z \rightarrow Z} & \dots & p_{Z \rightarrow GP} & p_{Z \rightarrow E} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ p_{GP \rightarrow ZT} & p_{GP \rightarrow Z} & \dots & p_{GP \rightarrow GP} & p_{GP \rightarrow E} \\ p_{E \rightarrow ZT} & p_{E \rightarrow Z} & \dots & p_{E \rightarrow GP} & p_{E \rightarrow E} \end{pmatrix}^{(t)}$$

definiert. Nach der Berechnung der Übergangsmatrizen der zweiten Markov-Kette, wurde mithilfe von Chi-Quadrat-Anpassungstests überprüft, ob die Übergangswahrscheinlichkeiten von den erwarteten Wahrscheinlichkeiten abweichen.

4.4.3 Modellierung der Markov-Ketten z-ter Ordnung

Zusätzlich zu den Berechnungen von Markov-Ketten erster Ordnung, sollten Markov-Ketten z-ter Ordnung berechnet werden, weil Untersuchungen in den Sprachwissenschaften gezeigt haben, dass ein Durchlaufen einer Markov-Kette höherer Ordnung zu besseren Ergebnissen kommt.²³² Bei der Bildung von Markov-Ketten z-ter Ordnung wurden mehr als zwei Zustände beachtet. Da die kürzeste Hookline eine Länge von vier Noten hatte, wurden maximal Markov-Ketten dritter Ordnung berechnet. Bei der Berechnung von Markov-Ketten vierter Ordnung müssten die Hooklines aus mindestens fünf Noten bestehen. Außerdem haben die Untersuchungen in den Sprachwissenschaften gezeigt, dass Markov-Ketten dritter Ordnung schon zu ausreichend guten Ergebnissen kommen.²³²

Zunächst wurden Markov-Ketten zweiter und dritter Ordnung für die in Kapitel 4.4.2 erwähnte erste Markov-Kette berechnet. Die erste Markov-Kette zweiter Ordnung bestand aus insgesamt 169 Zuständen (= 13 Zustände x 13 Zuständen). Alle Zustände waren Elemente des Zustandsraums S_3 . Der Zustandsraum

$$S_3 = \{(I \rightarrow I), (I \rightarrow I\#), (I \rightarrow II), (I \rightarrow II\#), (I \rightarrow III), (I \rightarrow IV), (I \rightarrow IV\#), (I \rightarrow V), (I \rightarrow V\#), (I \rightarrow VI), (I \rightarrow VI\#), (I \rightarrow VII), \dots, (E \rightarrow E)\}$$

war abzählbar und endlich.

²³² Vgl. Hayes (2013), S. 96.

Die dazugehörige Übergangsmatrix M_3 sieht wie folgt aus:

$$M_3^{(t)} = \begin{pmatrix} p_{(I \rightarrow I) \rightarrow (I \rightarrow I)} & p_{(I \rightarrow I) \rightarrow (I \rightarrow I\#)} & \cdots & p_{(I \rightarrow I) \rightarrow (E \rightarrow VII)} & p_{(I \rightarrow I) \rightarrow (E \rightarrow E)} \\ p_{(I \rightarrow I\#) \rightarrow (I \rightarrow I)} & p_{(I \rightarrow I\#) \rightarrow (I \rightarrow I\#)} & \cdots & p_{(I \rightarrow I\#) \rightarrow (E \rightarrow VII)} & p_{(I \rightarrow I\#) \rightarrow (E \rightarrow E)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ p_{(E \rightarrow VII) \rightarrow (I \rightarrow I)} & p_{(E \rightarrow VII) \rightarrow (I \rightarrow I\#)} & \cdots & p_{(E \rightarrow VII) \rightarrow (E \rightarrow VII)} & p_{(E \rightarrow VII) \rightarrow (E \rightarrow E)} \\ p_{(E \rightarrow E) \rightarrow (I \rightarrow I)} & p_{(E \rightarrow E) \rightarrow (I \rightarrow I\#)} & \cdots & p_{(E \rightarrow E) \rightarrow (E \rightarrow VII)} & p_{(E \rightarrow E) \rightarrow (E \rightarrow E)} \end{pmatrix}^{(t)}$$

Beispielsweise sagt die Übergangswahrscheinlichkeit von $p_{(I \rightarrow VII) \rightarrow (VII \rightarrow V)}$ aus, mit welcher Wahrscheinlichkeit unter Annahme eines ersten Zustands I und eines zweiten Zustands VII ein dritter Zustand V folgte.

Die erste Markov-Kette dritter Ordnung bestand aus insgesamt 2197 Zuständen (= 13 Zustände x 13 Zuständen x 13 Zustände). Alle Zustände waren Elemente des Zustandsraums S_4 . Der Zustandsraum

$$S_4 = \{(I \rightarrow I \rightarrow I), (I \rightarrow I \rightarrow I\#), (I \rightarrow I \rightarrow II), (I \rightarrow I \rightarrow II\#), (I \rightarrow I \rightarrow III), (I \rightarrow I \rightarrow IV), (I \rightarrow I \rightarrow IV\#), (I \rightarrow I \rightarrow V), \dots, (E \rightarrow E \rightarrow E)\}$$

war ebenfalls abzählbar und endlich. Die Übergangsmatrix M_4 wurde wie folgt definiert:

$$M_4^{(t)} = \begin{pmatrix} p_{(I \rightarrow I \rightarrow I) \rightarrow (I \rightarrow I \rightarrow I)} & \cdots & p_{(I \rightarrow I \rightarrow I) \rightarrow (E \rightarrow E \rightarrow E)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{(E \rightarrow E \rightarrow E) \rightarrow (I \rightarrow I \rightarrow I)} & \cdots & p_{(E \rightarrow E \rightarrow E) \rightarrow (E \rightarrow E \rightarrow E)} \end{pmatrix}^{(t)}$$

Zusätzlich wurden für die zweite Markov-Kette, die in Kapitel 4.4.2 beschrieben wurde, Markov-Ketten zweiter und dritter Ordnung berechnet. Die zweite Markov-Kette zweiter Ordnung bestand aus insgesamt 441 Zuständen (= 21 Zustände x 21 Zuständen). Alle Zustände waren Elemente des Zustandsraums S_5 . Der Zustandsraum

$$S_5 = \{(ZT \rightarrow ZT), (ZT \rightarrow Z), (ZT \rightarrow ST), \dots, (E \rightarrow E)\}$$

war abzählbar und endlich. Die dazugehörige Übergangsmatrix M_5 sieht wie folgt aus:

$$M_5^{(t)} = \begin{pmatrix} p_{(ZT \rightarrow ZT) \rightarrow (ZT \rightarrow ZT)} & \cdots & p_{(ZT \rightarrow ZT) \rightarrow (E \rightarrow E)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{(E \rightarrow E) \rightarrow (ZT \rightarrow ZT)} & \cdots & p_{(E \rightarrow E) \rightarrow (E \rightarrow E)} \end{pmatrix}^{(t)}$$

Die zweite Markov-Kette dritter Ordnung bestand aus insgesamt 9072 Zuständen (= 21 Zustände x 21 Zuständen x 21 Zustände). Alle Zustände waren Elemente des Zustandsraums S_6 .

Der Zustandsraum

$$S_6 = \{(ZT \rightarrow ZT \rightarrow ZT), (ZT \rightarrow ZT \rightarrow Z), \dots, (E \rightarrow E \rightarrow E)\}$$

war auch abzählbar und endlich. Die Übergangsmatrix M_6 wurde wie folgt definiert:

$$M_6^{(t)} = \begin{pmatrix} \mathcal{P}_{(ZT \rightarrow ZT \rightarrow ZT) \rightarrow (ZT \rightarrow ZT \rightarrow ZT)} & \cdots & \mathcal{P}_{(ZT \rightarrow ZT \rightarrow ZT) \rightarrow (E \rightarrow E \rightarrow E)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathcal{P}_{(E \rightarrow E \rightarrow E) \rightarrow (ZT \rightarrow ZT \rightarrow ZT)} & \cdots & \mathcal{P}_{(E \rightarrow E \rightarrow E) \rightarrow (E \rightarrow E \rightarrow E)} \end{pmatrix}^{(t)}$$

Die jeweiligen Zeitparameter $\mathcal{T}_3, \mathcal{T}_4, \mathcal{T}_5$ und \mathcal{T}_6 der Markov-Ketten unterschieden sich nicht von den Zeitparametern der Markov-Ketten erster Ordnung (siehe Kapitel 4.4.2). Demzufolge waren die erste Markov-Kette zweiter bzw. dritter Ordnung und die zweite Markov-Kette zweiter bzw. dritter Ordnung inhomogene zeit-diskrete Markov-Ketten $\{X_t, t \in \mathbb{N}_0\}$ mit abzählbaren und endlichen Zustandsräumen S_3 bzw. S_4 und S_5 bzw. S_6 . Durch die Markov-Ketten konnte ausgesagt werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt nach einer bestimmten Zustandskombination $i \in S_3, S_4, S_5$ oder S_6 , bestehend aus zwei oder drei Zuständen, ein anderer bestimmter Zustand $j \in S_3, S_4, S_5$ oder S_6 folgte.

Aufgrund der sehr großen Zustandsräume wurde auf die graphische Darstellung von Übergangsdigrammen verzichtet. Die Markov-Ketten zweiter und dritter Ordnung sollten, wie die Markov-Ketten erster Ordnung, mithilfe von Chi-Quadrat-Anpassungstests überprüft werden.

5 Ergebnisse

Die Ergebnisse werden in der Reihenfolge der in Kapitel 4.4 beschriebenen Vorgehensweise berichtet. In Kapitel 5.1 werden die Ergebnisse der univariaten Auswertung dargestellt. Die Ergebnisse der Markov-Kette erster Ordnung können dem Kapitel 5.2 und die Ergebnisse der Markov-Ketten z-ter Ordnung dem Kapitel 5.3 entnommen werden. Alle Auswertungen erfolgten, wie bei der Konvertierung der Noten, mithilfe der Software *RStudio*.²³³ Zusätzlich wurde das Tabellenkalkulationsprogramm *Microsoft Excel 2019* verwendet.

5.1 Univariate Verteilungen

Die univariate Auswertung der Variablen wird in drei Kapitel unterteilt. Im ersten Unterkapitel 5.1.1 werden die Variablen *note* und *stufe*, die für die spätere Markov-Kette der Tonfolgen von Bedeutung waren, deskriptiv berichtet. Im zweiten Unterkapitel 5.1.2 wird die Variablen *länge_korrigiert*, die für die Bildung der Markov-Ketten der Tonlängen verwendet wurden, univariat ausgewertet. Alle weiteren Eigenschaften der Hooklines, die interessant sein könnten, werden in Kapitel 5.1.3 berichtet.

5.1.1 Noten und Stufen

Die absoluten Häufigkeiten der Variablen *note* können dem Anhang E entnommen werden. Die tiefste Note, die in den Hooklines nach der Transposition vorkam, war ein *b* (*note* = 59) und die höchste Note nach der Transposition ein *f'''* (*note* = 89). Nach der Transposition war die Note *c''* (*note* = 72) die am häufigsten auftretende Note. Der Median lag bei *b'* (*note* = 71). Das Säulendiagramm in Abbildung 14 verdeutlicht die Auftrittshäufigkeiten aller Noten.

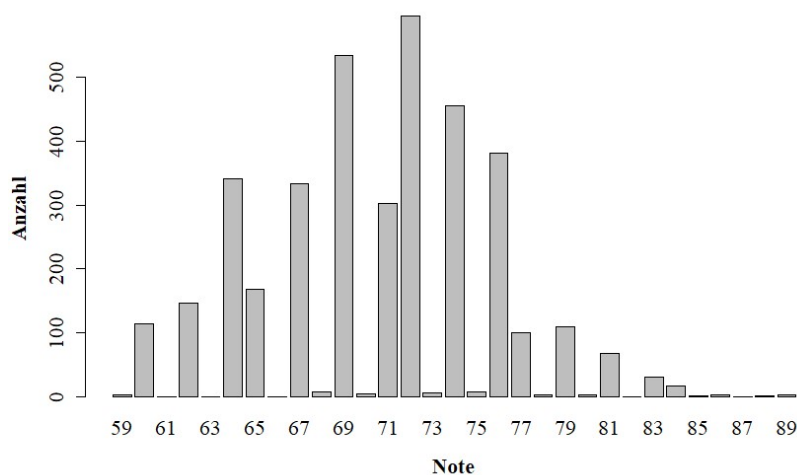


Abbildung 14. Auftrittshäufigkeiten der Noten im gesamten Datensatz

²³³ Für die Berechnung der Markov-Ketten wurde insbesondere das Paket *markovchain* (Version 0.8.5-4 vom 10.01.2021) von Spedicato et al. verwendet. Alle Abbildungen wurden ebenfalls mit *RStudio* erstellt.

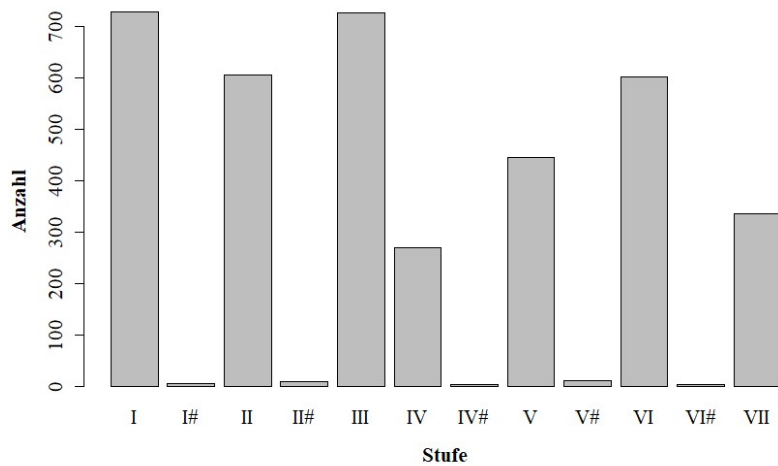


Abbildung 15. Auftrittshäufigkeiten der Stufen im gesamten Datensatz

Die Auftrittshäufigkeiten der Variablen *stufe* werden in der Abbildung 15 dargestellt. Alle zwölf Stufen kamen in dem Datensatz vor. Dementsprechend war I die kleinste Stufe und VII die größte Stufe. Die Stufen I und III waren die am häufigsten auftretenden Stufen. Die Zwischenstufen kamen in nur wenigen Songs vor. Der Median lag bei der Stufe III. In der Tabelle 7 werden alle Auftrittshäufigkeiten und relativen Häufigkeiten aufgelistet. Die relativen Häufigkeiten der Variablen *stufe* waren für die spätere Berechnung der Chi-Quadrat-Anpassungstests relevant. Die relativen Häufigkeiten sagten aus, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Stufe bei einer zufälligen Wahl gezogen wird (Erwartungswert). Die Berechnung von Mittelwert oder anderen Verteilungsparametern wurde aufgrund der ordinalen Skalierung nicht berechnet.

Tabelle 7

Auftrittshäufigkeiten und relative Häufigkeiten der Stufen

Stufe	Anzahl	rel. Häufigkeit	Stufe	Anzahl	rel. Häufigkeit
I	727	.194	IV#	3	.001
I#	6	.002	V	444	.119
II	605	.162	V#	10	.003
II#	8	.002	VI	601	.161
III	725	.194	VI#	4	.001
IV	270	.072	VII	335	.090

5.1.2 Tonlängen

Tabelle 8

Auftrittshäufigkeiten und relative Häufigkeiten der Notenwerte

Notenwert	Anzahl	rel. Häufigkeit	Notenwert	Anzahl	rel. Häufigkeit
ZT	3	.001	AP	210	.056
Z	21	.006	VQ	2	.001
ST	8	.002	V	662	.177
ZP	4	.001	HT	16	.004
S	607	.162	VP	114	.030
AT	12	.003	H	95	.025
SP	37	.010	GT	12	.003
AQ	2	.001	HP	23	.006
A	1872	.501	G	28	.007
VT	2	.001	GP	7	.002

In der Tabelle 8 werden die absoluten und relativen Häufigkeiten der Variablen *länge_korrigiert* aufgelistet. Die kürzeste Note, die in den Hooklines nach den Korrekturen vorkam, war ein einzelner Ton einer Zweiunddreißigstel-Triole (*länge_korrigiert* = ZT) und die längste Note nach den Korrekturen eine punktierte Ganze (*länge_korrigiert* = GP). Am häufigsten kamen Achtel, Viertel und Sechzehntel vor. Viele Notenwerte, wie z. B. punktierte Zweiunddreißigstel, ein einzelner Ton einer Achtel-Quintolen und ein einzelner Ton einer Viertel-Quintolen, kamen nur selten vor. Die relativen Häufigkeiten der Tabelle 8 wurden als Erwartungswerte bei der Berechnung der Chi-Quadrat-Anpassungstests benötigt. Aufgrund der ordinalen Skalierung wurden keine Berechnungen von Mittelwert oder anderen Verteilungsparametern durchgeführt. Die Abbildung 16 auf der folgenden Seite verdeutlicht die Auftrittshäufigkeiten der Notenwerte.

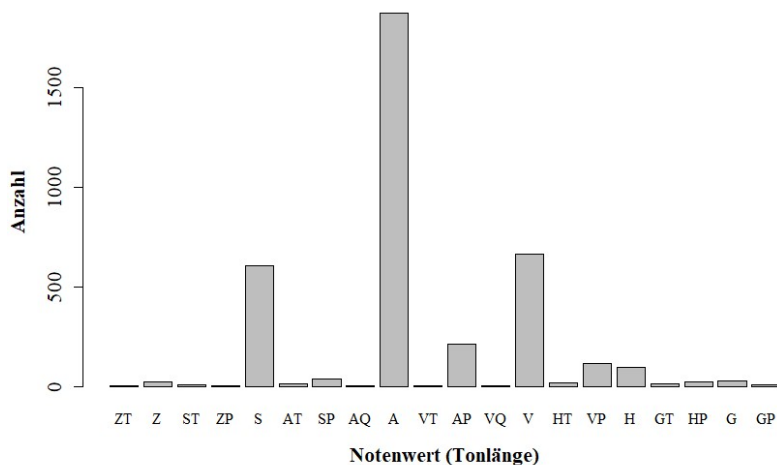


Abbildung 16. Auftrittshäufigkeiten der Notenwerte im gesamten Datensatz

5.1.3 Zusätzliche Eigenschaften

In diesem Kapitel werden alle weiteren möglicherweise interessanten Variablen deskriptiv berichtet. Zunächst wurden alle Variablen mithilfe von Boxplot-Diagrammen hinsichtlich Ausreißer untersucht. Die Ausreißer wurden von den Auswertungen der jeweiligen Variablen ausgeschlossen. Da die Ergebnisse nicht im Mittelpunkt der Forschungsarbeit standen werden sie nicht ausformuliert, sondern in Tabelle 9 auf der folgenden Seite zusammengefasst. Alle Variablen bis auf die Variable *anzahl_unterschiedlicher_stufen* zeigten eine rechtsschiefe Verteilung. Die Variable *anzahl_unterschiedlicher_stufen* zeigte eine linksschiefe Verteilung. Die Variable *länge_hook_bei_original_bpm* hatte eine zweigipflige Verteilung. Daher muss bei dieser Variablen der Wert der Schiefe kritisch betrachtet werden. Keine der Variablen war gemäß des Shapiro-Wilk Tests normalverteilt. In Anhang F werden die Verteilungen der einzelnen Variablen durch Histogramme verbildlicht. Bei fast allen Variablen konnten durch Boxplot-Diagramme Ausreißer identifiziert werden. Eine Ausnahme stellte die Variable *anzahl_unterschiedlicher_stufen* dar.

Durch die Tabelle auf der folgenden Seite wird deutlich, dass das kleinste umfassende Intervall einer Hookline eine Prime (*umfassendes_intervall* = 0 Halbtonschritte) war. Das Intervall der Hookline mit dem größten umfassenden Intervall war eine reine Duodezime (*umfassendes_intervall* = 19 Halbtonschritte). Im Durchschnitt umfasste eine Hookline ein Intervall von rund neun Halbtonschritten. Insgesamt 87% der Hooklines gingen nicht über eine Oktave hinaus, was die Zusammenfassen der Stufen in Kapitel 4.3.4 begründete.

Tabelle 9

Deskriptive Ergebnisse für die Variablen, die nicht im Mittelpunkt der Forschung stehen

Variable	<i>n</i>	min.	max.	<i>M</i>^a	<i>SD</i>	Median	Schiefe	Kurtosis	<i>p</i>^b
<i>anzahl_noten</i>	194	4	43	17.30	8.76	15.50	0.865	0.182	< .001
<i>anzahl_unterschiedlicher_noten</i>	201	1	9	5.17	1.75	5.00	0.097	-0.487	< .001
<i>anzahl_unterschiedlicher_stufen</i>	202	1	7	4.77	1.38	5.00	-0.324	-0.439	< .001
<i>anzahl_unterschiedlicher_längen_korrigiert</i>	184	2	5	3.34	0.99	3.00	0.154	-1.039	< .001
<i>anzahl_intervalle_nach_unten</i>	196	0	16	6.06	3.89	6.00	0.664	-0.236	< .001
<i>anzahl_intervalle_nach_oben</i>	192	0	13	4.83	3.09	4.00	0.613	-0.258	< .001
<i>anzahl_prime</i>	189	1	15	5.47	3.46	5.00	0.706	-0.272	< .001
<i>umfassendes_intervall (in Halbtonschritten)</i>	201	0	19	8.81	3.77	9	0.030	-0.353	< .05
<i>länge_hook_bei_original_bpm</i>	197	627ms	16413 ms	6966.18 ms	3588.92 ms	6886 ms	0.685	-0.168	< .001

Anmerkung. ^a In diesem Zusammenhang steht *M* für den Mittelwert und nicht die Übergangsmatrix einer Markov-Kette; ^b Normalverteilung gemäß Shapiro-Wilk-Test.

Zusätzlich wurden, wie in Kapitel 4.3.4 erwähnt, Intervalle berechnet. Das größte absteigende Intervall, welches in den Hooklines vorkam, war eine Oktave nach unten (*intervall* = -12 Halbtonschritte). Das größte aufsteigende Intervall in den Hooklines war eine reine Duodezime nach oben (*intervall* = 19 Halbtonschritte). Die Intervalle, die am häufigsten vorkamen, waren Primen (*intervall* = 0 Halbtonschritte) und große Sekunden (*intervall* = -2/+2 Halbtonschritte). In dem Anhang F sind die Häufigkeiten aller Intervalle in einem Säulendiagramm dargestellt und aufgelistet. Die Berechnung von Mittelwert, Standardabweichung und weiteren deskriptiven Statistiken wurde wie bei den Variablen *note* oder *stufe* als nicht sinnvoll erachtet.

5.2 Markov-Ketten erster Ordnung

Dieses Kapitel beinhaltet die Ergebnisse zu den in Kapitel 4.4.2 beschriebenen zwei Markov-Ketten erster Ordnung für die Tonfolgen und Tonlängen. Beide Markov-Ketten waren nicht homogen bzw. besaßen keine Stationarität. Aus diesem Grund bestanden die Markov-Ketten jeweils aus mehreren Übergangsmatrizen mit unterschiedlichen Übergangswahrscheinlichkeiten. Vor Ausschluss der Ausreißer bestand die längste Hookline aus 57 Noten. Daher bestanden beide Markov-Ketten aus jeweils 56 Übergangsmatrizen. In den Übergangsmatrizen, die die Übergangswahrscheinlichkeiten zu Beginn der Hookline beschrieben (z.B. $M^{(t_1 \rightarrow t_2)}$), wurden alle 202 Hooklines beachtet. Ab der Übergangsmatrix von der vierten Note (t_4) zu der fünften Note 5 (t_5) wurden immer weniger Hooklines in der Übergangsmatrizen beachtet, da von Schritt zu Schritt immer mehr Hooklines den Endzustand *E* erreicht hatten. Am Ende wurden nur noch sehr wenige Fälle beachtet. In der Literatur wird erwähnt, dass eine quantitative Auswertung auf einer Stichprobe von mindestens 30 Fällen basieren sollte.²³⁴ Aus diesem Grund wurden die letzten Übergangsmatrizen, die weniger als 30 Fälle beachten, von der Auswertung ausgeschlossen. Die letzte Übergangsmatrix mit mindestens 30 Fällen war die $M^{(t_{29} \rightarrow t_{30})}$. Trotz Ausschluss einiger Matrizen sind die jeweils 29 Übergangsmatrizen pro Markov-Kette zu viele Matrizen, um sie im Rahmen dieser Arbeit ausführlich zu berichten. Die erste Übergangsmatrix der Markov-Kette erster Ordnung für Tonfolgen wurde beispielhaft im Detail beschrieben. Die Art der Beschreibung kann auf die anderen Übergangsmatrizen ähnlich übertragen werden. Alle Übergangsmatrizen werden in dem Anhang G aufgelistet.

²³⁴ Vgl. Bortz/Schuster (2010), S. 87.

5.2.1 Markov-Kette erster Ordnung für Tonfolgen

Die Übergangswahrscheinlichkeiten der Markov-Kette erster Ordnung für die Tonfolge von der ersten Note ($t = t_1$) zu der zweiten Note ($t + 1 = t_2$) in Hooklines wurden mit der Übergangsmatrix

$$M_1^{(t_1 \rightarrow t_2)} = \begin{pmatrix} 0.41 & 0 & 0.26 & 0 & 0.08 & 0.03 & 0 & 0.03 & 0 & 0.03 & 0 & 0.18 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.17 & 0 & 0.61 & 0 & 0.22 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.09 & 0 & 0.20 & 0 & 0.33 & 0.09 & 0 & 0.19 & 0 & 0.06 & 0 & 0.03 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.13 & 0.75 & 0 & 0 & 0 & 0.13 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.14 & 0 & 0.10 & 0 & 0.14 & 0.10 & 0 & 0.24 & 0 & 0.19 & 0 & 0.10 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.14 & 0 & 0.03 & 0 & 0.06 & 0 & 0 & 0.09 & 0 & 0.51 & 0 & 0.17 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.33 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.07 & 0 & 0.6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

definiert. Einige Zeilen beinhalteten keine Wahrscheinlichkeiten und besaßen eine Zeilensumme von 0, da die erste Note (t_1) in den Hooklines nicht alle Zustände angenommen hatte. In der Stichprobe haben die ersten Noten die Zustände I, I#, II, III, IV, V, VI oder VII angenommen. Die Spalten der Übergangsmatrix zeigten, dass in den zweiten Noten (t_2) der Hooklines die Stufen I, I#, II, III, IV, V oder VI vertreten waren. Die Stufen II#, IV#, V#, VI# und E kamen zu den Zeitpunkten t_1 und t_2 nicht vor. Nach der Stufe I folgten mit absteigender Wahrscheinlichkeit die Stufen I, II, VII, III, IV, V oder VI. Auf die Stufe I# folgte wieder die Stufe I# oder die Stufe IV. Nach der Stufe II kamen mit absteigender Wahrscheinlichkeit die Stufen II, III oder I vor. Auf die Stufe III folgten mit absteigender Wahrscheinlichkeit die Stufen III, II, V, I, IV, VI oder VII. Nach der vierten Stufe folgte am häufigsten wieder die vierte Stufe. In manchen Fällen folgten die Stufen III und VI. Auf die Stufe V folgten mit absteigender Wahrscheinlichkeit die Stufen V, VI, I, III, II, IV oder VII. Nach der sechsten Stufe kamen mit absteigender Wahrscheinlichkeit die Stufen VI, VII, I, V, III oder II vor. Auf die siebte Stufe folgte am häufigsten wieder die siebte Stufe. Teilweise folgten auf die Stufe VII die Stufe I oder VI.

Bei Betrachtung der gesamten Markov-Kette, die aus der oben beschriebenen Matrix und aus allen Übergangsmatrizen des Anhangs G1 besteht, ist ein absorbierender Zustand erkennbar. Der Zustand E konnte nicht mehr verlassen werden, da er das Ende einer Hookline bedeutete. Die Markov-Kette war insgesamt eine absorbierende Markov-Kette. Von fast allen

Zuständen konnten alle anderen Zustände der Markov-Kette erreicht werden. Eine Ausnahme bestand bei dem Zustand E . Von diesem Zustand war kein anderer Zustand erreichbar. Somit kommunizierten alle Zustände außer E miteinander. Da nicht alle Zustände miteinander kommunizierten war die Markov-Kette reduzible. Zu manchen Zuständen konnte nicht zu jedem Zeitpunkt zurückgekehrt werden. Die Markov-Kette war nicht aperiodisch. Demzufolge ist die Markov-Kette nicht ergodisch.

Vor Durchlaufen der Markov-Kette mussten bei der Wahl des Startvektors die Startwahrscheinlichkeiten

$$v_0 = \begin{pmatrix} .19 \\ .01 \\ .09 \\ 0 \\ .32 \\ .04 \\ 0 \\ .10 \\ 0 \\ .17 \\ 0 \\ .07 \\ 0 \end{pmatrix}$$

der Zustände beachtet werden.

Mit Chi-Quadrat-Anpassungstests sollte zeilenweise überprüft werden, ob sich die Übergangswahrscheinlichkeiten signifikant von den erwarteten Übergangswahrscheinlichkeiten unterscheiden. Diese Überprüfung sollte auf alle Übergangsmatrizen angewendet werden. Nach Bortz und Schuster müssen für die Berechnung eines Chi-Quadrat-Anpassungstests mehr als fünf Beobachtungen in jeder Zelle vorhanden sein.²³⁵ In manche Quellen wird erwähnt, dass ein Chi-Quadrat-Anpassungstest verlässliche Ergebnisse liefert, wenn maximal 20% der Zellen eine Häufigkeit < 5 haben.²³⁶ Keine der Zellen sollte einen Wert von 0 haben.²³⁶ Bei Betrachtung der einzelnen Übergangsmatrizen wird deutlich, dass mehr als 20% der Zellen diese Voraussetzung verletzt haben und einige Zellen den Wert 0 hatten. Wenn die Voraussetzung verletzt wird, wird empfohlen, mehrere Zellen zu einer Zelle zusammenzufassen.²³⁷ Die Zellen können auf unterschiedliche Weisen zusammengefasst werden. Es könnten verschiedene Stufen (z.B. I, II und III) zu bestimmten Stufenbereichen (z.B. [I, III]) summiert werden. Dafür würden

²³⁵ Vgl. Bortz/Schuster (2010), S. 141.

²³⁶ Vgl. Frost (2020), S. 280; Kuckartz et al. (2013), S. 96.

²³⁷ Vgl. Kuckartz et al. (2013), S. 97.

die Spalten und die Zeilen der Übergangsmatrix identisch zusammengefasst werden, sodass wiederum eine $S \times S$ Matrix entsteht. Diese Möglichkeit schien nicht sinnvoll zu sein, da die Unterschiede der Stufen im Mittelpunkt der Forschung standen. Eine andere Möglichkeit war die Spalten einer Übergangsmatrix zu einer Spalte zusammenzufassen. Das Ergebnis waren die Häufigkeiten der Zustände zum Zeitpunkt t_i . Diese beobachteten Häufigkeiten wurden mit den erwarteten Häufigkeiten verglichen. Die erwarteten Häufigkeiten ergaben sich aus der Multiplikation der Wahrscheinlichkeiten (aus Tabelle 7) mit der jeweiligen Spaltensumme. Mithilfe der Ergebnisse konnte überprüft werden, ob die Häufigkeiten der Stufen zu einem bestimmten Zeitpunkt von den Erwartungswerten abwichen.

Trotz Addition der Spalten beinhalteten einige Zellen nach wie vor den Wert 0. Diese Zellen gehörten zu den Zwischenzustände. Wie vermutet traten die Zwischenzustände zu selten auf. Um verlässliche Ergebnisse zu erhalten, wurden die Zwischenzustände als Ausreißer gewertet und von den Berechnungen ausgeschlossen. Die folgenden Ergebnisse gelten nur für die Zustände I, II, III, IV, V, VI und VII. Die relativen Erwartungswahrscheinlichkeiten aus Tabelle 7 wurden nach Ausschluss neu berechnet (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10

Auftrittshäufigkeiten und angepasste relative Häufigkeiten der Stufen ohne Zwischenstufen

	Stufe						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Anzahl	727	605	725	270	444	601	335
rel. Häufigkeit	.196	.163	.196	.073	.120	.162	.090

Der Vergleich von beobachteten und erwarteten Häufigkeiten mithilfe von Chi-Quadrat-Anpassungstesten wurde auf alle 30 Zeitpunkte ($[t_1, t_{30}]$) angewendet. Die Ergebnisse in Tabelle 11 auf den folgenden Seiten zeigten bei der Mehrheit der Zeitpunkte ($[t_2, t_{30}]$) keinen signifikanten Unterschied zwischen den beobachteten und erwarteten Häufigkeiten der Stufen, $p > .05$. Der Chi-Quadrat-Anpassungstest für die erste Note (t_1) zeigte, dass die beobachteten Häufigkeiten der Stufen signifikant von den erwarteten Häufigkeiten der Stufen abwichen, $p = < .001$. Dieser Effekt war ein schwacher Effekt (Cramers $V = .10$).²³⁸ In den hinteren Spalten der Tabelle werden die Abweichungen durch die Differenz von den beobachteten relativen Häufigkeiten und den erwarteten relativen Häufigkeiten deutlich. Die erste Note in den

²³⁸ Vgl. Cohen (1988), S. 222. Cohen interpretiert einen Wert zwischen .10 und .30 als einen schwachen Effekt, einen Wert zwischen .30 und .50 als einen mittleren Effekt und einen Wert $> .50$ als einen starken Effekt.

Hooklines nahm im Verhältnis zu den anderen sechs Stufen zu 32% die dritte Stufe an. Es wurde erwartet, dass die erste Note in den Hooklines im Verhältnis zu den anderen sechs Stufen zu 20% die dritte Stufe annimmt. Die Differenz betrug 12% und ist in der Tabelle einer der größten Differenzen zwischen beobachteten und erwarteten Wert. Um einzustufen, welche Werte innerhalb des Chi-Quadrat-Anpassungstest für t_1 signifikant vom Erwartungswert abweichen, wurden Binominaltests für alle sieben Werte durchgeführt. Die Stufen II und III wichen signifikanten ab, $p < .05$. Die Signifikanz wird in der Tabelle durch eine fette Schriftstärke betont. Die absoluten beobachteten Häufigkeiten stehen in Klammern unter den Werten und machen nochmals deutlich, dass die dritte Stufe am häufigsten für die ersten Note verwendet wurde. Die Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests ab t_{26} müssen kritisch betrachtet werden, da die Voraussetzung, dass maximal 20% der Zellwerte < 5 sind, verletzt wurde. Ab den Zeitpunkten t_{26} gab es ebenfalls größere Abweichungen (z. B. 12%). Diese waren nicht signifikant, was vermutlich mit der kleinen Stichprobe und den zu kleinen Zellwerten zu erklären ist.

Tabelle 11

Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Stufen zu einem bestimmten Zeitpunkt t

<i>t</i>	<i>n</i>	χ^2	<i>p</i>	<i>df</i>	Abweichung der relativen Häufigkeiten: Beobachteter Wert – Erwartungswert						
					I	II	III	IV	V	VI	VII
<i>t</i> ₁	200	26.442	<.001	6	0 (39)	-.07 (18)	.12 (64)	-.03 (8)	-.01 (21)	.01 (35)	-.02 (15)
<i>t</i> ₂	201	5.596	.47	6	-.01	.02	-.03	.01	-.02	-.02	.04
<i>t</i> ₃	202	3.050	.80	6	.02	-.01	.03	-.02	-.01	.01	-.02
<i>t</i> ₄	199	2.309	.89	6	-.02	0	0	0	-.01	.03	-.02
<i>t</i> ₅	197	10.062	.12	6	.02	-.05	.04	.03	-.01	0	-.02
<i>t</i> ₆	193	1.568	.95	6	.01	.01	.01	-.02	-.01	-.02	.01
<i>t</i> ₇	187	1.554	.96	6	-.02	-.01	0	0	.02	.02	0
<i>t</i> ₈	183	0.907	.99	6	0	.01	-.02	.01	.01	0	0
<i>t</i> ₉	174	1.527	.96	6	0	-.01	-.03	.01	.01	0	.01
<i>t</i> ₁₀	164	4.384	.62	6	-.05	.01	.01	-.02	.01	.03	.02
<i>t</i> ₁₁	154	6.968	.32	6	.01	-.01	-.07	.03	.01	-.01	.03
<i>t</i> ₁₂	145	1.411	.97	6	-.02	.01	-.02	0	-.01	.02	.01
<i>t</i> ₁₃	134	4.310	.63	6	.01	.05	-.04	-.01	-.02	.02	-.02

<i>t</i>	<i>n</i>	χ^2	<i>p</i>	<i>df</i>	Abweichung der relativen Häufigkeiten: Beobachteter Wert – Erwartungswert						
					I	II	III	IV	V	VI	VII
<i>t</i> ₁₄	127	1.777	.94	6	.04	-.01	.01	0	-.02	0	-.01
<i>t</i> ₁₅	114	2.056	.91	6	0	.01	.01	0	.03	-.04	0
<i>t</i> ₁₆	105	4.053	.67	6	-.02	.04	0	-.01	0	-.05	.03
<i>t</i> ₁₇	97	4.170	.65	6	.02	-.01	0	-.01	.02	-.06	.03
<i>t</i> ₁₈	85	4.055	.67	6	0	0	.02	0	-.03	-.04	.05
<i>t</i> ₁₉	76	3.483	.75 ^a	6	-.01	.02	.03	-.03	-.04	.01	.03
<i>t</i> ₂₀	71	4.843	.55 ^a	6	0	.08	-.01	-.04	-.02	.01	-.01
<i>t</i> ₂₁	61	1.492	.97 ^a	6	-.02	-.03	-.02	.01	.03	.05	-.02
<i>t</i> ₂₂	61	2.392	.89 ^a	6	-.04	.1	-.04	-.02	-.03	.01	.01
<i>t</i> ₂₃	57	5.338	.50 ^a	6	.06	-.02	-.07	.02	.05	0	-.05
<i>t</i> ₂₄	54	5.364	.51 ^a	6	-.07	.01	0	.01	.03	-.01	.02
<i>t</i> ₂₅	46	1.771	.95 ^a	6	.05	-.01	-.1	0	.01	.04	.01
<i>t</i> ₂₆	40	2.911	.82 ^{ab}	6	.03	-.11	.06	.04	.02	.01	-.06
<i>t</i> ₂₇	35	5.760	.44 ^{ab}	6	.05	-.01	-.07	.05	-.03	-.01	0
<i>t</i> ₂₈	32	2.689	.86 ^{ab}	6	.05	-.04	.09	-.01	-.06	-.04	0
<i>t</i> ₂₉	32	3.160	.79 ^{ab}	6	0	.07	-.1	.09	.05	-.03	-.09
<i>t</i> ₃₀	30	9.354	.14 ^{abc}	6	0	-.07	.12	-.03	-.01	.01	-.02

Anmerkung. Die Werte, die durch eine fette Schriftstärke betont wurden, weichen nach einem Binominaltest signifikant von dem Erwartungswert ab; ^a Aufgrund von Zellwerten < 5 wurde die Monte-Carlo-Simulation angewendet; ^b Mehr als 20% der Werte < 5; ^c Da ein Zellwert = 0 ist, kann das Ergebnis des Chi-Quadrat-Tests fehlerhaft sein.

Als dritte Möglichkeit, konnten die Übergangsmatrizen unterschiedlicher Zeitpunkte zu einer Matrix zusammengefasst werden. Das Ergebnis war eine Matrix mit Häufigkeiten, durch die ausgesagt wurde, wie oft in den gesamten Hooklines nach einer bestimmten Stufe eine andere bestimmte Stufe folgte. Die beobachteten Häufigkeiten der Matrix wurden zeilenweise mit den erwarteten Häufigkeiten verglichen. Mithilfe der Ergebnisse konnte überprüft werden, ob die Auftrittshäufigkeiten der Stufen in Abhängigkeit von der vorherigen Stufe von dem Erwartungswert abwichen. Die Zwischenstufen wurden ausgeschlossen und die Erwartungswerte der Tabelle 10 verwendet. Die Ergebnisse gelten nur für die Zustände I, II, III, IV, V, VI und VII und werden in Tabelle 12 aufgelistet.

Tabelle 12

Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Stufen j nach (einer) Stufen i

Stufe(i)	n	χ^2	p	df	Abweichung der relativen Häufigkeiten: Beobachteter Wert – Erwartungswert (Stufe j)						
					I	II	III	IV	V	VI	VII
I	633	186.42	<.001	6	.14 (213)	.03 (124)	-.09 (67)	-.05 (15)	-.07 (32)	-.04 (77)	.08 (105)
II	524	168.78	<.001	6	.13 (169)	.11 (142)	.03 (120)	-.04 (19)	-.07 (25)	-.11 (26)	-.05 (23)
III	643	231.31	<.001	6	-.09 (68)	.12 (182)	.14 (213)	.03 (63)	-.01 (69)	-.11 (35)	-.07 (13)
IV	234	559.70	<.001 ^a	6	-.17 (5)	-.11 (12)	.12 (73)	.38 (105)	-.02 (24)	-.10 (14)	-.09 (1)
V	378	146.05	<.001	6	-.10 (36)	-.09 (29)	.01 (78)	0 (27)	.16 (107)	.07 (88)	-.06 (13)
VI	515	267.99	<.001	6	-.04 (78)	-.12 (20)	-.09 (55)	-.06 (9)	.08 (103)	.21 (192)	.02 (58)
VII	309	267.33	<.001 ^{ab}	6	.01 (64)	-.08 (27)	-.17 (8)	-.07 (0)	-.04 (26)	.13 (91)	.21 (93)

Anmerkung. Die Werte, die durch eine fette Schriftstärke betont wurden, weichen nach einem Binominaltest signifikant von dem Erwartungswert ab; ^a Aufgrund von Zellwerten < 5 wurde die Monte-Carlo-Simulation angewendet; ^b Da ein Zellwert = 0 ist, kann das Ergebnis des Chi-Quadrat-Tests fehlerhaft sein.

Alle Chi-Quadrat-Anpassungstests in Tabelle 12 zeigten, dass die beobachteten Häufigkeiten der Stufen signifikant von den erwarteten Häufigkeiten der Stufen abwichen, $p < .001$. In den hinteren Spalten der Tabelle wird deutlich, dass nach einer bestimmten Stufe mit einer höheren Wahrscheinlichkeit die gleiche Stufe folgte als bei einer zufälligen Stufenwahl erwartet wurde. Diese Abweichung war nach dem Binominaltest bei allen sieben Stufen i signifikant. Auch Stufen, die nahe der vorherigen Stufe lagen, traten häufiger auf als erwartet wurde. Diese Abweichungen waren nach dem Binominaltest nur teilweise signifikant. Stufen, die drei Stufen entfernt lagen (z. B. die Stufen IV und V im Verhältnis zu der Stufe I) traten seltener auf als erwartet wurde. Diese Abweichungen waren nach dem Binominaltest bei allen sieben Stufen i signifikant. Die absoluten Häufigkeiten, die in Klammern unter den Abweichungen stehen, zeigten, dass nach einer bestimmten Stufe i die Stufe j mit der größten positiven Abweichung auch am häufigsten auftrat. Ein Wert in der Tabelle 12 sticht hervor: Nach der Stufe II folgte am häufigsten die Stufe I und nicht die Stufe II. Die Effektstärken fast aller Chi-Quadrat-

Anpassungstests konnten als schwache Effekte interpretiert werden (Cramers $V < 0.30$). Ausnahme bestand bei dem Chi-Quadrat-Anpassungstest für die vierten Stufe. Dieser zeigte einen mittleren Effekt (Cramers $V = .43$).

5.2.2 Markov-Kette erster Ordnung für Tonlängen

Die Übergangswahrscheinlichkeiten der Markov-Kette erster Ordnung für die Tonlängen von der ersten Note ($t = t_1$) zu der zweiten Note ($t + 1 = t_2$) in Hooklines wurden durch folgende Übergangsmatrix wiedergegeben:

$$M_2^{(t_1 \rightarrow t_2)} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.80 & 0 & 0 & 0 & 0.15 & 0 & 0.05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.01 & 0 & 0.06 & 0 & 0 & 0 & 0.83 & 0 & 0.03 & 0 & 0.07 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.43 & 0 & 0 & 0 & 0.14 & 0 & 0.43 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.02 & 0.06 & 0 & 0 & 0 & 0.32 & 0 & 0.04 & 0 & 0.45 & 0 & 0.04 & 0.04 & 0 & 0.04 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.25 & 0 & 0.75 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.67 & 0.33 & 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Wie $M_2^{(t_1 \rightarrow t_2)}$ zeigt, waren die Übergangsmatrizen aufgrund einer 21 x 21 Matrix sehr groß und enthielten viele Übergangswahrscheinlichkeiten von 0. Die erste Note in den Hooklines hatte die Notenwerte $Z, S, SP, A, AP, V, VP, H, HP$ oder G . Die zweite Note in den Hooklines hatte die Notenwerte $Z, ST, ZP, S, A, AP, V, VP, H, HP$ oder G . Die weiteren 29 Übergangsmatrizen der Markov-Kette erster Ordnung für Tonlängen werden im Anhang G2 aufgelistet.

Bei Betrachtung der gesamten Kette hatte auch diese Markov-Kette den absorbierenden Endzustand E , sodass sie insgesamt eine absorbierende Markov-Kette war. Durch den Ausschluss aller Matrizen nach $M^{(t_{29} \rightarrow t_{30})}$ kamen zwei Zustände nicht mehr in der Markov-Kette vor: AQ und VQ . Von dem Zustand ZT waren die Zustände ZP und VT nicht erreichbar. Zusätzlich war der Zustand VT von den Zuständen AT, VT und GT nicht erreichbar. Von dem Zustand VT konnte der Zustand ZP nicht erreicht werden. Da nicht alle Zustände miteinander kommunizierten, war die Markov-Kette reduzible. Die Markov-Kette war nicht aperiodisch, weil nicht

zu jedem Zeitpunkt die Zustände erreicht werden konnten. Es lag keine ergodische Markov-Kette vor. Bei der Berechnung des Startvektors mussten die Startwahrscheinlichkeiten

$$v_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0.1 \\ 0 \\ 0.01 \\ 0 \\ 0.54 \\ 0 \\ 0.03 \\ 0 \\ 0.26 \\ 0 \\ 0.02 \\ 0.01 \\ 0 \\ 0 \\ 0.01 \\ 0 \end{pmatrix}$$

der Zustände beachtet werden. Bei der Überprüfung der Markov-Kette erster Ordnung für die Tonlängen mittels Chi-Quadrat-Anpassungstests mussten, wie bei der Markov-Kette erster Ordnung für die Tonfolgen, aufgrund von geringen Häufigkeiten innerhalb einer Zelle mehrere Zellen zusammengefasst werden. Die Zellen wurden, wie im Kapitel 5.2.1, auf zwei Weisen kombiniert. Die Tonlängen wurden nicht zu bestimmten Tonlängen-Bereichen summiert, da die Unterschiede zwischen den Tonlängen im Mittelpunkt der Forschungsarbeit standen.

Zunächst wurden die Spalten einer Übergangsmatrix zu einer Spalte zusammengefasst. Die Ergebnisse beschreiben, wie häufig eine Tonlänge zu einem bestimmten Zeitpunkt t_i vorkam. Einige Tonlängen kamen nur sehr selten vor, sodass die Zellen, die die Häufigkeiten der Tonlängen beschreiben, zu den meisten Zeitpunkten den Wert 0 beinhalteten. Diese Tonlängen wurden, wie die Zwischenzustände in Kapitel 5.2.1, als Ausreißer definiert und von den Berechnungen ausgeschlossen. Als Ausreißer wurden folgende Tonlängen deklariert: *ZT*, *Z*, *ST*, *ZP*, *AT*, *SP*, *AQ*, *VT*, *VQ*, *HT*, *GT*, *HP*, *G* und *GP*. Die Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests gelten nur für die Tonlängen *S*, *A*, *AP*, *V*, *VP* und *H*. Die beobachteten Häufigkeiten dieser Tonlängen wurden mit den erwarteten relativen Häufigkeiten verglichen. Die erwarteten relativen Häufigkeiten aus Tabelle 8 wurden nach Ausschluss der Ausreißer neu berechnet und können der Tabelle 13 auf der folgenden Seite entnommen werden.

Tabelle 13

Auftrittshäufigkeiten und angepasste relative Häufigkeiten der Tonlängen ohne Ausreißer

	Stufe					
	<i>S</i>	<i>A</i>	<i>AP</i>	<i>V</i>	<i>VP</i>	<i>H</i>
Anzahl	607	1872	210	662	114	95
rel. Häufigkeit	.171	.526	.059	.186	.032	.027

Die Ergebnisse zeigten, ob die Häufigkeiten der Tonlängen zu gewissen Zeitpunkten von den Erwartungswerten abwichen (siehe Tabelle 14). Der Vergleich wurde nicht für alle 30 Zeitpunkte durchgeführt, da mehrere der sechs Tonlängen ab dem Zeitpunkt t_{26} nicht mehr vorkamen, sodass die dazugehörigen Zellen den Wert 0 beinhalteten. Ab t_{26} waren die Voraussetzungen für einen Chi-Quadrat-Anpassungstest verletzt. Die Ergebnisse wären nicht aussagekräftig. Auch die Ergebnisse zu den Zeitpunkten t_{15} , t_{23} und t_{24} müssen kritisch betrachtet werden, da *VP* zum Zeitpunkt t_{15} sowie *H* zum Zeitpunkt t_{23} und t_{24} nicht vorkamen. Alle Chi-Quadrat-Anpassungstests wurden aufgrund von Zellwerten < 5 mit der Monte-Carlo-Simulation durchgeführt.

Tabelle 14

Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Tonlängen zu einem bestimmten Zeitpunkt t

<i>t</i>	<i>n</i>	χ^2	<i>p</i>	<i>df</i>	Abweichung der relativen Häufigkeiten: Beobachteter Wert – Erwartungswert					
					<i>S</i>	<i>A</i>	<i>AP</i>	<i>V</i>	<i>VP</i>	<i>H</i>
t_1	195	17.946	$< .05^a$	5	-.07 (20)	.03 (109)	-.02 (7)	.09 (53)	-.01 (4)	-.02 (2)
t_2	194	2.961	.71	5	-.03	.05	0	-.01	-.01	-.01
t_3	193	4.592	.47	5	-.04	.03	-.02	.03	-.01	0
t_4	192	15.140	$< .05$	5	-.03 (27)	-.02 (98)	-.02 (8)	.02 (39)	.05 (15)	0 (5)
t_5	192	1.018	.96	5	-.01	0	0	-.01	0	.01
t_6	188	1.150	.95	5	-.01	.02	0	.01	-.01	-.01
t_7	179	2.376	.79	5	-.02	.02	-.02	.01	.01	.01
t_8	173	5.047	.40	5	-.05	.01	0	.04	.01	0
t_9	169	4.928	.43	5	.01	-.04	.02	.02	-.02	0

Fortsetzung Tabelle 14

<i>t</i>	<i>n</i>	χ^2	<i>p</i>	<i>df</i>	Abweichung der relativen Häufigkeiten: Beobachteter Wert – Erwartungswert					
					<i>S</i>	<i>A</i>	<i>AP</i>	<i>V</i>	<i>VP</i>	<i>H</i>
<i>t</i> ₁₀	156	2.726	.73	5	.01	-.01	0	.01	-.02	.01
<i>t</i> ₁₁	152	13.540	<.05	5	-.08 (13)	.11 (96)	-.02 (6)	-.03 (24)	.02 (8)	.01 (5)
<i>t</i> ₁₂	141	4.061	.55 ^a	5	-.04	.03	-.02	.04	0	-.01
<i>t</i> ₁₃	129	0.707	.99 ^a	5	-.01	0	.01	.01	-.01	0
<i>t</i> ₁₄	123	3.833	.58	5	.02	-.05	-.01	.02	.01	.02
<i>t</i> ₁₅	108	11.744	<.05 ^{ab}	5	-.08 (10)	.06 (63)	.04 (11)	0 (20)	-.03 (0)	.01 (4)
<i>t</i> ₁₆	100	1.456	.93 ^a	5	.03	-.01	0	-.04	.01	0
<i>t</i> ₁₇	94	4.546	.47 ^a	5	-.05	.04	.04	-.02	-.01	.01
<i>t</i> ₁₈	80	2.470	.78 ^a	5	-.03	.07	-.01	-.01	-.02	0
<i>t</i> ₁₉	74	1.443	.91 ^a	5	.02	-.03	0	-.01	.02	0
<i>t</i> ₂₀	69	1.600	.91 ^a	5	0	.01	.03	-.03	0	-.01
<i>t</i> ₂₁	61	4.032	.53 ^a	5	.03	-.03	.01	-.04	.02	.01
<i>t</i> ₂₂	55	2.136	.84 ^a	5	.01	.03	.03	-.04	0	-.03
<i>t</i> ₂₃	56	3.054	.70 ^{ab}	5	.12	-.04	0	-.05	-.01	-.03
<i>t</i> ₂₄	51	6.952	.22 ^{ab}	5	.1	-.06	.05	-.12	.01	.02
<i>t</i> ₂₅	45	9.005	.10 ^a	5	0	-.05	.09	.01	-.03	-.03

Anmerkung. Die Werte, die durch eine fette Schriftstärke betont wurden, weichen nach einem Binominaltest signifikant von dem Erwartungswert ab; ^a Mehr als 20% der Werte < 5; ^b Da ein Zellwert = 0 ist, kann das Ergebnis des Chi-Quadrat-Tests fehlerhaft sein.

Die Ergebnisse in Tabelle 14 zeigten, dass es bei der Mehrheit der Zeitpunkte keinen signifikanten Unterschied zwischen den beobachteten und erwarteten Häufigkeiten der Tonlängen gab, $p > .05$. Die Chi-Quadrat-Anpassungstests für die Zeitpunkte t_1 , t_4 , t_{11} und t_{15} zeigten, dass signifikante Unterschiede zwischen den beobachteten und erwarteten Häufigkeiten bestanden, $p = < .05$. Die Effekte waren bei allen nur sehr gering (Cramers $V < .10$). Bei Betrachtung der hinteren Spalten der Tabelle werden die Abweichungen deutlich. Die erste Note in den Hooklines war im Verhältnis zu den anderen fünf Tonlängen häufiger eine Viertel und seltener eine Sechzehntel als erwartet wurde. Diese Abweichungen waren nach dem Binominaltest signifikant. Die vierte Note war im Vergleich zu den anderen fünf Tonlängen nach dem

Binominaltest signifikant häufiger eine punktierte Viertel als der Erwartungswert vorhergesagt hatte. Zu den Zeitpunkten t_{11} und t_{15} kamen im Verhältnis zu den anderen fünf Tonlängen häufiger Achtel und seltener Sechzehntel vor als erwartet wurde. Diese Abweichungen waren nach dem Binominaltest mit Ausnahme von der Abweichung der Achtel zum Zeitpunkt t_{15} signifikant. Durch die absoluten Häufigkeiten, die in Klammern unter den Abweichungen stehen, wird deutlich, dass zum Zeitpunkt t_{11} – trotz der signifikanten Abweichung der Viertel – der häufigste Notenwert eine Achtel war. Auch zum Zeitpunkt t_4 bedeutet die größte positive Abweichung der punktierten Viertel nicht, dass dieser Notenwert am häufigsten auftrat.

Tabelle 15

Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Tonlängen j nach (einer) Tonlängen i

Stufe(i)	n	χ^2	p	df	Abweichung der relativen Häufigkeiten: Beobachteter Wert – Erwartungswert (Stufe j)					
					S	A	AP	V	VP	H
S	495	696.74	< .001 ^{ac}	5	.43 (295)	-.26 (130)	.05 (52)	-.16 (11)	-.03 (3)	-.02 (4)
A	1681	166.75	< .001	5	-.09 (133)	.14 (1125)	-.02 (69)	-.02 (276)	0 (47)	-.01 (31)
AP	170	104.24	< .001 ^a	5	.08 (43)	-.12 (69)	.16 (38)	-.12 (12)	-.02 (2)	.01 (6)
V	557	214.02	< .001	5	-.13 (25)	-.11 (234)	-.02 (21)	.19 (211)	.03 (33)	.03 (33)
VP	98	78.33	< .001 ^{abc}	5	-.13 (4)	-.08 (44)	-.06 (0)	.13 (31)	.13 (16)	0 (3)
H	58	46.27	< .001 ^{abc}	5	-.14 (2)	-.09 (25)	-.02 (2)	.18 (21)	-.03 (0)	.11 (8)

Anmerkung. Die Werte, die durch eine fette Schriftstärke betont wurden, weichen nach einem Binominaltest signifikant von dem Erwartungswert ab; ^a Aufgrund von Zellwerten < 5 wurde die Monte-Carlo-Simulation angewendet; ^b Da ein Zellwert = 0 ist, kann das Ergebnis des Chi-Quadrat-Tests fehlerhaft sein; ^c Mehr als 20% der Werte < 5.

Als zweite Methode wurden die Übergangsmatrizen aller Zeitpunkte (t_1 bis t_{30}) zu einer Matrix zusammengefasst. Die resultierende Matrix beschrieb, wie häufig in den Hooklines nach einer bestimmten Tonlänge eine andere Tonlänge folgte. Durch einen zeilenweisen Vergleich von beobachteten und erwarteten Häufigkeiten wurde überprüft, ob die Auftrittshäufigkeit einer Tonlänge von der vorherigen Tonlänge beeinflusst wurde (siehe Tabelle 15). Die Ergebnisse

der Chi-Quadrat-Tests gelten nur für die Tonlängen S , A , AP , V , VP und H . Alle anderen Tonlängen wurden aufgrund zu geringer Auftrittshäufigkeiten von den Berechnungen ausgeschlossen. Auch die letzten Zeilen (VP und H) müssen kritisch gesehen werden.

Alle Chi-Quadrat-Anpassungstests der Tabelle 15 zeigten signifikante Unterschiede zwischen beobachteten und erwarteten Auftrittshäufigkeiten der Tonlängen, $p < .001$. Die hinteren Spalten verdeutlichen die Richtung der Unterschiede. Generell folgte nach einer bestimmten Tonlänge häufiger die gleiche Tonlänge als durch den Erwartungswert vermutet wurde. Diese Abweichungen waren nach Binominaltests signifikant. Nach einer Sechzehntel kam signifikant seltener eine Achtel oder eine Viertel vor als erwartet wurde. Am seltensten folgten punktierte Viertel und Halbe. Nach einer Achtel trat seltener eine Sechzehntel und nach einer punktierten Achtel seltener eine Achtel oder Viertel auf als erwartet wurde. Diese Abweichungen waren nach den Binominaltests signifikant. Auch wenn nach einer punktierten Achtel eine Achtel seltener als erwartet folgte, folgte die Achtel im Vergleich zu den anderen Noten immer noch am häufigsten. Auf Viertel folgten signifikant seltener Sechzehntel oder Achtel als durch den Erwartungswert vorhergesagt wurde. Trotz der negativen Abweichung folgte nach einer Viertel am häufigsten eine Achtel. Der Effekt des Chi-Quadrat-Anpassungstest für die Achtel war stark (Cramers $V = .52$). Alle anderen zeigten schwache Effekte (Cramers $V < .30$).

5.3 Markov-Ketten z-ter Ordnung

Dieses Kapitel beinhaltet die Ergebnisse zu den in Kapitel 4.4.3 beschriebenen Markov-Ketten höherer Ordnung für Tonfolgen und Tonlängen. Bei der Berechnung der Markov-Ketten höherer Ordnung, die keine Stationarität besitzen und demzufolge jeweils aus mehreren Übergangsmatrizen mit unterschiedlichen Übergangswahrscheinlichkeiten bestanden, wurden nur die Übergangsmatrizen von t_1 bis t_{30} beachtet. Der Grund dafür war, wie bei den Markov-Ketten erster Ordnung, die zu kleine Stichprobe ab t_{31} ($n < 30$). Die Markov-Ketten höherer Ordnung waren, wie die Markov-Ketten erster Ordnung, absorbierende Markov-Ketten mit dem absorbierenden Zustand E. Die Markov-Ketten waren, wie die Markov-Ketten erster Ordnung, reduzible und nicht ergodisch. Aufgrund der Betrachtung vergangener Zustände unterschieden sich die Markov-Ketten erster und zweiter bzw. dritter hinsichtlich der Startwahrscheinlichkeiten. Die Startwahrscheinlichkeiten der Markov-Ketten können dem Anhang H entnommen werden. Die Matrizen wurden nicht im Anhang aufgelistet, da die Übergangsmatrizen höherer Ordnung bei so vielen Zuständen sehr groß sind. Aus urheberrechtlichen Gründen wurden auch nicht die Rohdaten, aus denen die Markov-Ketten eigenständig berechnet werden könnten, in den Anhang eingefügt.

Für die Berechnung der Chi-Quadrat-Anpassungstests wurden für jede Markov-Kette die 29 Übergangsmatrizen zu einer Übergangsmatrix zusammengefasst. Die Ergebnisse zeigten, ob nach zwei bzw. drei bestimmten aufeinander folgenden Zuständen die Häufigkeiten der darauffolgenden Zustände signifikant vom Erwartungswert abwichen. Aufgrund der kleinen Stichprobe und Auftretishäufigkeiten von 0, konnten nur einige Kombinationen mit einem Chi-Quadrat-Anpassungstest überprüft werden. Die überprüften Kombinationen werden in den folgenden Kapiteln aufgelistet. Die Erwartungswerte stammten aus den Tabellen 10 und 13. Die Ergebnisse gelten nur für die Stufen ohne Zwischenstufen bzw. die Notenwerte *S*, *A*, *AP*, *V*, *VP* und *H*.

5.3.1 Markov-Kette zweiter und dritter Ordnung für Tonfolgen

Die Tabelle 16 auf der folgenden Seite zeigt bezüglich der Stufenkombinationen, die unter Beachtung der Testvoraussetzungen ausgewertet werden konnten, dass überwiegend signifikante Ergebnisse erzielt werden konnten. Beispielsweise folgte nach einem ersten Ton, der die Stufe I annahm, und einem zweiten Ton, der die Stufe I annahm, häufiger ein dritter Ton mit der Stufe I und seltener andere Stufe [II, VII] als erwartet wurde. Diese Abweichung war nach dem Binominaltest signifikant. Bezüglich aller Kombinationen, die überprüft werden konnten, wich nach zwei gleichen Stufen ein dritter Ton mit ebenfalls der gleichen Stufe am stärksten vom Erwartungswert in die positive Richtung ab. Die absoluten Häufigkeiten zeigen, dass nach zwei gleichen Stufen am häufigsten die Stufe, die ebenfalls den gleichen Wert hat, folgte.

Nach den Ergebnissen in Kapitel 5.2.1 (Tabelle 12) könnte vermutet werden, dass – unabhängig von der Stufe des ersten Tons – auf einen zweiten Ton mit einer bestimmten Stufe ein dritter Ton mit der gleichen Stufe am stärksten vom Erwartungswert in die positive Richtung abweicht. Diese Vermutung war nicht bei jeder Stufe der Fall. Beispielsweise wich nach einem ersten Ton, der die erste Stufe I annahm, und einem zweiten Ton, der die Stufe II annahm, die Stufe III als dritter Ton am stärksten vom Erwartungswert in die positive Richtung ab. Die Stufe III folgte am häufigsten auf die Stufenkombination [I → II]. Bei einer Unabhängigkeit von der ersten Stufe, hätte vermutet werden können, dass die Stufe II und nicht die Stufe III am häufigsten vorkommt. Die Stufenkombination [I → II → III] entspricht einer aufsteigenden Tonleiter. Auch bei einer absteigenden Tonleiter mit der Stufenkombination [III → II → I] wurde dies beobachtet. Weitere auffällige Stufenkombination waren die Kombinationen [II → I → II], [V → II → I], [V → VI → V] und [VI → V → VI]. Die Chi-Quadrat-Anpassungstests für die Stufenkombinationen [V → V] und [VI → VI] zeigten mittlere Effektstärken ($.30 < \text{Cramers } V < .50$). Alle anderen zeigten schwache Effektstärken (Cramers $V < .30$).

Tabelle 16

Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Stufen j nach (zwei) Stufen i

Stufe(i)	n	χ^2	p	df	Abweichung der relativen Häufigkeiten: Beobachteter Wert – Erwartungswert (Stufe j)						
					I	II	III	IV	V	VI	VII
I → I	201	197.33	< .001 ^a	6	.36 (112)	-.01 (30)	-.15 (10)	-.06 (2)	-.09 (6)	-.10 (13)	-.05 (28)
I → II	116	31.056	< .001 ^a	6	.08 (32)	.02 (21)	.14 (39)	-.05 (3)	-.05 (8)	-.10 (7)	-.04 (6)
I → III	65	28.246	< .001 ^{ab}	6	-.13 (4)	.04 (13)	.22 (27)	.02 (6)	-.01 (7)	-.05 (7)	-.08 (1)
II → I	151	36.742	< .001 ^a	6	-.02 (27)	.14 (46)	-.02 (26)	-.05 (4)	-.07 (7)	-.04 (19)	.06 (22)
II → II	135	85.275	< .001 ^{ab}	6	0 (27)	.27 (58)	.02 (29)	-.03 (6)	-.09 (4)	-.11 (7)	-.06 (4)
II → III	112	58.959	< .001 ^{ab}	6	-.05 (16)	.10 (30)	.12 (35)	.11 (20)	-.05 (8)	-.14 (2)	-.08 (1)
II → V	24	2.7595	.84 ^{ab}	6	-.03	.05	.01	-.03	-.04	-.04	.08
III → I	66	9.66	.14	6	.02	.03	-.04	0	-.04	-.06	.09
III → II	169	93.868	< .001 ^{ab}	6	.25 (75)	.03 (32)	.04 (40)	-.03 (7)	-.10 (4)	-.12 (7)	-.07 (4)
III → III	204	99.049	< .001	6	-.09 (22)	.11 (56)	.21 (82)	0 (15)	-.05 (15)	-.12 (8)	-.06 (6)
III → V	65	28.05	< .001 ^{ab}	6	-.13 (4)	-.09 (5)	.07 (17)	-.01 (4)	.11 (15)	.13 (19)	-.08 (1)
III → VI	33	8.714	.18 ^{ab}	6	-.01	-.13	.11	.02	.09	-.04	-.03
IV → II	12	6.271	.40 ^{ab}	6	.22	-.08	-.11	.09	-.04	-.08	-.01
V → I	35	9.084	.18 ^{ab}	6	.06	.04	-.14	-.02	.05	-.08	.08
V → II	26	15.99	< .05 ^{ab}	6	.23 (11)	-.01 (4)	-.16 (1)	-.03 (1)	0 (3)	-.12 (1)	.10 (5)
V → V	103	153.97	< .001 ^a	6	-.16 (4)	-.11 (5)	-.02 (18)	.01 (9)	.39 (52)	-.07 (10)	-.04 (5)
V → VI	79	37.778	< .001 ^{ab}	6	-.07 (10)	-.13 (3)	-.07 (10)	-.02 (4)	.18 (24)	.05 (17)	.05 (11)
VI → III	51	10.986	.08 ^{ab}	6	0	.07	.12	.01	-.06	-.06	-.07
VI → V	88	48.89	< .001 ^{ab}	6	-.11 (8)	-.13 (3)	.07 (23)	-.03 (4)	.07 (17)	.20 (32)	-.08 (1)
VI → VI	178	227.08	< .001 ^a	6	-.09 (19)	-.12 (8)	-.15 (9)	-.07 (1)	.07 (33)	.39 (98)	-.03 (10)

Anmerkung. Die Werte, die durch eine fette Schriftstärke betont wurden, weichen nach einem Binominaltest signifikant von dem Erwartungswert ab; ^a Aufgrund von Zellwerten < 5 wurde die Monte-Carlo-Simulation angewendet; ^b Mehr als 20% der Werte < 5.

Bei der Auswertung der Markov-Kette dritter Ordnung für Tonfolgen konnten insgesamt nur zehn Kombinationen betrachtet werden, da alle anderen möglichen Stufenkombinationen Zellwerte von 0 beinhalteten. Die Ergebnisse der Kombinationen in Tabelle 17 sollten kritisch betrachtet werden. Von den zehn Kombinationen besaßen alle Kombinationen Zellwerte mit mehr als $20\% < 5$.

Tabelle 17

Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Stufen j nach (drei) Stufen i

Stufe(i)	n	χ^2	p	df	Abweichung der relativen Häufigkeiten: Beobachteter Wert – Erwartungswert (Stufe j)						
					I	II	III	IV	V	VI	VII
I → I → I	107	132.36	< .001	6	.41 (65)	.01 (19)	-.14 (6)	-.06 (1)	-.11 (1)	-.13 (3)	.02 (12)
I → I → II	27	6.997	.32	6	-.05	.02	.17	-.04	-.05	-.09	.02
I → II → II	18	7.925	.24	6	.03	.23	-.08	-.02	-.01	-.11	-.03
II → II → II	56	58.203	< .001	6	.04 (13)	.35 (29)	-.07 (7)	-.04 (2)	-.10 (1)	-.11 (3)	-.07 (1)
II → II → III	27	7.273	.30	6	-.05	-.02	.17	.04	-.01	-.09	-.05
III → II → I	71	14.871	< .05	6	.04 (17)	.13 (21)	.02 (15)	-.03 (3)	-.08 (3)	-.05 (8)	-.03 (4)
III → III → III	78	45.488	< .001	6	-.12 (6)	.14 (24)	.20 (31)	.02 (7)	-.06 (5)	-.14 (2)	-.05 (3)
VI → I → III	11	7.126	.31	6	-.11	-.07	-.01	.20	-.03	.02	0
VI → III → III	16	6.202	.40	6	-.07	-.10	.12	.11	-.06	-.04	.03
VI → V → VI	26	20.119	< .05	6	-.12 (2)	-.12 (1)	0 (5)	0 (2)	.26 (10)	-.05 (3)	.02 (3)

Anmerkung. Die Werte, die durch eine fette Schriftstärke betont wurden, weichen nach einem Binominaltest signifikant von dem Erwartungswert ab; alle Stufen (i) haben mehr als 20% der Wert < 5 ; aufgrund von Zellwerten < 5 wurde die Monte-Carlo-Simulation bei allen Tests angewendet.

Mithilfe der Chi-Quadrat-Anpassungstests konnten bei insgesamt fünf Stufenkombinationen signifikante Abweichungen zwischen den beobachteten und erwarteten Häufigkeiten identifiziert werden. Nach drei Tönen, die alle die Stufe I annehmen, folgte häufiger die Stufe I als erwartet wurde. Gleiche Aussage betrifft die Stufenkombination [II → II → II → II] und [III → III → III → III]. Weitere interessante Ergebnisse waren bei den Stufenkombinationen [III → II → I → II] und [VI → V → VI → V] vorzufinden. Die Auswertungen zeigten, dass eine

Berechnung von Markov-Ketten höherer Ordnung aufgrund zu geringer Häufigkeiten in dieser Forschungsarbeit nicht sinnvoll ist. Die Kombination [I → I → I] zeigte eine mittlere Effektstärke (Cramers $V = .31$). Die Effektstärken der anderen Chi-Quadrat-Anpassungstests konnten als schwach interpretiert werden (Cramers $V < .30$).

5.3.2 Markov-Kette zweiter und dritter Ordnung für Tonlängen

In den Markov-Ketten zweiter Ordnung für Tonlängen gab es insgesamt acht Kombinationen, die keine Zellwerte von 0 beinhalteten und ausgewertet werden konnten. Die Chi-Quadrat-Anpassungstests in Tabelle 18 zeigten ausschließlich signifikante Unterschiede zwischen den beobachteten und erwarteten Häufigkeiten.

Tabelle 18

Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Tonlängen j nach (zwei) Tonlängen i

Stufe(i)	n	χ^2	p	df	Abweichung der relativen Häufigkeiten: Beobachteter Wert – Erwartungswert (Stufe j)					
					S	A	AP	V	VP	H
$S \rightarrow S$	277	395.71	< .001 ^{ab}	5	.44 (170)	-.22 (86)	-.02 (12)	-.16 (7)	-.03 (1)	-.02 (1)
$S \rightarrow AP$	47	16.382	< .05 ^{ab}	5	.17 (16)	.05 (27)	-.04 (1)	-.16 (1)	-.01 (1)	-.01 (1)
$A \rightarrow A$	1064	140.7	< .001	5	-.10 (71)	.15 (724)	-.03 (29)	0 (198)	-.01 (21)	-.01 (21)
$A \rightarrow V$	227	53.897	< .001	5	-.10 (15)	-.06 (105)	-.02 (9)	.16 (78)	0 (8)	.03 (12)
$AP \rightarrow V$	42	58.731	< .001 ^{ab}	5	.19 (15)	-.29 (10)	.23 (12)	-.16 (1)	.02 (2)	.02 (2)
$AP \rightarrow AP$	33	16.239	< .05 ^{ab}	5	-.11 (2)	.02 (18)	.15 (7)	-.06 (4)	0 (1)	0 (1)
$V \rightarrow A$	219	42.735	< .001 ^a	5	-.14 (7)	.17 (153)	-.03 (6)	-.01 (39)	.01 (10)	-.01 (4)
$V \rightarrow V$	195	117.89	< .001 ^a	5	-.17 (1)	-.13 (77)	-.01 (9)	.23 (82)	.02 (11)	.05 (15)

Anmerkung. Die Werte, die durch eine fette Schriftstärke betont wurden, weichen nach einem Binominaltest signifikant von dem Erwartungswert ab; ^a Aufgrund von Zellwerten < 5 wurde die Monte-Carlo-Simulation angewendet; ^b Mehr als 20% der Werte < 5.

Auffällig war, dass nach zwei aufeinanderfolgenden Sechzehntel häufiger eine Sechzehntel und seltener eine Achtel oder Viertel folgte als erwartet wurde. Diese Abweichungen waren nach den Binominaltests signifikant. Ähnliches gilt für Achtel, punktierte Achtel und Viertel. Nach zwei Achtelnoten bzw. zwei punktierten Achtelnoten bzw. zwei Viertelnoten folgte signifikant häufiger eine Achtel bzw. eine punktierte Achtel bzw. eine Viertel als durch den Erwartungswert vorhergesagt wurde. Eine weitere auffällige Kombination war $[S \rightarrow AP \rightarrow S]$. Nach einer Achtel und einer Viertel folgte am häufigsten eine Achtel. Mit der größten positiven Abweichung vom Erwartungswert folgte auf eine Achtel und eine Viertel eine Viertel. Nach einer punktierten Achtel und einer Viertel folgte mit der größten positiven Abweichung wieder eine punktierte Achtel. Am häufigsten kam nach dieser Kombination eine Sechzehntel.

In dieser Forschungsarbeit konnten bezüglich der Markov-Kette dritter Ordnung für Tonlängen nur vier Kombinationen ausgewertet werden. Alle anderen Kombinationen kamen zu selten vor, um aussagekräftige Ergebnisse publizieren zu können. Alle vier Chi-Quadrat-Tests in Tabelle 19 zeigten signifikante Unterschiede zwischen den beobachteten und erwarteten Häufigkeiten. Auch diese Ergebnisse müssen, wie die Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für die Kombination von drei Tonfolgen, aufgrund von vielen Zellwerten < 5 kritisch betrachtet werden. Auffällige Kombinationen waren $[S \rightarrow AP \rightarrow S \rightarrow S]$, $[A \rightarrow A \rightarrow V \rightarrow V]$ und $[A \rightarrow A \rightarrow V \rightarrow V]$. Alle Effektstärken der Markov-Ketten zweiter und dritter Ordnung sind als schwach zu interpretieren (Cramers $V < .30$).

Tabelle 19

Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Tonlängen j nach (drei) Tonlängen i

Stufe(i)	n	χ^2	p	df	Abweichung der relativen Häufigkeiten: Beobachteter Wert – Erwartungswert (Stufe j)					
					S	A	AP	V	VP	H
$S \rightarrow AP \rightarrow S$	13	20.821	$< .05^{ab}$	5	.29 (6)	-.45 (1)	.17 (3)	-.11 (1)	.04 (1)	.05 (1)
$A \rightarrow A \rightarrow A$	447	60.406	$< .001$	5	-.10 (32)	.17 (310)	-.03 (14)	-.02 (73)	-.02 (7)	0 (11)
$A \rightarrow A \rightarrow V$	106	19.294	$< .05^{ab}$	5	-.08 (10)	-.03 (53)	-.03 (3)	.09 (29)	0 (3)	.05 (8)
$A \rightarrow V \rightarrow V$	45	23.729	$< .05^{ab}$	5	-.15 (1)	-.13 (18)	-.01 (2)	.24 (19)	.01 (2)	.04 (3)

Anmerkung. Die Werte, die durch eine fette Schriftstärke betont wurden, weichen nach einem Binominaltest signifikant von dem Erwartungswert ab; ^a Aufgrund von Zellwerten < 5 wurde die Monte-Carlo-Simulation angewendet; ^b Mehr als 20% der Werte < 5 .

6 Algorithmische Komposition

Nach der Auswertung wurden die Markov-Ketten in Rahmen der vorliegenden Arbeit angewendet. Mithilfe eines Simulators in *RStudio* wurden die Markov-Ketten erster und zweiter Ordnung mehrfach durchlaufen. Jedes Durchlaufen einer Markov-Kette führte zu einer Hookline. Als Urheber der Hookline kann der Computer angesehen werden. Dementsprechend sind die folgenden algorithmischen Kompositionen die ersten Hooklines, die von einem Computer explizit als Hooklines komponiert wurden. Bei der Komposition wurden zunächst die Markov-Ketten für Tonfolgen durchlaufen. Im zweiten Schritt wurden mithilfe der Markov-Ketten für Tonlängen die Notenwerte der Hooklines angepasst. Die ersten Hooklines *A* und *B* entstanden anhand der Markov-Ketten erster Ordnung. Die Hooklines *C* und *D* wurden mithilfe der Markov-Ketten zweiter Ordnung komponiert. Die Ausgabe des Computers war eine numerische Stufen- und Tonlängenabfolge.



Abbildung 18. Hookline A



Abbildung 17. Hookline B

Für die Hookline A wurde die Abfolge in G-Dur übersetzt und notiert. Die Hookline B wurde in A-Dur notiert. Die Entscheidung für die Tonarten fiel nach eigenem Geschmack. Beide Hooklines hören sich nach der Meinung der Autorin nicht wie eine Hookline eines bereits veröffentlichten Songs der Stichprobe an. Das Ziel, die Hooklines erfolgreicher Popsongs als Vorbild zu nehmen, ohne eine Kopie zu erhalten, wurde erreicht. Trotzdem kommen einige Stufenkombinationen der Hooklines auch in der Stichprobe vor. Beispielsweise sind die ersten drei Stufen der Hookline A in derselben Reihenfolge in der Hookline des Songs „Jubel“ von *Klingande* enthalten. Die Abfolge der ersten vier Stufen kommt in den Hooklines der Songs „No Limit“ von *2 Unlimited* und „Upside Down“ von *Diana Ross* vor. Die letzten vier Stufen der Hookline A sind in der derselben Reihenfolge in der Hookline von *Bausas* Song „Was du Liebe nennst“ vorhanden. Die Abfolge der ersten drei bzw. vier Stufen der Hookline B sind

Teil einer absteigenden Tonleiter und in mehreren Hooklines vorzufinden: „This Is The Life“ von *Amy Macdonald*, „Roller“ von *Apache 207* und „More Than You Know“ von *Axwell A Ingrosso*. Im hinteren Teil der Hookline B wiederholt sich drei Mal die dritte Stufe. Diese Stufenkombination ist auch in der Hookline des Songs von *Bausa* vorzufinden. In der Hookline des Songs von *Axwell A Ingrosso* kommt die Wiederholung der dritten Stufe zwei Mal vor. Da die Hookline B Teile anderer Hooklines enthält, kann behauptet werden, dass die Komposition des Computers im Stil von beispielsweise *Axwell A Ingrosso* ist. Die Pausenzeichen, die in die Hookline B und später in die Hooklines C und D eingefügt wurden, wurden im Nachhinein und nicht durch den Computer eingebaut. Bei den Berechnungen dieser Arbeit wurden keine Pausenzeichen beachtet.

In beiden Hooklines können Muster, die in Kapitel 5 gefunden wurden, entdeckt werden. In der Hookline A sind die Stufenkombinationen [I → I], [III → III] und [III → II → I] vorzufinden. In der Hookline B kommen die Kombinationen [II → I → II], [III → III → III → III] und [VI → VI] vor. In beiden Hooklines werden häufig, wie erwartet, mehrere Achtelnoten hintereinander gespielt.



Abbildung 20. Hookline C

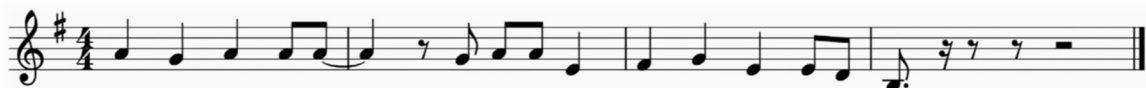


Abbildung 19. Hookline D

Die Hookline C wurde in C-Dur belassen und die Hookline D in G-Dur notiert. Keiner der Hooklines hört sich nach Meinung der Autorin wie eine Hookline der Stichprobe an. Auch bei dem Durchlaufen der Markov-Ketten zweiter Ordnung konnte das Ziel, keine Kopie einer anderen Hookline zu erstellen, erreicht werden. Die ersten fünf aufeinanderfolgenden Stufen der Hookline D kommen in derselben Reihenfolge am Anfang der Hookline von „My Heart will go on“, dem Song der Künstlerin *Celine Dion*, vor. Die ersten drei Stufen werden in derselben Reihenfolge in den Hooklines der Songs „Blue (Da Ba Dee)“ von *Eiffel 65* und „Lemon Tree“ von *Fools Garden* gespielt. Der mittlere Teil der Hookline C [I → VI → III → I] wird mehrfach in „Mr. Saxobeat“ von *Alexandra Stan* wiederholt. Die ersten sechs Stufen der Hookline D kommen in derselben Reihenfolge in der Hookline des Songs „One Day / Reckoning Song

(Wankelmut Rmx)“ von Asaf Avidan vor. Die Stufenkombination $[VI \rightarrow VII \rightarrow I \rightarrow VI \rightarrow VI]$, die in der Hookline *D* zu finden ist, wird auch in der Hookline des Songs „This Is The Life“ von *Amy Macdonald* verwendet.

Die beiden Hooklines C und D beinhalten Muster, die in Kapitel 5 gefunden wurden. In der Hookline C kommen die Stufenkombinationen $[I \rightarrow I]$, $[V \rightarrow V]$ und $[VI \rightarrow VI]$ vor. In der Hookline D werden die Kombinationen $[II \rightarrow I \rightarrow II]$, $[II \rightarrow II \rightarrow II]$ und $[VI \rightarrow VI]$ gespielt. In beiden Hooklines folgen des Häufigeren Achtel und Viertel aufeinander. Zusammenfassend konnten die Muster, die in Kapitel 5 genannt wurden, in den vom Computer eigenständig komponierten Hooklines wiedergefunden werden. Der Forschungsfrage F3 kann zugestimmt werden. Die Markov-Ketten dritter Ordnung konnten aufgrund zu geringer Rechenleistung nicht durchlaufen werden. Dies verdeutlicht die Problematik der Markov-Ketten höherer Ordnung. Die Datenmenge steigt exponentiell an.

7 Diskussion und Fazit

In Kapitel 7.1 werden die Ergebnisse zusammengefasst, diskutiert und interpretiert. Danach folgen in Kapitel 7.2 Kritik an der methodischen Vorgehensweise und Verbesserungsvorschläge. In Kapitel 7.3 wird ein Fazit gezogen und ein Ausblick für zukünftige Forschungsarbeiten gegeben.

7.1 Ergebniszusammenfassung und -diskussion

Durch die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit kann stark vermutet werden, dass Muster bezüglich der Reihenfolgen der Töne und Tonlängen in den Hooklines erfolgreicher Popsongs vorhanden sind. Die Töne und Tonlängen werden von den Songwriter*innen und Komponist*innen anscheinend nicht nach dem Zufallsprinzip gewählt. Bei der Betrachtung von zwei aufeinanderfolgenden Tönen folgte auf eine bestimmte Stufe insbesondere die gleiche Stufe. In der Regel wurden naheliegende Stufen eher gewählt als entfernte Stufen. Wenn drei aufeinanderfolgende Töne betrachtet werden, fällt auf, dass bezüglich der Stufen I, III, V und VI nach zwei gleichen Stufen wieder die gleiche Stufe vorkam. Zusätzlich stützten die Ergebnisse die Vermutung, dass die Tonleiterkombination $[I \rightarrow II \rightarrow III]$ und ein Wechsel zwischen den zwei Tönen $[II \rightarrow I \rightarrow II]$ gerne verwendet werden. Bei der Betrachtung von vier aufeinanderfolgenden Tönen fiel ebenfalls auf, dass nach drei gleichen Stufen eine weitere gleiche Stufe folgte. Allerdings sollten diese Kombinationen und alle anderen Kombinationen von drei oder vier Stufen nochmals in einer Forschungsarbeit überprüft werden. Die Kombinationen kamen in dem Datensatz zu wenig vor, um starke Aussagen zu treffen.

Bezüglich zwei aufeinanderfolgenden Tonlängen fiel auf, dass nach einer Achtel meist wieder eine Achtel folgte. Nach einer punktierten Achtel kam am häufigsten eine Achtel und unerwartet häufig eine punktierte Achtel vor. Auf eine Viertel folgte ebenfalls am häufigsten eine Achtel. Unerwartet häufig kam nach einer Viertel wieder eine Viertel. Bei Betrachtung von drei aufeinanderfolgenden Tonlängen fielen die Kombinationen $[A \rightarrow A \rightarrow A]$, $[V \rightarrow A \rightarrow A]$ und $[V \rightarrow V \rightarrow V]$ auf. Nach einer Achtel und einer Viertel folgte am häufigsten eine Achtel und unerwartet häufig eine Viertel. Wenn vier aufeinanderfolgende Tonlängen betrachtet werden, kann nur eine Aussage über die Kombination $[A \rightarrow A \rightarrow A]$ getroffen werden. Nach dieser Kombination folgte insbesondere eine Achtel. Alle weiteren Kombinationen von zwei, drei oder vier Tonlängen kamen zu selten vor, um an dieser Stelle aussagekräftige Behauptungen aufzustellen. Tendenzen sind in den Tabellen des Ergebnisteils ersichtlich. Zusätzlich wurde bezüglich der Tonfolgen und Tonlängen getestet, ob zu einem bestimmten Zeitpunkt eine Stufe

oder eine Tonlänge häufiger auftrat als erwartet wurde. Dies war meist nicht der Fall. Auffällig war, dass viele der Hooklines mit der dritten Stufe begonnen haben und zu einigen wenigen Zeitpunkten eine Tonlänge häufiger auftrat als erwartet wurde.

Zusammenfassend konnten bereits einige Muster in den Melodie-Hooklines der Popsongs, die in Deutschland von 1978 bis 2019 erfolgreich waren, erkannt werden. Die Forschungsfragen *F1a* und *F2a* können auf Grundlage der Ergebnisse mit hoher Wahrscheinlichkeit bejaht werden. Forschungsfrage *F3* konnte zugestimmt werden. Zukünftige Forschungsarbeiten sollten sich diesem Thema nochmals annehmen und die Ergebnisse mit einer viel größeren Stichprobe prüfen. Außerdem sollten die fehlenden Kombinationen, die aufgrund kleiner Zellwerte nicht getestet werden konnten, erforscht werden. Eventuell sind Kombinationen, wie der Wechsel zwischen [II → I → II], auf andere Stufen übertragbar.

Es muss angemerkt werden, dass die hier entdeckten Muster nicht automatisch zu dem Erfolg eines Songs führen. Dieser Zusammenhang wurde nicht überprüft. Da nach Kramarz Hooklines ein Erfolgs-Faktor sind, kann nur vermutet werden, dass die entdeckten Muster für den Erfolg eines Songs förderlich sind.²³⁹ Allerdings könnten die entdeckten Muster auch in den Hooklines unerfolgreichen Songs vorkommen. Ein Vergleich zwischen erfolgreichen und unerfolgreichen Songs wurde nicht gezogen. Zudem kann der Erfolg der Songs auch durch andere Faktoren zu Stande kommen. Beispielsweise könnte eine gute Marketingstrategie einen Einfluss auf den Songerfolg haben.

7.2 Methodenkritik

Bezüglich der methodischen Vorgehensweise können ein paar Aspekte kritisiert und in zukünftigen Arbeiten vermieden werden. Der erste Kritikpunkt bezieht sich auf die soeben erwähnte Problematik: die Größe der Stichprobe. In zukünftigen Arbeiten sollte mit deutlich mehr als 202 Hooklines geforscht werden. Die Problematik der kleinen Stichprobe kam durch die begrenzte Bearbeitungszeit einer Masterarbeit zu Stande.

Zur Bestimmung der Hookline eines erfolgreichen Popsongs wurde davon ausgegangen, dass die Anzahl der Wiederholungen eines Songteils als angemessenes Kriterium verwendet werden kann. Diese Vermutung, die in Kapitel 2.3 begründet wurde, soll an dieser Stelle nicht revidiert werden. Allerdings ist die Wiederholung eine indirekte Messvariable zur Bestimmung der Hookline. Die direkte Variable nach Definition der Hookline wäre die Messung der „Eingängigkeit“ eines Songteils. Prinzipiell sollte die Messung einer direkten Variablen der Messung einer indirekten Variablen vorgezogen werden. In dieser Forschungsarbeit wurde von der

²³⁹ Vgl. Kramarz (2014), S. 152.

Messung dieser direkten Variablen aus mehreren Gründen abgesehen. Die „Eingängigkeit“ ist generell eine latente Variable und demzufolge schwer messbar. Eine mögliche Messmethode wäre eine Umfrage, in der viele Teilnehmer*innen die Songs der Stichprobe anhören und nach einer bestimmten Zeit gefragt werden, welcher Songteil im Gedächtnis hängen geblieben ist. Eine solche zusätzliche Umfrage hätte ebenfalls den zeitlichen Rahmen der Masterarbeit gesprengt und wäre während der Coronavirus-Pandemie erschwert umsetzbar gewesen. In zukünftigen Forschungsarbeiten sollte die Bestimmung der Hookline durch die Messung der direkten Variablen in Form einer Umfrage präferiert werden. Alternativ kann auch eine Technologie zur Entdeckung der Hookline entwickelt werden. Ullrich et al. haben sich bereits mit der automatisierten Strukturentdeckung in Songs beschäftigt.²⁴⁰

Ein dritter Kritikpunkt betrifft die Stichprobe. Die Stichprobe umfasst Songs aus mehr als 40 Jahren. In dieser Zeitspanne hat sich die Musikbranche stark verändert. Neben technologischen Fortschritten in der Musikproduktion haben sich Musiktrends verschoben. Es ist fraglich ob diese Veränderungen Auswirkungen auf die Form der Hooklines haben. Eventuell zeigen Hooklines aus den 1980er im Vergleich zu Hooklines aus den 2010er Jahren signifikante Unterschiede bezüglich Tonfolgen und Tonlängen. Wenn dies der Fall wäre, ist es fraglich, ob die Hooklines undifferenziert betrachtet werden können. In zukünftigen Forschungsarbeiten sollte im Voraus geklärt werden, ob und inwiefern Unterschiede zwischen Hooklines aus mehreren Jahrzehnten vorliegen. Eventuell ist es sinnvoll, dass die Stichprobe nur aus derzeit erfolgreichen Popsongs besteht. Wenn die Ergebnisse auf eine Komposition angewendet werden, soll der fertige Song jetzt und nicht in den 1980er Jahren erfolgreich werden. Zusätzlich fällt in Abbildung 12 auf, dass die Stichprobe viele Songs der letzten Jahre und aus den 80er Jahren enthält. Zwischen den Zeiträumen wurden weniger Songs in die Stichprobe aufgenommen. Dies müsste nicht zu einer erheblichen Verzerrung der Ergebnisse geführt haben, weil trotzdem alle Songs das Kriterium „sehr erfolgreich“ erfüllen.

Des Weiteren kann kritisiert werden, dass die Tonfolgen und Reihenfolgen der Tonlängen differenziert in unterschiedlichen Markov-Ketten betrachtet wurden. Zukünftige Arbeit könnten einen Schritt weiter gehen und mithilfe von verdeckten Markov-Ketten (sog. hidden markov chains) die zwei Faktoren verbinden.

²⁴⁰ Vgl. hierzu Ullrich/Schlüter/Grill (2014).

7.3 Fazit und Ausblick

Trotz der methodischen Kritik können die hier entdeckten Muster als Vorbild und Orientierung bei der Musikproduktion dienen. Die Markov-Ketten können Songwriterinnen und Songwriter bei der Komposition einer Hookline helfen. Das Kapitel 6 hat gezeigt, dass das Durchlaufen der Markov-Ketten zu interessanten Hooklines führen kann. Die Autorin empfiehlt, die Markov-Ketten am Anfang einer Komposition zu nutzen und die Resultate danach durch eine besondere Instrumentation, Artikulation und Interpretation nach eigenem Geschmack anzupassen. Zudem kann auf Basis der Markov-Ketten eine KI entwickelt werden. Aufgrund der kleinen Stichprobe sollte diese KI durch weitere Beispiele, die exemplarisch für Hooklines erfolgreicher Songs stehen, angelernt werden.

Insgesamt ist die Mustererkennung in der (Pop-)Musik ein interessantes Forschungsgebiet, welches weiter ausgebaut werden sollte. Die vorliegende Arbeit bietet eine erste Grundlage für die Mustererkennung in den Hooklines von Popsongs. Zusätzlich wurden durch die Forschungsarbeit einige generelle Informationen über Hooklines bekannt. Auf dieser Informationslage kann weiter geforscht werden. Neben der Replikation der Forschungsarbeit mit einer größeren Stichprobe können folgende Forschungsfragen im Interesse zukünftiger Arbeiten stehen: Zeigen Hooklines erfolgreicher und unerfolgreicher Songs Unterschiede bezüglich der Aufeinanderfolge von Tönen und Tonlängen? Können die Hooklines, die durch eine KI mithilfe der vorliegenden Ergebnisse komponiert wurden, eine gute Chartplatzierung erreichen? Besteht ein Zusammenhang zwischen der Hooklines und dem Erfolg eines Songs? Welche Artikulationsformen und Instrumentationen sind in den Hooklines erfolgreicher Popsongs vorhanden? Welche Dynamik wird in den Hooklines erfolgreicher Popsongs bevorzugt? etc.

Literaturverzeichnis

Adorno, Theodor W. (2007): On popular music. In: Storey, John (Hrsg.), *Cultural theory and popular culture. A reader*, 3. Auflage [Nachdruck], 73-84, Harlow: Pearson/Prentice Hall.

AIVA Technologie SARL (o. J.): Aiva, unter: <https://www.youtube.com/channel/UCykV-ChITx5kqBoGkz8iZg> (abgerufen am: 16.04.2021).

Amper Music (o. J.): Our Music, unter: <https://www.ampermusic.com/music/> (abgerufen am: 15.04.2021).

Appen, Ralf von/Frei-Hauenschild, Markus (2012): AABA, Refrain, Chorus, Bridge, PreChorus. Songformen und ihre historische Entwicklung. In: Helms, Dietrich/Phleps, Thomas (Hrsg.), *Black Box Pop. Analysen populärer Musik*, S. 57–124, Bielefeld: Transcript.

Bach, Kristina (2013): Atemlos durch die Nacht. In: *Farbenspiel (Audio CD)*, Track 5.

Backhaus, Klaus/Erichson, Bernd/Plinke, Wulff/Weiber, Rolf (2016): *Multivariate Analysemethoden*, 14. Auflage, Berlin/Heidelberg: Springer.

Baier, Daniel/Brusch, Michael (2009): Erfassung von Kundenpräferenzen für Produkte und Dienstleistungen. In: Baier, Daniel/Brusch, Michael (Hrsg.), *Conjointanalyse. Methoden, Anwendungen, Praxisbeispiele*, S. 3–17, Berlin/Heidelberg: Springer.

Barreau, Pierre (2018): How AI could compose a personalized soundtrack to your life, unter: <https://www.youtube.com/watch?v=wYb3Wimn01s> (abgerufen am: 26.04.2021).

Bas, Esra (2020): *Einführung in Wahrscheinlichkeitsrechnung, Statistik und Stochastische Prozesse*, Wiesbaden: Springer Vieweg.

Beaman, Philip/Williams, Tim I. (2010): Earworms (stuck song syndrome). Towards a natural history of intrusive thoughts. In: *British journal of psychology*, 101, Band 4: S. 637–653.

Belolo, Henri/Morali, Jacques, Willis, Victor, Village People (1978): Y.M.C.A. In: *Cruisin' (Audio CD)*, Track 1.

Bezdek, James C. (1981): *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*, Boston: Springer US.

- Billboard Staff (2015): 25 Best Catchy Songs of All Time. Pop Hooks That Won't Let Go, unter: <https://www.billboard.com/articles/columns/pop-shop/6731053/greatest-catchiest-pop-hooks-ever> (abgerufen am: 20.04.2021).
- Blüher, Romy/Pahl, Sabine (2007): Der "Mere-Exposure"-Effekt und die Wahl von Produkten. In: *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 38, Band 3: S. 209–215.
- Bortz, Jürgen/Schuster, Christof (2010): *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*, 7. Auflage, Berlin/Heidelberg: Springer.
- Bowles, Edmund A. (1979): Musicke's Handmaidens. Or Technology in the Service of the Arts. In: Lincoln, Harry B. (Hrsg.), *The computer and music*, 3. Auflage, S. 3–22, Ithaca/London: Cornell University Press.
- Brémaud (2020): *Markov Chains. Gibbs Fields, Monte Carlo Simulation and Queues*, 2. Auflage, Basel: Springer International Publishing.
- Bronder, Thomas (2020): *Spiel, Zufall und Kommerz. Theorie und Praxis des Spiels um Geld zwischen Mathematik, Recht und Realität*, 2. Auflage, Berlin: Springer.
- Bundesverband Musikindustrie e.V. (o. J.a): Über den Echo, unter: <https://echopop-archiv.de/uber-den-echo/> (abgerufen am: 15.04.2021).
- Bundesverband Musikindustrie e.V. (o. J.b): Die Offiziellen Deutschen Charts, unter: <https://www.musikindustrie.de/markt-bestseller/offizielle-deutsche-charts> (abgerufen am: 21.04.2021).
- Bundesverband Musikindustrie e.V. (2012): Musik im digitalen Wandel. Eine Bilanz aus zehn Jahren Brennerstudie, unter: https://www.musikindustrie.de/fileadmin/bvmi/upload/06_Publikationen/DCN_Brenner/kompodium-musik-im-digitalen-wandel.pdf (abgerufen am: 16.04.2021).
- Bundesverband Musikindustrie e.V. (2019): Musikindustrie in Zahlen. Das Jahrbuch des BVMI, unter: https://www.musikindustrie.de/fileadmin/bvmi/upload/06_Publikationen/MiZ_Jahrbuch/2019/Musikindustrie_in_Zahlen_2019_ePaper.pdf (abgerufen am: 21.04.2021).

- Burgoyne, John A./Bountouridis, Dimitrios/van Balen, Jan/Honing, Henkjan (2013): Hooked: a game for discovering what makes music catchy. In: *Proceedings of the 14th International Society for Music Information Retrieval*.
- Burns, Gary (1987): A typology of ‘hooks’ in popular records. In: *Popular Music*, 6, Band 1: S. 1–20.
- Chartsurfer (o. J.): Auswertung-Info, unter: <https://www.chartsurfer.de/auswertung-info> (abgerufen am: 24.04.2021).
- Cohen, Jack (1988): *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, 2. Auflage, Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Covach, John (2005): Form in Rock Music. A Primer. In: Stein, Deborah J. (Hrsg.), *Engaging music. Essays in music analysis*, S. 65–76, New York: Oxford University Press.
- Ebbinghaus, Hermann (1885): *Über das Gedächtnis. Untersuchungen zur experimentellen Psychologie*, Leipzig: von Duncker & Humber.
- Euler, Alex (2019): Die Media Control Charts, unter: https://www.swr.de/swr1/bw/hitparade/geschichte-der-musikcharts-100~_detailPage-2_-f1ad0353fb529fe17479d652df37069709a632a1.html (abgerufen am: 21.04.2021).
- Forte, Allen (1995): *The American popular ballad of the golden area. 1924-1950*, Princeton: Princeton university press.
- Frost, Ira (2020): *Statistik für Wirtschaftswissenschaftler. Grundlagen und praktische Anwendungen*, 4. Auflage, Tübingen: expert.
- FUNK (2019): 5 Starke Hooks. Hookline Special, unter: <https://www.funk.net/channel/hookline-11981/5-starke-hooks-hookline-special-1598903> (abgerufen am: 20.04.2021).
- GEMA (2021): „Roller“ von Apache 207 (prod. by Lucry & Suena) ist das zweite Jahr in Folge „Erfolgreichstes Werk“, unter: <https://www.musikautorenpreis.de/presse/mitteilungen/roller-erfolgreichstes-werk> (abgerufen am: 19.04.2021).
- GfK Entertainment GmbH (o. J.a): Village People. Y.M.C.A. Single, unter: <https://www.officialcharts.de/titel-details-546> (abgerufen am: 04.03.2021).

- GfK Entertainment GmbH (o. J.b): Mr. President. Coco Jamboo Single, unter: <https://www.offiziellecharts.de/titel-details-3216> (abgerufen am: 04.03.2021).
- GfK Entertainment GmbH (o. J.c): Helene Fischer. Atemlos durch die Nacht Single, unter: <https://www.offiziellecharts.de/titel-details-1199079> (abgerufen am: 04.03.2021).
- GfK Entertainment GmbH (o. J.d): Offizielle Deutsche Charts. Info, unter: <https://www.offiziellecharts.de/info> (abgerufen am: 21.04.2021).
- GfK Entertainment GmbH (o. J.e): Offizielle Deutsche Charts. Top 100 Single-Jahrescharts, unter: <https://www.offiziellecharts.de/charts/single-jahr> (abgerufen am: 21.04.2021).
- GfK Entertainment GmbH/MusicTrace GmbH (2020): Systembeschreibung der offiziellen deutschen Charts sowie der offiziellen deutschen Airplay-Charts, unter: https://www.musikindustrie.de/fileadmin/bvmi/upload/02_Markt-Bestseller/Offizielle_Charts/Dokumente-zum-Download/Systembeschreibung_5_1_FINAL.pdf (abgerufen am: 05.04.2021).
- Google AI (o. J.a): Magenta, unter: <https://magenta.tensorflow.org/> (abgerufen am: 10.04.2021).
- Google AI (o. J.b): NSynth Super, unter: <https://nsynthsuper.withgoogle.com/> (abgerufen am: 10.04.2021).
- Graziano, John (2013): Compositional Strategies in Popular Song Form of the Early Twentieth Century. In: *A Music-Theoretical Matrix: Essays in Honor of Allen Forte*, Band 4: S. 95–131.
- Grimmett, Geoffrey R./Stirzaker, David R. (2020): *Probability and random processes fourth edition*, 4. Auflage, New York: Oxford University Press.
- Hartnett, Joseph (2015): Discogs.com. In: *The Charleston Advisor*, 16, Band 4: S. 26–33.
- Haunschild, Frank (1998): *Die neue Harmonielehre. ein musikalisches Arbeitsbuch für Klassik, Rock, Pop und Jazz*, Band 1, 3. Auflage, Brühl: AMA.
- Hayes, Brian (2013): First Links in the Markov Chain. In: *American Scientist*, 101, Band 2: S. 92–97.

- Hecken, Thomas/Kleiner, Marcus S. (2017): Einleitung. In: Hecken, Thomas (Hrsg.), *Handbuch Popkultur*, S. 1–14, Stuttgart: J.B. Metzler.
- Herremans, Dorien/Martens, David/Sörensen, Kenneth (2014): Dance Hit Song Prediction. In: *Journal of New Music Research*, 43, Band 3: S. 291–302.
- Heyer, Robert/Wachs, Sebastian/Palentien, Christian (2013): Jugend, Musik und Sozialisation. Eine Einführung in die Thematik. In: Heyer, Robert (Hrsg.), *Handbuch Jugend - Musik - Sozialisation*, S. 3–15, Wiesbaden: Springer VS.
- Hiller, Lejaren A. (1979): Music composed with computers. In: Lincoln, Harry B. (Hrsg.), *The computer and music*, 3. Auflage, S. 42–96, Ithaca/London: Cornell University Press.
- Hiller, Lejaren (1981): Composing with Computers. A Progress Report. In: *Computer Music Journal*, 5, Band 4: S. 7–21.
- Hiscott, Richard N. (1981): Chi-square tests for markov chain analysis. In: *Journal of the International Association for Mathematical Geology*, 13, Band 1: S. 69–80.
- Huang, Cheng-Zhi A./Hawthorne, Curtis/Roberts, Adam/Dinculescu, Monica/Wexler, James/Hong, Leon/Howcroft, Jacob (2019): The Bach Doodle. Approachable music composition with machine learning at scale. In: *Proceedings of the 18th International Society for Music Information Retrieval Conference*.
- Hume, Adam (2015): Hook, Line and Sinker. How Songwriters get Inside Your Head, unter: <https://ojs.leedsbeckett.ac.uk/index.php/PORESO/article/view/4535> (abgerufen am: 01.04.2021).
- Imorde, Joseph (2017): Pop-Art. In: Hecken, Thomas (Hrsg.), *Handbuch Popkultur*, S. 222–226, Stuttgart: J.B. Metzler.
- Kaiser, Ulrich (2011): Babylonian confusion. Zur Terminologie der Formanalyse von Pop- und Rockmusik. In: *ZGMTH (Zeitschrift der Gesellschaft für Musiktheorie)*, 8, Band 1: S. 43–75.
- Kasha, Al/Hirschhorn, Joel (1979): *If They Ask You, You Can Write a Song*, New York: Simon & Schuster.

- Kleiner, Marcus S. (2017): Populär und Pop. In: Hecken, Thomas (Hrsg.), *Handbuch Popkultur*, S. 246–251, Stuttgart: J.B. Metzler.
- Kramarz, Volkmar (2014): *Warum Hits Hits werden*, Bielefeld: Transcript.
- Kronengold, Charles (2005): accidents, hooks and theory. In: *Popular Music*, 24, Band 3: S. 381–397.
- Kuckartz, Udo/Rädiker, Stefan/Ebert, Thomas/Schehl, Julia (2013): *Statistik*, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kühnapfel, Jörg B. (2017): Produkterfolgsrechnung. In: Kühnapfel, Jörg B. (Hrsg.), *Vertriebscontrolling. Methoden im praktischen Einsatz*, 2. Auflage, S. 295–330, Wiesbaden: Springer Science and Business Media/Springer Gabler.
- Kurt, Noemi (2020): *Stochastik für Informatiker. Eine Einführung in einheitlich strukturierten Lerneinheiten*, Berlin: Springer Vieweg.
- Matthiesen, Kai/Rennalls, Delroy/Gaffrey, Rainer (1996): Coco Jambo. In: *We See the Same Sun (Audio CD)*, Track 2.
- Mayring, Philipp/Fenzl, Thomas (2014): Qualitative Inhaltsanalyse. In: Baur, Nina/Blasius, Jörg (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, S. 543–556, Wiesbaden: Springer VS.
- McDonald, Glenn (o. J.a): Every Noise at Once, unter: <https://everynoise.com/> (abgerufen am: 15.12.2021).
- McDonald, Glenn (o. J.b): Every Noise at Once. pop, unter: <https://everynoise.com/eng-remap-pop.html> (abgerufen am: 20.04.2021).
- McDonald, Glenn (o. J.c): Every Noise at Once. pop list, unter: <https://everynoise.com/every-noise1d.cgi?root=pop&scope=all> (abgerufen am: 15.12.2020).
- Merten, Klaus (1995): *Inhaltsanalyse. Einführung in Theorie, Methode und Praxis*, 2. Auflage, Wiesbaden: Springer VS.

- Middleton, Richard (2003): Form. In: Shepherd, John/Horn, David/Laing, Dave/Oliver, Paul/Wicke, Peter (Hrsg.), *Continuum encyclopedia of popular music of the world. Performance and Production*, 2. Band, S. 503–520, London: Continuum.
- Neufeld, Marc (2017): Eine Systematik diatonischer Skalen. In: *ZGMTH (Zeitschrift der Gesellschaft für Musiktheorie)*, 14, Band 2: S. 315–359.
- Pachet, Francois/Roy, Pierre/Carré, Benoit (im Druck): Assisted music creation with Flow Machines. towards new categories of new. In: Miranda, Eduardo (Hrsg.), *Handbook of Artificial Intelligence for Music. Foundations, Advanced Approaches, and Developments for Creativity*, S. 1–37, Basel: Springer International Publishing.
- Peretz, I./Gaudreau, D./Bonnell, A. M. (1998): Exposure effects on music preference and recognition. In: *Memory & cognition*, 26, Band 5: S. 884–902.
- Pfleiderer, Martin (2006): *Rhythmus. Psychologische, theoretische und stilanalytische Aspekte populärer Musik*, Bielefeld: Transcript.
- PONS (o. J.a): line - Englisch-Deutsch Übersetzung | PONS, unter: <https://de.pons.com/%C3%BCbersetzung/englisch-deutsch/line?bidir=1> (abgerufen am: 20.04.2021).
- PONS (o. J.b): popularis - Latein-Deutsch Übersetzung | PONS, unter: <https://de.pons.com/%C3%BCbersetzung/latein-deutsch/popularis> (abgerufen am: 20.04.2021).
- PONS (o. J.c): populus - Latein-Deutsch Übersetzung | PONS, unter: <https://de.pons.com/%C3%BCbersetzung/latein-deutsch/populus> (abgerufen am: 02.05.2021).
- PopMatters Staff (2017): On Wandering the Paths of a Spotify Analyst's Mad Music Map, PopMatters, unter: <https://www.popmatters.com/on-wandering-the-paths-of-a-spotify-analysts-mad-music-map-2495400875.html> (abgerufen am: 20.04.2021).
- Rabl, Michael (2009): Quality Function Deployment. In: Gaubinger, Kurt/Werani, Thomas/Rabl, Michael (Hrsg.), *Praxisorientiertes Innovations- und Produktmanagement. Grundlagen und Fallstudien aus B-to-B-Märkten*, S. 127–142, Wiesbaden: Gabler.

- Regev, Motti (2013): *Pop-rock music. Aesthetic cosmopolitanism in late modernity*, Cambridge: Polity.
- Roberts, Adam/Engel, Jesse/Mann, Yotam/Gillick, Jon/Kayacik, Claire/Nørly, Signe/Dinculescu, Monica/Radebaugh, Carey/Hawthorne, Curtis/Eck, Douglas (2019): Magenta Studio. Augmenting Creativity with Deep Learning in Ableton Live. In: *Proceedings of the International Workshop on Musical Metacreation (MUME)*.
- Rössler, Patrick (2017): *Inhaltsanalyse*, 3. Auflage, Konstanz/München: UVK Verlagsgesellschaft.
- Ruschkowski, André (2019): Computermusik. In: Schramm, Holger (Hrsg.), *Handbuch Musik und Medien. Interdisziplinärer Überblick über die Mediengeschichte der Musik*, S. 449–469, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Schmidt, Gerhard (1919): In der Musik gebräuchliche Töne. In: Schmidt, Gerhard (Hrsg.), *Die Lehre vom Schall*, S. 142–147, Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Schütz, Michael (2008a): Arrangement. In: Schütz, Michael (Hrsg.), *Handbuch Populärmusik*, S. 160–190, München: Strube.
- Schütz, Michael (2008b): Grundlagen der Populärmusik. Geschichte. In: Schütz, Michael (Hrsg.), *Handbuch Populärmusik*, S. 13–36, München: Strube.
- Schütz, Michael (2008c): *Handbuch Populärmusik*, München: Strube.
- Schütz, Michael (2008d): Rhythmik. In: Schütz, Michael (Hrsg.), *Handbuch Populärmusik*, S. 144–156, München: Strube.
- Seifert, Robert (2018): *Popmusik in Zeiten der Digitalisierung. Veränderte Aneignung - veränderte Wertigkeit*, Bielefeld: Transcript.
- Seneta, E. (2001): Andrei Andreevich Markov. In: Heyde, C. C./Seneta, Eugene (Hrsg.), *Statisticians of the Centuries*, S. 243–247, New York: Springer.
- Senior, Mike (2020): *Mixing Secrets. Musik mischen im Homestudio*, 2. Auflage, Frechen: MITP Verlags GmbH & Co. KG.

- Silverstein, Drew (2019): The Greatest Creative Revolution in the History of Music | Drew Silverstein | TEDxRoma, unter: https://www.youtube.com/watch?v=aH_uBvYIs24 (abgerufen am: 10.04.2021).
- Spedicato, Giorgio A./Kang, Tae S./Yalamanchi, Sai B./Yadav, Deepak/Cordon, Ignacio (2015): The markovchain Package. A Package for Easily Handling Discrete Markov Chains in R, unter: https://cran.r-project.org/web/packages/markovchain/vignettes/an_introduction_to_markovchain_package.pdf (abgerufen am: 16.04.2021).
- Spotify (o. J.): Get Artist: Justin Bieber (ID: 1uNFoZAHBGtllmzznpCI3s), unter: <https://developer.spotify.com/console/get-artist/> (abgerufen am: 15.12.2020).
- Stein, Petra (2014): Forschungsdesigns für die quantitative Sozialforschung. In: Baur, Nina/Blasius, Jörg (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, S. 135–151, Wiesbaden: Springer VS.
- Steinert, Sven (o. J.): Jetzt hängt er am Haken! Was macht eine gute Hookline aus?, unter: <https://derbandcoach.com/blogbeitraege/hookline/> (abgerufen am: 04.03.2021).
- Stephenson, Ken (2002): *What to listen for in rock. A stylistic analysis*, New Haven: Yale University Press.
- Stotz, Dieter (1995): Midi. In: Stotz, Dieter (Hrsg.), *Computergestützte Audio- und Videotechnik. Multimedialechnik in der Anwendung*, S. 123–180, Berlin/Heidelberg: Springer.
- Tagg, Philip (1982): Analysing Popular Music. Theory, Method and Practice. In: *Popular Music*, Band 2: S. 37–67.
- Traut, Don (2005): ‘Simply Irresistible’. Recurring accent patterns as hooks in mainstream 1980s music. In: *Popular Music*, 24, Band 1: S. 57–77.
- Ullrich, Karen/Schlüter, Jan/Grill, Thomas (2014): Boundary Detection in Music Structure Analysis using convolutional Neural Networks. In: *15th International Society for Music Information Retrieval Conference*.
- van Balen, Jan/Burgoyne, John A./Wiering, Frans/Veltkamp, Remeco C. (2013): An Analysis of Chorus features in Popular Song. In: *Proceedings of the 14th Society of Music Information Retrieval Conference (ISMIR)*.

- Waldmann, Karl-Heinz/Helm, Werner E. (2016): *Simulation stochastischer Systeme. Eine anwendungsorientierte Einführung*, Berlin: Gabler.
- Waldmann, Karl-Heinz/Stocker, Ulrike M. (2004): *Stochastische Modelle. Eine anwendungsorientierte Einführung*, Berlin/Heidelberg: Springer.
- Webel, Karsten/Wied, Dominik (2016a): Allgemeine Theorie stochastischer Prozesse. In: Webel, Karsten (Hrsg.), *Stochastische Prozesse. Eine Einführung für Statistiker und Datenwissenschaftler*, S. 17–41, Wiesbaden: Gabler.
- Webel, Karsten/Wied, Dominik (2016b): Markov-Prozesse. In: Webel, Karsten (Hrsg.), *Stochastische Prozesse. Eine Einführung für Statistiker und Datenwissenschaftler*, S. 97–149, Wiesbaden: Gabler.
- Weber, Jürgen (2018): Definition Erfolg, unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/erfolg-33857/version-257374> (abgerufen am: 21.04.2021).
- Wegerle, Annika (2020): 6 Ideen, die dir dabei helfen, eingängigere Songs zu schreiben, unter: <https://blog.landr.com/de/6-idee-die-dir-dabei-helfen-ingaengigere-songs-zu-schreiben/> (abgerufen am: 04.03.2021).
- Wicke, Peter/Ziegenrucker, Kai-Erik/Ziegenrucker, Wieland (2007): *Handbuch der populären Musik. Geschichte, Stile, Praxis, Industrie*, Erweiterte Neuauflage, Mainz: Schott.
- Wolfinger, Martin (2018): 5 Tipps für bessere Hooklines, unter: <https://www.songwriter-online.com/blog/gute%20hookline%20finden> (abgerufen am: 04.03.2021).
- Woods, David L./Elmasian, Robert (1986): The habituation of event-related potentials to speech sounds and tones. In: *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*, 65, Band 6: S. 447–459.

Formelverzeichnis

(1) Zeit-diskrete Markov-Kette erster Ordnung.....	36
(2) Übergangswahrscheinlichkeit der Markov-Kette.....	37
(3) Übergangsmatrix der Markov-Kette	37
(4) Erreichbarkeit der Zustände einer Markov-Kette.....	38
(5) Kommunikation zwischen den Zuständen einer Markov-Kette.....	38
(6) Rekurrenzwahrscheinlichkeit der Zustände einer Markov-Kette.....	39
(7) Bedingung einer irreduziblen Markov-Kette	40
(8) Startverteilung der Markov-Kette	40
(9) Zeit-diskrete Markov-Kette höherer Ordnung	40

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1.</i> Zeitstrahl der Offiziellen Deutschen Charts	18
<i>Abbildung 2.</i> Beispielhafte Verse-Chorus-Form.....	19
<i>Abbildung 3.</i> AAA-Form	20
<i>Abbildung 4.</i> AABA-Form.....	21
<i>Abbildung 5.</i> Kriterien zur Bestimmung der Hookline	28
<i>Abbildung 6.</i> Chromatische Tonleiter	29
<i>Abbildung 7.</i> C-Dur- und C-Moll-Tonleiter.....	30
<i>Abbildung 8.</i> Stufen einer C-Dur-Tonleiter	31
<i>Abbildung 9.</i> Triolen und Quintolen	32
<i>Abbildung 10.</i> Übergangsdiagramm einer Markov-Kette mit drei Zuständen.....	34
<i>Abbildung 11.</i> Übersicht über die methodische Vorgehensweise.....	45
<i>Abbildung 12.</i> Anzahl der Songs, die aus den Jahrescharts in die Stichprobe aufgenommen wurden.....	52
<i>Abbildung 13.</i> Theoretisches Übergangsdiagramm der Markov-Kette erster Ordnung für Tonfolgen.....	62
<i>Abbildung 14.</i> Auftrittshäufigkeiten der Noten im gesamten Datensatz	67
<i>Abbildung 15.</i> Auftrittshäufigkeiten der Stufen im gesamten Datensatz.....	68
<i>Abbildung 16.</i> Auftrittshäufigkeiten der Notenwerte im gesamten Datensatz.....	70
<i>Abbildung 17.</i> Hookline A	90
<i>Abbildung 18.</i> Hookline B	90
<i>Abbildung 20.</i> Hookline D	91
<i>Abbildung 19.</i> Hookline C	91

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. <i>Gängige Notenwerte in der (Pop-)Musik</i>	32
Tabelle 2. <i>Überblick über stochastische Prozesse</i>	36
Tabelle 3. <i>Aufbau einer konvertierten MIDI-Datei</i>	56
Tabelle 4. <i>Variable: „stufe“</i>	57
Tabelle 5. <i>Erweiterung der Variablen „stufe“ um Zwischenstufen</i>	57
Tabelle 6. <i>Variable: „länge_korrigiert“</i>	59
Tabelle 7. <i>Auftrittshäufigkeiten und relative Häufigkeiten der Stufen</i>	68
Tabelle 8. <i>Auftrittshäufigkeiten und relative Häufigkeiten der Notenwert</i>	69
Tabelle 9. <i>Deskriptive Ergebnisse der zweitrangigen Variablen</i>	71
Tabelle 10. <i>Auftrittshäufigkeiten und angepasste relative Häufigkeiten der Stufen</i>	75
Tabelle 11. <i>Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Stufen zu einem bestimmten Zeitpunkt t</i>	76
Tabelle 12. <i>Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Stufen j nach einer Stufe i</i>	78
Tabelle 13. <i>Auftrittshäufigkeiten und angepasste relative Häufigkeiten der Tonlängen</i>	81
Tabelle 14. <i>Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Tonlängen zu einem bestimmten Zeitpunkt t</i>	81
Tabelle 15. <i>Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Tonlängen j nach einer Tonlänge i</i>	83
Tabelle 16. <i>Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Stufen j nach zwei Stufen i</i>	86
Tabelle 17. <i>Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Stufen j nach drei Stufen i</i>	87
Tabelle 18. <i>Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Tonlängen j nach zwei Tonlängen i</i>	88
Tabelle 19. <i>Ergebnisse der Chi-Quadrat-Anpassungstests für Tonlängen j nach drei Tonlängen i</i>	89

Anhangsverzeichnis

<i>Anhang A.</i> Intervalle	111
<i>Anhang B.</i> Popgenres	112
<i>Anhang C.</i> Stichprobe	117
<i>Anhang D.</i> Noten der ein- bis dreigestrichenen Oktaven.....	121
<i>Anhang E.</i> Absolute Häufigkeiten der Variablen <i>note</i>	121
<i>Anhang F.</i> Verteilungen der univariaten Auswertung	123
<i>Anhang G.</i> Übergangsmatrizen der Markov-Ketten erster Ordnung	124

Anhang A. Intervalle

Intervallbezeichnung	Beispiel	Anzahl Halbtonschritte
reine Prime	$c' \rightarrow c'$	0
kleine Sekunde	$c' \rightarrow cis'$	1
große Sekunde	$c' \rightarrow d'$	2
kleine Terz	$c' \rightarrow dis'$	3
große Terz	$c' \rightarrow e'$	4
reine Quarte	$c' \rightarrow f'$	5
übermäßige Quarte/Tritonus	$c' \rightarrow fis'$	6
reine Quint	$c' \rightarrow g'$	7
kleine Sexte	$c' \rightarrow gis'$	8
große Sexte	$c' \rightarrow a'$	9
kleine Septime	$c' \rightarrow ais'$	10
große Septime	$c' \rightarrow b'$	11
reine Oktave	$c' \rightarrow c''$	12
kleine None	$c' \rightarrow cis''$	13
große None	$c' \rightarrow d''$	14
kleine Dezime	$c' \rightarrow dis''$	15
Große Dezime	$c' \rightarrow e''$	16
Reine Undezime	$c' \rightarrow f''$	17
Übermäßige Undezime/ verminderte Duodezime	$c' \rightarrow fis''$	18
Reine Duodezime	$c' \rightarrow g''$	19

Anmerkung. Eigenhändig in Anlehnung an Schütz (2008), S. 189, und Schmidt (1919), S.143, erstellt.

Anhang B. Popgenres²⁴¹

1	pop	67	pop electronico	133	shibuya-kei	199	japanese trap
2	post-teen pop	68	thai indie pop	134	puerto rican pop	200	indonesian reggae
3	dance pop	69	australian pop	135	cedm	201	transpop
4	electropop	70	ukrainian indie	136	variete francaise	202	reggae cristao
5	pop dance	71	south african alternative	137	mexican rock	203	persian pop
6	pop rap	72	talent show	138	japanese soul	204	rock mineiro
7	indie pop	73	british soul	139	moldovan pop	205	musica catalana
8	tropical house	74	latin arena pop	140	nerdcore brasileiro	206	estonian hip hop
9	r&b	75	bosnian indie	141	indie pop rap	207	israeli mediterranean
10	urban contemporary	76	latin alternative	142	turkish trap pop	208	peruvian indie
11	indie cafe pop	77	antiviral pop	143	scandipop	209	kosovan pop
12	pop rock	78	kazakh pop	144	mundart	210	hyperpop
13	uk pop	79	scream rap	145	leon gto indie	211	modern alternative pop
14	viral pop	80	russian dance pop	146	armenian pop	212	classic french pop
15	edm	81	spanish pop rock	147	country rap	213	brazilian ska
16	social media pop	82	pop teen brasileiro	148	graz indie	214	new rave
17	neo mellow	83	latin pop	149	musica ponta-grossense	215	spanish rock
18	alternative r&b	84	thai pop	150	pop nacional	216	schlager
19	hip pop	85	mexican indie	151	russian indie	217	sinhala rap
20	chinese idol pop	86	japanese teen pop	152	afro soul	218	indietronica
21	escape room	87	thai indie rock	153	antideutsche	219	japanese electropop
22	modern rock	88	trap metal italiana	154	african rock	220	paraguayan indie
23	italian pop	89	swedish electropop	155	rap cristiano	221	monterrey indie
24	indie pop	90	venezuelan indie	156	nightcore	222	guatemalan pop
25	junior eurovision	91	la pop	157	rap napoletano	223	australian alternative pop
26	metropopolis	92	korean city pop	158	hmong pop	224	assyrian pop
27	pop r&b	93	german indie pop	159	jordanian pop	225	underground hip hop
28	indie electropop	94	new jack smooth	160	new wave pop	226	scottish hip hop
29	eurovision	95	belgian pop	161	j-dance	227	munich indie
30	finnish dance pop	96	montenegrin pop	162	indie sudcaliforniano	228	dangdut
31	ukrainian rock	97	uae indie	163	neo soul	229	nantes indie
32	redneck	98	burmese pop	164	reggae catala	230	israeli hip hop
33	chinese electropop	99	musica rondoniense	165	thai folk rock	231	deep smooth r&b
34	ukrainian pop	100	bulgarian pop	166	classic bulgarian pop	232	latvian rock
35	deep dance pop	101	colombian rock	167	minecraft	233	chalga
36	hungarian pop	102	thai rock	168	glitchcore	234	russian indie rock
37	latin viral pop	103	austrian pop	169	italian indie pop	235	turbo folk
38	danish pop	104	bolivian rock	170	ska argentino	236	rap galego
39	mexican pop	105	swedish soul	171	latin rock	237	aussietronica
40	k-pop	106	tatar pop	172	salzburg indie	238	canadian latin
41	belarusian pop	107	spanish pop	173	thai idol	239	new romantic
42	pop argentino	108	classic portuguese pop	174	zim hip hop	240	german pop rock
43	japanese r&b	109	pinoy idol pop	175	k-pop boy group	241	rock nacional brasileiro
44	thai indie	110	latinx alternative	176	sophisti-pop	242	caracas indie
45	emo rap italiano	111	milan indie	177	christian hip hop	243	albanian pop
46	swedish idol pop	112	canadian electropop	178	techno kayo	244	slovak rock
47	bulgarian rock	113	christian afrobeat	179	scandinavian r&b	245	indonesian idol pop
48	south african pop	114	finnish pop	180	belarusian indie	246	pop chileno
49	mongolian pop	115	macedonian pop	181	kavkaz	247	country road
50	swiss pop	116	polish reggae	182	german indie	248	panamanian indie
51	german pop	117	danish pop rock	183	venezuelan rock	249	kazakh indie
52	polish pop	118	estonian pop	184	russian dance	250	neue deutsche welle
53	teen pop	119	myanmar indie	185	australian talent show	251	fremantle indie
54	cape town indie	120	indie campechano	186	junior songfestival	252	cologne indie
55	europop	121	cerkes muzikleri	187	rock kapak	253	kolsche karneval
56	australian r&b	122	chinese manyao	188	mestissatge	254	alternative dance
57	boy band	123	malaysian hip hop	189	indonesian pop	255	classic belgian pop
58	swedish pop	124	tamil hip hop	190	musica capixaba	256	new jack swing
59	australian electropop	125	okinawan pop	191	afrikaans	257	vapor pop
60	indie salvadoreno	126	guadalajara indie	192	musica londrinense	258	egyptian pop
61	russian alt pop	127	francoton	193	classic hungarian pop	259	ghanaian gospel
62	russian pop	128	swiss indie	194	portuguese pop	260	deep latin alternative
63	argentine telepop	129	sertanejo gospel	195	neomelodici	261	dutch idol pop
64	melodipop	130	maltese pop	196	reggae rock	262	tajik pop
65	lithuanian pop	131	rock en espanol	197	indie boliviano	263	pop paraguay
66	deep turkish pop	132	tunisian pop	198	latvian pop	264	japanese city pop

²⁴¹ Quelle: www.everynoise.com (Stand: 15.12.2020)

265	coventry indie	335	ska chileno	405	modern indie pop	475	doujin
266	deep german indie	336	rock independant francais	406	indie curitibano	476	indonesian indie pop
267	russian hip hop	337	ohio hip hop	407	rebel blues	477	gypsy fusion
268	persian hip hop	338	volkspop	408	christian trap	478	pop costarricense
269	middle east hip hop	339	japanese new wave	409	australian indie	479	malay rap
270	uzbek pop	340	rock uruguayo	410	german rock	480	pinoy indie
271	arab pop	341	moroccan pop	411	nova musica maranhense	481	zurich indie
272	australian reggae fusion	342	puerto rican rock	412	chip hop	482	romanian pop
273	russian trap	343	chihuahua indie	413	electronica cristiana	483	zhongguo feng
274	french indie pop	344	country pop	414	post-punk argentina	484	danspunk
275	r&b italiano	345	deep pop edm	415	seattle hip hop	485	chechen pop
276	hamburger schule	346	korean pop	416	j-reggae	486	gospel r&b
277	electro-pop francais	347	australian dance	417	carimbo	487	vispop
278	korean r&b	348	contemporary country	418	rock alagoano	488	latin funk
279	zambian pop	349	j-indie	419	hindi indie	489	glee club
280	barbadian pop	350	vienna indie	420	retro soul	490	batak
281	russelater	351	j-pop boy group	421	zouk riddim	491	chilean rock
282	swedish synthpop	352	reggaeton cristiano	422	azeri pop	492	rap guarulhense
283	uk alternative pop	353	indie catracho	423	gospel reggae	493	brazilian rock
284	south african punk	354	mizrahi	424	gulf hip hop	494	kolkata indie
285	alberta country	355	karneval	425	reggae maghreb	495	pittsburgh rap
286	indian rock	356	hopebeat	426	finnish hip hop	496	chicago drill
287	pony	357	telugu indie	427	neo soul-jazz	497	croatian indie
288	desi hip hop	358	girl group	428	indie nica	498	slow game
289	horrorcore	359	french indietronica	429	russian gangster rap	499	rap chretien
290	musica amapaense	360	ecuadorian indie	430	slovak hip hop	500	canadian contemporary country
291	shaabi	361	russian reggae	431	denver rap	501	pop quebecois
292	hong kong hip hop	362	rock piauiense	432	argentine rock	502	funk mexicano
293	croatian rock	363	bern indie	433	bangladeshi indie	503	kent indie
294	italian hip hop	364	australian hip hop	434	circassian folk	504	detroit indie
295	psychokore	365	musica angolana	435	spanish new wave	505	emo rap
296	nz pop	366	kyrgyz pop	436	dance-punk	506	suomi rock
297	czsk hip hop	367	deep talent show	437	deep german hip hop	507	rock cristiano
298	shimmer pop	368	peruvian rock	438	future bass	508	hamilton on indie
299	welsh hip hop	369	mashup	439	rock chapin	509	k-rap
300	taiwan pop	370	czech hip hop	440	military rap	510	kaneka
301	guitar case	371	west coast reggae	441	swiss rock	511	rome indie
302	carnaval	372	russian grime	442	indonesian hip hop	512	covertrance
303	grime	373	latin christian	443	cdmx indie	513	native american hip hop
304	indonesian indie	374	chicago rap	444	malagasy pop	514	gauze pop
305	russian rock	375	alpine yodeling	445	minnesota hip hop	515	taiwan hip hop
306	levenslied	376	j-pop	446	israeli pop	516	soviet synthpop
307	yugoslav new wave	377	indie rockism	447	puerto rican indie	517	solipsynthm
308	norwegian pop rap	378	russian synthpop	448	yugoslav rock	518	polish alternative
309	electronica argentina	379	turkish pop	449	musica roraimense	519	zimdancehall
310	synthpop	380	idol	450	deep indie rock	520	finlandssvenska musik
311	j-rap	381	vapor soul	451	kenyan pop	521	mangebeat
312	taiwanese indie	382	slovenian pop	452	french synthpop	522	paraguayan rock
313	maine hip hop	383	swiss hip hop	453	belgian rock	523	polish hip hop
314	pop lgbtq+ brasileira	384	korean trap	454	romanian indie	524	thai hip hop
315	abstract hip hop	385	belarusian hip hop	455	indie arequipeno	525	musica juiz-forana
316	nyc pop	386	bohol indie	456	soul flow	526	deep acoustic pop
317	sesotho pop	387	rock nica	457	gypsy punk	527	australian underground hip hop
318	dark trap	388	volkstumliche musik	458	indonesian ska	528	brasilvia indie
319	polish synthpop	389	deep flow	459	lgbtq+ hip hop	529	psychedelic hip hop
320	austrian hip hop	390	turkish hip hop	460	pinoy reggae	530	lithuanian rock
321	indian folk	391	magyar alternative	461	turkish alternative	531	pop soul
322	puglia indie	392	drill	462	bass trap	532	danish electropop
323	belarusian rock	393	christian pop	463	lo star	533	chinese viral pop
324	deep r&b	394	musica mocambicana	464	carnaval limburg	534	nordic house
325	christlicher rap	395	adoracion	465	italian new wave	535	polish indie
326	pop rock brasileiro	396	polynesian pop	466	swiss country	536	neo-synthpop
327	turkish reggae	397	trap italiana	467	nepali indie	537	boston hip hop
328	pop virale italiano	398	malaysian tamil pop	468	dutch pop	538	chinese new year
329	euskal indie	399	modern country rock	469	chennai indie	539	greek underground rap
330	greenlandic pop	400	finnish soul	470	chanson virale	540	ukrainian folk
331	classic russian pop	401	latin	471	ska catala	541	trio batak
332	musica electronica gospel	402	hamburg indie	472	smutny rap	542	west australian hip hop
333	italian pop rock	403	chilean indie	473	deep new wave	543	korean indie rock
334	malaysian pop	404	colombian indie	474	lustrum	544	argentine indie

545	chinese hip hop	615	uruguayan indie	685	danish hip hop	755	rap uruguayo
546	east coast reggae	616	italian underground hip hop	686	hawaiian indie	756	hungarian rock
547	norwegian country	617	lezginka	687	morelos indie	757	rap alagoano
548	swahili gospel	618	zambian hip hop	688	indie veneto	758	buffalo hip hop
549	russian chanson	619	baithak gana	689	volksmusik	759	london indie
550	panamanian rock	620	canadian pop	690	musica sul-mato-grossense	760	rap portuense
551	deep underground hip hop	621	precure	691	nova musica pernambucana	761	swedish tropical house
552	funk rock	622	indie cantabria	692	indie extremena	762	miami indie
553	veracruz indie	623	alternative pop rock	693	argentine alternative rock	763	south carolina hip hop
554	new wave	624	merida indie	694	nashville hip hop	764	spanish indie pop
555	dominican indie	625	vapor twitch	695	togolese pop	765	forro gospel
556	arabic hip hop	626	dangdut koplo	696	nova musica amazonense	766	australian ska
557	vegas indie	627	guatemalan indie	697	australian country	767	latin worship
558	candy pop	628	indie paraense	698	la indie	768	trap soul
559	telugu worship	629	murcia indie	699	musica popular paraense	769	trap
560	latin talent show	630	classic thai pop	700	sertanejo universitario	770	wrestling
561	leipzig indie	631	uk contemporary r&b	701	russian rave	771	musica occitana
562	nerdcore	632	portuguese rock	702	musica catarinense	772	dutch rock
563	dance rock	633	musica blumenauense	703	inuit pop	773	rock baiano
564	afro r&b	634	pop edm	704	schweizer rap	774	edmonton indie
565	jewish hip hop	635	pop flamenco	705	trap cristao	775	naija worship
566	french reggae	636	hip hop quebecois	706	rhode island rap	776	winnipeg hip hop
567	belgian new wave	637	japanese indie pop	707	musica feirense	777	north carolina hip hop
568	classic j-rock	638	tallava	708	detroit hip hop	778	sertanejo
569	german ska	639	japanese singer-songwriter	709	ostrock	779	trap colombiano
570	german hip hop	640	indian indie	710	musica campineira	780	gaming edm
571	sega mauricien	641	dansband	711	irish hip hop	781	essex indie
572	dutch r&b	642	polish trap	712	indie catala	782	political hip hop
573	galician indie	643	spiritual hip hop	713	atl hip hop	783	indie soul
574	musica mallorquina	644	sertanejo pop	714	kawaii future bass	784	reggae gaucho
575	amharic pop	645	musica aragonesa	715	iskelma	785	gamecore
576	korean electropop	646	south african hip hop	716	birmingham grime	786	tarantella
577	northeast indian indie	647	malaysian indie	717	vocaloid	787	future funk
578	portland hip hop	648	latvian indie	718	musica popular amazonense	788	musica puntana
579	smooth soul	649	polish alternative rap	719	brazilian indie	789	musica cristiana guatemal.
580	croatian pop	650	nz hip hop	720	euskal rock	790	latvian hip hop
581	japanese jazztronica	651	r&b brasileiro	721	ecuadorian pop	791	trap cristiano
582	elektropunk	652	rap antillais	722	okinawan folk	792	dortmund indie
583	bergen indie	653	electrofox	723	australian rock	793	punk ska
584	rosario indie	654	musica campista	724	uk christian rap	794	ska mexicano
585	indie hidrocalido	655	australian trap	725	classic danish pop	795	bangladeshi rock
586	gospel rap	656	milwaukee hip hop	726	kansas hip hop	796	persian rock
587	norwegian hip hop	657	pop minang	727	classic malaysian pop	797	latin viral rap
588	finnish worship	658	beatboxing	728	southern hip hop	798	classic dutch pop
589	asian american hip hop	659	swedish hip hop	729	manitoba country	799	hamburg hip hop
590	traprun	660	luk thung	730	kizomba	800	axe
591	german r&b	661	kannada hip hop	731	rap metalcore	801	kompa
592	colombian pop	662	ska espanol	732	polish rock	802	flamenco urbano
593	swedish country	663	k-indie	733	egyptian alternative	803	cyprriot pop
594	irish underground rap	664	indie queretano	734	namibian pop	804	romanian trap
595	industrial hip hop	665	shiver pop	735	indie michoacano	805	indie pop rock
596	canadian hip hop	666	croatian hip hop	736	strut	806	russian ska
597	german country	667	rock gaucho	737	javanese dangdut	807	pinoy r&b
598	electropowerpop	668	electronic rock	738	bulgarian indie	808	pinoy rock
599	uppsala indie	669	russian punk	739	german alternative rap	809	freestyle
600	indie cordoba	670	south african pop dance	740	punjabi hip hop	810	k-pop girl group
601	bmore	671	sudanese pop	741	disco	811	australian indigenous
602	indiana hip hop	672	turkish trap	742	afrofuturismo brasileiro	812	libyan pop
603	indie canario	673	czsk reggae	743	burundian pop	813	synth funk
604	spanish synthpop	674	rif	744	malayalam worship	814	kurdish hip hop
605	botswana pop	675	dusseldorf indie	745	greek pop	815	urbano espanol
606	talentos brasileiros	676	bc underground hip hop	746	miami hip hop	816	macedonian indie
607	israeli trap	677	indie liguria	747	greek hip hop	817	hungarian indie
608	danseband	678	sholawat	748	uk hip hop	818	lancashire indie
609	geek rock	679	spanish folk rock	749	indonesian psychedelia	819	bangladeshi hip hop
610	turin indie	680	musica santomense	750	khaliji	820	swedish eurodance
611	romanian rap	681	zim gospel	751	congolose gospel	821	german indie rock
612	kenyan alternative	682	albuquerque indie	752	rap toscana	822	swedish trap pop
613	musica sergipana	683	lebanese pop	753	hong kong indie	823	bitpop
614	rock paraibano	684	chinese r&b	754	brega	824	austrian indie

825	rap cristao	895	gabonese pop	965	slovak pop	1035	malawian pop
826	indie hip hop	896	bulgarian hip hop	966	birthday	1036	afrobeat brasileiro
827	vietnamese hip hop	897	khaleeji iraqi	967	rap tuga underground	1037	new hampshire indie
828	rock andaluz	898	steampunk	968	orquestas de galicia	1038	viral trap
829	french folk pop	899	new orleans rap	969	sevilla indie	1039	oakland hip hop
830	finnish idol pop	900	bass trip	970	turkish rock	1040	rock drums
831	rap ivoire	901	stomp and whittle	971	southern soul blues	1041	deep freestyle
832	swedish indie pop	902	afghan pop	972	suomirap	1042	israeli indie
833	kansas city hip hop	903	south african country	973	r&b en espanol	1043	r&b argentino
834	slovenian rock	904	norwegian pop	974	finnish indie	1044	cumbia surena
835	cape breton indie	905	conscious hip hop	975	polish alternative rock	1045	electroclash
836	modern bollywood	906	bergamo indie	976	albanian hip hop	1046	glitch hop
837	icelandic hip hop	907	uk alternative hip hop	977	devon indie	1047	reggae peruano
838	musique guadeloupe	908	brazilian blues	978	indie nordeste argentino	1048	trip hop
839	birmingham indie	909	pakistani hip hop	979	funk evangelico	1049	indie valenciana
840	cameroonian pop	910	serbian hip hop	980	flick hop	1050	dangdut remix
841	musica paraibana	911	brazilian reggae	981	hip hop tuga	1051	solomon islands pop
842	experimental hip hop	912	red dirt	982	singaporean pop	1052	deep southern trap
843	pop peruano	913	balkan brass	983	swedish alternative rock	1053	swedish undergroun. rap
844	ethiopian pop	914	arab trap	984	mainland chinese pop	1054	musica calabrese
845	indie rock italiano	915	nepali pop	985	myanmar hip hop	1055	cameroonian hip hop
846	rap angolano	916	new delhi indie	986	lafayette indie	1056	semba
847	oc indie	917	rai	987	kurdish rock	1057	maghreb
848	lithuanian hip hop	918	classic schlager	988	jawaian	1058	go-go
849	classic russian rock	919	rock catala	989	cuban alternative	1059	halifax indie
850	indie emo	920	dutch undergroun. hip hop	990	cook islands pop	1060	kurdish pop
851	mandopop	921	phleng phuea chiwit	991	traditional funk	1061	neo-traditional country
852	german underground rap	922	flint hip hop	992	hip hop	1062	wuhan indie
853	samba reggae	923	reggae tuga	993	stomp pop	1063	pop venezolano
854	indie tucumano	924	cuarteto	994	rock tico	1064	dresden indie
855	khmer	925	rap tunisien	995	png pop	1065	rap sergipano
856	indie hidalguese	926	bangalore indie	996	haitian dance	1066	arab alternative
857	musica costarricense	927	tollywood	997	hong kong rock	1067	chopped and screwed
858	spanish electropop	928	italian alternative	998	belgian blues	1068	indonesian punk
859	manso indie	929	cologne hip hop	999	greek trap	1069	austin hip hop
860	rwandan gospel	930	deep classic garage rock	1000	early synthpop	1070	german drill
861	alternative hip hop	931	grime brasileiro	1001	ecuadorian alternative rock	1071	birmingham hip hop
862	electronic trap	932	russian alternative rock	1002	perth indie	1072	complextro
863	nice indie	933	rap conscient	1003	belgian indie	1073	mississippi hip hop
864	indonesian edm	934	j-division	1004	rock caipira	1074	fussball
865	zillertal	935	deep neo-synthpop	1005	old school nederhop	1075	danish indie
866	rap catala	936	samoan pop	1006	quiet storm	1076	brit funk
867	tamil pop	937	one-person band	1007	new french touch	1077	french hip hop
868	deep contemporary country	938	indonesian city pop	1008	marathi pop	1078	beninese pop
869	detroit trap	939	twee indie pop	1009	rap	1079	harlem hip hop
870	german cloud rap	940	nyc rap	1010	twin cities indie	1080	dirty south rap
871	texas latin rap	941	classic swedish pop	1011	dutch indie	1081	dabke
872	czech rock	942	popwave	1012	rap paranaense	1082	baja indie
873	oaxaca indie	943	argentine reggae	1013	dubstep product	1083	p funk
874	reunion pop	944	groove gospel	1014	flamenco fusion	1084	brazilian gospel
875	kiwi rock	945	taiwan indie	1015	meme rap	1085	hip hop boliviano
876	classic indo pop	946	brega romantico	1016	scottish new wave	1086	sandalwood
877	virginia hip hop	947	swedish synth	1017	magyar mulatos	1087	musica carriense
878	swazi pop	948	fake	1018	zouk	1088	russian underground rap
879	sad rap	949	alte	1019	deep christian rock	1089	bahai
880	jewish pop	950	oktoberfest	1020	turkish punk	1090	musique comorienne
881	surinamese pop	951	deep tropical house	1021	boy pop	1091	ann arbor indie
882	wrock	952	underground rap	1022	chattanooga indie	1092	iowa hip hop
883	channel islands indie	953	pinoy trap	1023	minimal wave	1093	modern funk
884	south african trap	954	spanish blues	1024	dallas indie	1094	classic nz pop
885	latin afrobeat	955	egyptian hip hop	1025	haitian gospel	1095	asheville indie
886	musique acadienne	956	philly rap	1026	manchester hip hop	1096	swiss alternative rock
887	kabyle	957	toronto rap	1027	rap baixada fluminense	1097	samba gospel
888	azeri rap	958	indonesian pop punk	1028	sardinia indie	1098	neo r&b
889	swedish gangsta rap	959	minneapolis sound	1029	thai trap	1099	lesotho traditional
890	esperanto	960	polish post-punk	1030	indie napoletano	1100	singaporean hip hop
891	ukrainian hip hop	961	brazilian soul	1031	nouvelle chanson francaise	1101	portuguese indie
892	polynesian hip hop	962	hi-nrg	1032	ghent indie	1102	rap underground espanol
893	indie r&b	963	thai folk pop	1033	northeast indian hip hop	1103	houston rap
894	london rap	964	gothenburg hip hop	1034	nz reggae	1104	deep eurodance

1105	austindie	1175	bay area hip hop	1245	bongo flava	1315	contemporary gospel
1106	musica per bambini	1176	kawaii edm	1246	malayalam hip hop	1316	old school rap francais
1107	kingston on indie	1177	medimeisterschaften	1247	lithuanian indie	1317	grupera
1108	stuttgart indie	1178	turkish alternative rock	1248	nu-cumbia	1318	corridos cristianos
1109	isle of wight indie	1179	oth indie	1249	ok indie	1319	oc rap
1110	j-acoustic	1180	portsmouth indie	1250	minneapolis indie	1320	rap criolo
1111	eritrean pop	1181	rap marseille	1251	st louis rap	1321	jazztronica
1112	new jersey rap	1182	chillwave	1252	antilliaanse rap	1322	belarusian punk
1113	deep indie pop	1183	carnaval cadiz	1253	normal indie	1323	euroska
1114	slovak indie	1184	permanent wave	1254	athens indie	1324	twoubadou
1115	alabama rap	1185	limerick indie	1255	reggae en espanol	1325	belgian hip hop
1116	coldwave	1186	neapolis funk	1256	rap potiguar	1326	palestinian pop
1117	indie tico	1187	cantopop	1257	japanese alternative rock	1327	ninja
1118	igbo worship	1188	taiwanese pop	1258	bahamian pop	1328	canadian indigenous hip hop
1119	musica maringaense	1189	victoria bc indie	1259	makossa	1329	queens hip hop
1120	portuguese indie rock	1190	rap feminino nacional	1260	livetronica	1330	reggae mexicano
1121	west coast trap	1191	scam rap	1261	rap maroc	1331	greek indie rock
1122	czech pop	1192	rock potiguar	1262	musica alagoana	1332	polish indie rock
1123	italian lounge	1193	italian disco	1263	ritmo kombina	1333	denver indie
1124	indonesian rock	1194	mgp	1264	dmv rap	1334	blues-rock guitar
1125	indie platense	1195	spanish hip hop	1265	brighton indie	1335	battle rap
1126	irish trap	1196	balkan hip hop	1266	rap inde	1336	tanzanian pop
1127	outer hip hop	1197	ghanaian alternative	1267	ny roots	1337	country quebecois
1128	latin ska	1198	nigerian pop	1268	swedish blues	1338	armenian folk
1129	viral pop brasileiro	1199	salay	1269	musical advocacy	1339	vocal trance
1130	post-disco	1200	quebec indie	1270	experimental bass	1340	british country
1131	pop urbaine	1201	tecnobrega	1271	canadian indie	1341	vanuatu music
1132	deep rai	1202	auckland indie	1272	rock curitibano	1342	guinean pop
1133	boom bap	1203	rap algerien	1273	indie rock peruano	1343	rap baiano
1134	garifuna folk	1204	rwandan hip hop	1274	bhangra	1344	afro dancehall
1135	belgian edm	1205	basel indie	1275	rock quebecois	1345	cumbia chilena
1136	rock sul-mato-grossense	1206	afropop	1276	musica indigena latinoam.	1346	deep vocal house
1137	korean mask singer	1207	balkan trap	1277	finnish electro	1347	hyphy
1138	new brunswick indie	1208	karadeniz halk muzigi	1278	indie deutschrap	1348	hakkapop
1139	rap catarinense	1209	rock sergipano	1279	abstract beats	1349	música pitiusa
1140	german singer-songwriter	1210	stl indie	1280	classic italian folk pop	1350	bubblegum dance
1141	montreal indie	1211	luxembourgian indie	1281	tennessee hip hop	1351	pinoy alternative rap
1142	blues latinoamericano	1212	rap maromba	1282	vlaamse kinderliedje	1352	kansas indie
1143	alberta hip hop	1213	cumbia pop	1283	folk-pop	1353	baltimore hip hop
1144	jamtronica	1214	russian post-punk	1284	czech indie	1354	fijian pop
1145	san marcos tx indie	1215	k-rock	1285	rap sardegna	1355	african gospel
1146	rap gaucho	1216	japanese post-punk	1286	azontobeats	1356	power blues-rock
1147	country dawn	1217	indie poblano	1287	hungarian hip hop	1357	tulsa indie
1148	post-punk colombiano	1218	northern irish indie	1288	soft rock	1358	electronica
1149	pop rap brasileiro	1219	rap cearense	1289	san antonio rap	1359	underground power pop
1150	hawaiian hip hop	1220	novo rock gaucho	1290	rock catracho	1360	liverpool indie
1151	austropop	1221	firenze indie	1291	russian punk rock	1361	rap tico
1152	brazilian hip hop	1222	bisaya indie	1292	rockabilly en espanol	1362	montana indie
1153	afroswing	1223	belo horizonte indie	1293	ottawa rap	1363	gangster rap
1154	punjabi pop	1224	poznan indie	1294	italian adult pop	1364	crunk
1155	romanian rock	1225	cali rap	1295	rock alternativo brasileiro	1365	phoenix indie
1156	disco polo	1226	nigerian hip hop	1296	deep northern soul	1366	candombe
1157	irish pop	1227	indie siciliano	1297	windsor on indie	1367	georgian pop
1158	beach music	1228	serbian indie	1298	deep hardcore	1368	australian indie rock
1159	chill r&b	1229	ontario indie	1299	rap montrealais	1369	dansktop
1160	musica cearense	1230	chinese indie	1300	oyun havasi	1370	indie folk italiano
1161	ambeat	1231	trap catala	1301	wonky	1371	vlaamse rap
1162	wu fam	1232	lexington ky indie	1302	north east england indie	1372	brooklyn indie
1163	asbury park indie	1233	italian rockabilly	1303	worcester ma indie	1373	deep italo disco
1164	dfw rap	1234	san diego rap	1304	rochester mn indie	1374	german alternative rock
1165	trap chileno	1235	philly soul	1305	ottawa indie	1375	icelandic rock
1166	queercore	1236	russian folk rock	1306	luxembourgian hip hop	1376	modern southern rock
1167	norwegian rock	1237	big beat	1307	hull indie	1377	neotango
1168	belly dance	1238	sinaloa indie	1308	chamame brasileiro	1378	afro psych
1169	rap abc paulista	1239	deep funk	1309	german dance	1379	kc indie
1170	warrington indie	1240	indie fuzzpop	1310	pop reggaeton	1380	rap kreyol
1171	downtempo	1241	italian ska	1311	pinoy hip hop	1381	bayerischer rap
1172	rock viet	1242	benga	1312	boom bap brasileiro	1382	leicester indie
1173	turkish singer-songwriter	1243	salsa cristiana	1313	rap rock	1383	trap queen
1174	narodna muzika	1244	dc indie	1314	dutch hip hop	1384	gothenburg indie

1385	rap regio	1390	manitoba indie	1395	bisrock	1400	uk dancehall
1386	northamptonshire indie	1391	native american contemporary	1396	chinese indie rock	1401	eurobeat
1387	cumbia boliviana	1392	musik anak-anak	1397	spanish rockabilly	1402	classic canadian rock
1388	french rock	1393	russian drill	1398	taiwan rock	1403	roots americana
1389	vancouver indie	1394	french dub	1399	canadian country		

Anhang C. Stichprobe

Song	Künstler
(Everything I Do) I Do It For You	Bryan Adams
(I'll Never Be) Maria Magdalena	Sandra
...Baby One More Time	Britney Spears
25 Years	The Catch
7 Years	Lukas Graham
A Walk In The Park	Nick Straker Band
Ai se eu te pego!	Michel Teló
Alane	Wes
All About That Bass	Meghan Trainor
All That She Wants	Ace Of Base
Allein allein	Polarkreis 18
Alors on danse	Stromae
Angel Of Mine	Frank Duval & Orchestra
Animals	Martin Garrix
Atemlos durch die Nacht	Helene Fischer
Au revoir	Mark Forster feat. Sido
Auf uns	Andreas Bourani
Bacardi Feeling (Summer Dreamin')	Kate Yanai
Bad Guy	Billie Eilish
Baker Street	Gerry Rafferty
Barbie Girl	Aqua
Be My Lover	La Bouche
Beinhart	Torfröck
Big Big World	Emilia
Bleeding Love	Leona Lewis
Blue (Da Ba Dee)	Eiffel 65
Blurred Lines	Robin Thicke feat. T.I. + Pharrell
Boat On The River	Styx
Born To Be Alive	Patrick Hernandez
Bright Eyes	Art Garfunkel
Call Me Maybe	Carly Rae Jepsen
Cheerleader (Felix Jaehn Remix)	Omi
Coco Jamboo	Mr. President
Crazy	Gnarls Barkley
D.I.S.C.O.	Ottawan
Da da da ich lieb dich nicht du liebst mich nicht aha aha	Trio
Dance Monkey	Tones And I
Danza Kuduro	Lucenzo feat. Don Omar
Das Lied von Manuel	Manuel & Pony
Das Omen (Teil 1)	Mysterious Art
Der Kommissar	Falco
Der Nippel	Mike Krüger
Despacito	Luis Fonsi feat. Daddy Yankee
Do You Really Want To Hurt Me	Culture Club
Don't Be So Shy (Filatov & Karas Remix)	Imany

Don't Let Me Down	The Chainsmokers feat. Daya
Don't Speak	No Doubt
Don't Talk Just Kiss	Right Said Fred
Dragostea din tei	O-Zone
Dschinghis Khan	Dschinghis Khan
Engel	Ben feat. Gim
Euphoria	Loreen
Fade To Grey	Visage
Femme Like U (Donne-moi ton corps)	K-Marco
Flashdance ...What A Feeling	Irene Cara
Freestyler	Bomfunk MCs
Funkytown	Lipps, Inc.
Gangnam Style	Psy
Geboren um zu leben	Unheilig
Genie In A Bottle	Christina Aguilera
Guardian Angel	Masquerade
Hall Of Fame	The Script feat. will.i.am
Havana	Camila Cabello feat. Young Thug
Heart Skips A Beat	Olly Murs feat. Rizzle
Heavy Cross	Gossip
High Hopes	Panic! At the Disco
Human	Rag'n'Bone Man
I Believe I Can Fly	R. Kelly
I Can't Stand It!	Twenty 4 Seven feat. Capt. Hollywood
I Don't Feel Like Dancin'	Scissor Sisters
I Follow Rivers	Lykke Li
I Kissed A Girl	Katy Perry
I Like	Keri Hilson
I Like Chopin	Gazebo
I Will Love You Monday (365)	Aura Dione
Ice Ice Baby	Vanilla Ice
Ich kenne nichts (das so schön ist wie du)	RZA feat. Xavier Naidoo
Ich will Spaß	Markus
I'd Do Anything For Love (But I Won't Do That)	Meat Loaf
If A Song Could Get Me You	Marit Larsen
In The Air Tonight	Phil Collins
Insomnia	Faithless
I've Been Thinking About You	Londonbeat
Japanese Boy	Aneka
Jubel	Klingande
Jungle Drum	Emiliana Torrini
Just Another Day	Jon Secada
Kids In America	Kim Wilde
Kreuzberger Nächte	Gebrüder Blattschuss
La La La	Naughty Boy feat. Sam Smith
Lean On	Major Lazer & DJ Snake feat. MO
Lebt denn dr alte Holzmichl noch...?	De Randfichten
Lemon Tree	Fool's Garden
Lessons In Love	Level 42
Lieblingsmensch	Namika
Lieder	Adel Tawil
Lila Wolken	Marteria / Yasha / Miss Platnum
Love Generation	Bob Sinclar presents Goleo VI feat. Gary "Nesta" Pine
Macarena	Los del Rio
Macho Macho	Rainhard Fendrich
Maid Of Orleans (The Waltz Joan Of Arc)	OMD (Orchestral Manoeuvres In The Dark)
Major Tom (völlig losgelöst)	Peter Dinklage

Maybe	Thom Pace
Men In Black	Will Smith
Mercy	Duffy
Mi gente	J Balvin & Willy William
More And More	Captain Hollywood Project
More Than You Know	Axwell Λ Ingrosso
Mr. Saxobeat	Alexandra Stan
Mr. Vain	Culture Beat
My Heart Will Go On	Céline Dion
My Man Is A Mean Man	Stefanie Heinzmann
Narcotic	Liquido
Nevermind	Dennis Lloyd
No Limit	2 Unlimited
No No Never	Texas Lightning
Nur geträumt	Nena
Nur noch kurz die Welt retten	Tim Bendzko
Old Town Road	Lil Nas X
One Dance	Drake feat. Wizkid & Kyla
One Day / Reckoning Song (Wankelmut Rmx)	Asaf Avidan
One For You, One For Me	La Bionda
Open Sesame	Leila K.
Party Rock Anthem	LMFAO feat. Lauren Bennett & GoonRock
Perfekte Welle	Juli
Played-A-Live (The Bongo Song)	Safri Duo
Pop Muzik	M
Pump Up The Jam	Technotronic feat. Felly
Rather Be	Clean Bandit feat. Jess Glynne
Rescue Me	Bell Book & Candle
Roller	Apache 207
Rolling In The Deep	Adele
Rosemarie	Hubert Kah
Runaway Train	Soul Asylum
Sadness Part I	Enigma
Safe And Sound	Capital Cities
Samba de Janeiro	Bellini
Satellite	Lena Meyer-Landrut
Saturday Night	Whigfield
Scatman (Ski-Ba-Bop-Ba-Dop-Bop)	Scatman John
She Drives Me Crazy	Fine Young Cannibals
Skandal im Sperrbezirk	Spider Murphy Gang
Somebody Dance With Me	DJ BoBo
Somebody That I Used To Know	Gotye feat. Kimbra
Stimme	EFF
Stolen Dance	Milky Chance
Streets Of Philadelphia	Bruce Springsteen
Such A Shame	Talk Talk
Summer	Calvin Harris
Sun Of Jamaica	Goombay Dance Band
Sweet About Me	Gabriella Cilmi
Sweet But Psycho	Ava Max
Take Me To Church	Hozier
Take That Look Off Your Face	Marti Webb
Tarzan Boy	Baltimora
The Ketchup Song (Aserejé)	Las Ketchup
The Look	Roxette
The Way To Your Heart	Soulsister
This Is The Life	Amy Macdonald
Thrift Shop	Macklemore & Ryan Lewis feat. Wanz

Tik Tok	Ke\$ha
Un-Break My Heart	Toni Braxton
Unforgettable	French Montana feat. Swae Lee
Upside Down	Diana Ross
Vayamos compañeros	Marquess
Verdammt - ich lieb' dich	Matthias Reim
Video Games	Lana Del Rey
Voyage voyage	Desireless
Walk	Kwabs
Was du Liebe nennst	Bausa
We Are The People	Empire Of The Sun
Weekend	Earth & Fire
What Is Love	Haddaway
What's Up?	4 Non Blondes
When Love Takes Over	David Guetta feat. Kelly Rowland
Whenever Wherever	Shakira
Wind Of Change	Scorpions
Wire To Wire	Razorlight
Woman In Love	Barbra Streisand
Wonderful Dream (Holidays Are Coming)	Melanie Thornton
Wonderful Life	Hurts
Words	F-R David
Y.M.C.A.	Village People
Yeah	Usher feat. Lil' Jon & Ludacris
You Want Love (Maria, Maria...)	Mixed Emotions
You're Beautiful	James Blunt
You're My Heart, You're My Soul	Modern Talking
You're The One That I Want	John Travolta / Olivia Newton-John
Zombie	The Cranberries

Anhang D. Noten der ein- bis dreigestrichenen Oktaven

c' cis' d' dis' e' f' fis' g' gis' a' ais' b' c'' cis'' d'' dis'' e'' f'' fis'' g'' gis'' a'' ais'' b''
 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83

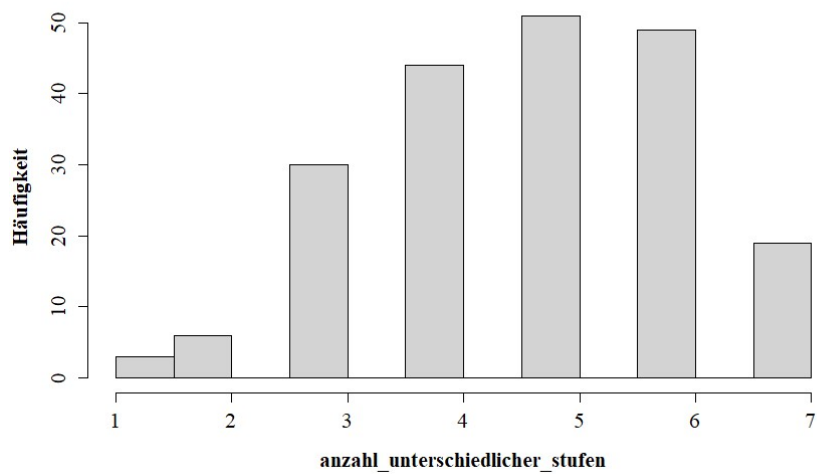
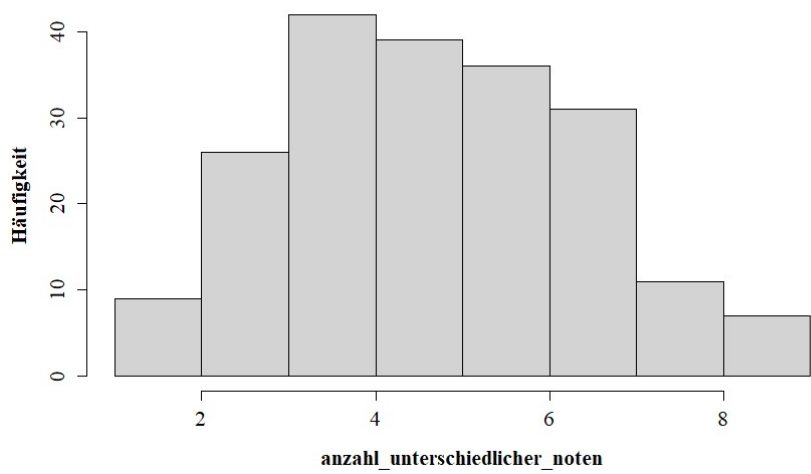
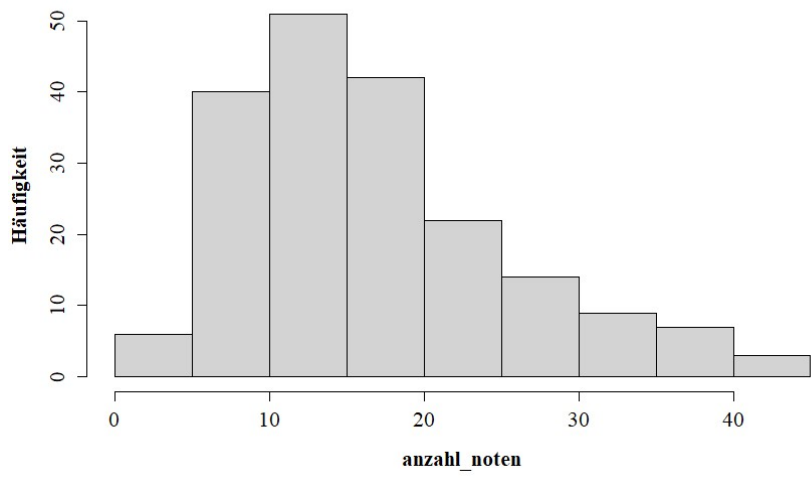
c''' cis''' d''' dis''' e''' f''' fis''' g''' gis''' a''' ais''' b'''
 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95

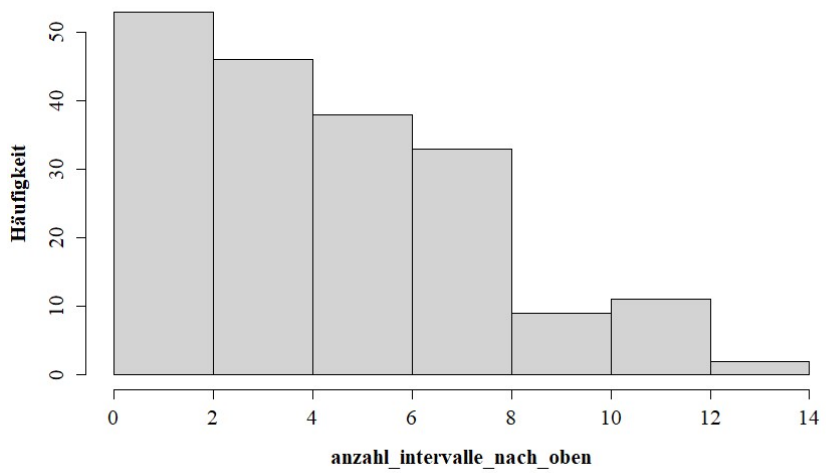
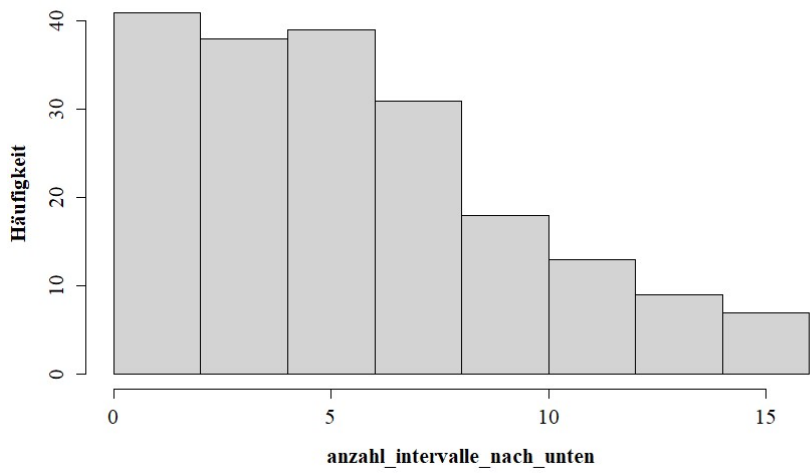
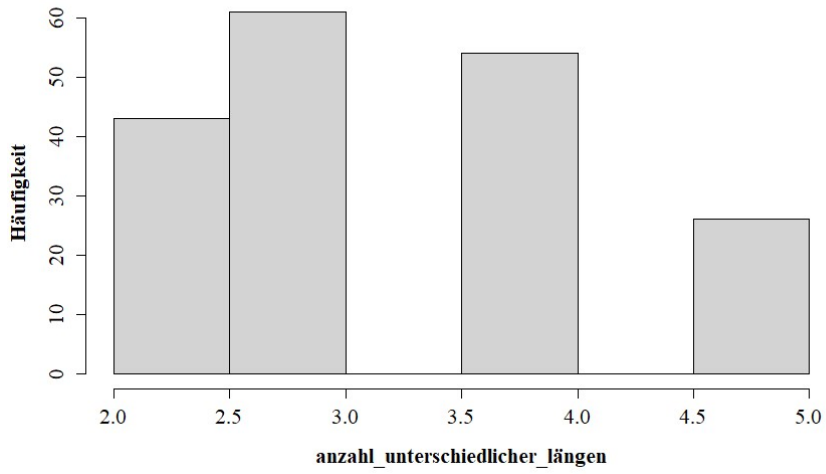
Anmerkung. Die Zahlen sind die Ausprägungen der Variablen *note*

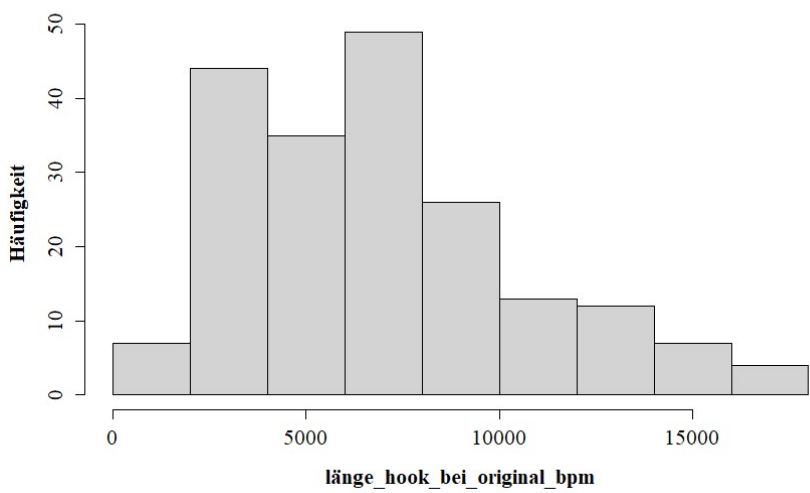
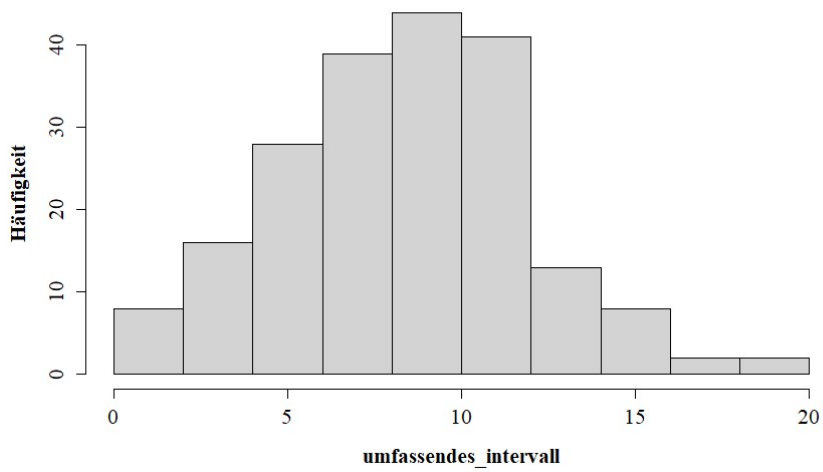
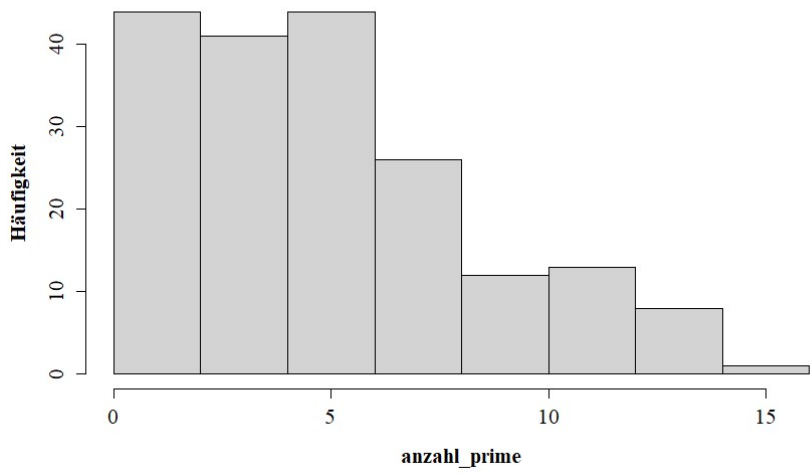
Anhang E. Häufigkeiten der Variablen *note*

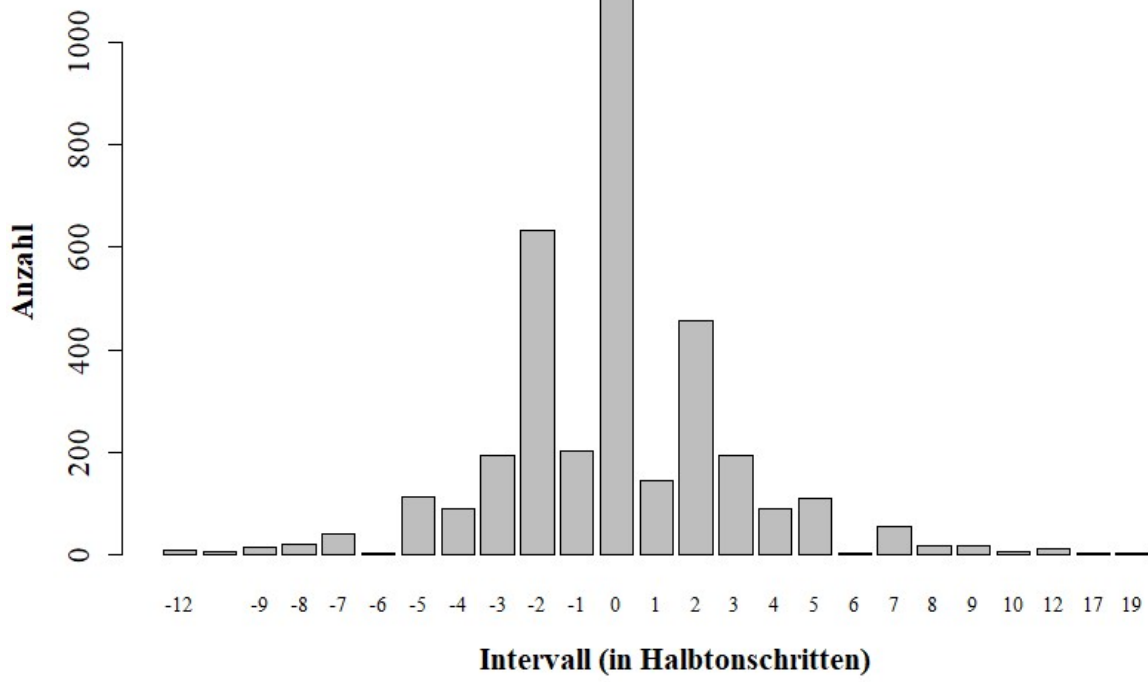
<i>note</i>	<i>notename</i>	Absolute Häufigkeiten	Kumulierte Häufigkeiten	Kumulierte relative Häufigkeiten
59	<i>b</i>	2	2	0
60	<i>c'</i>	114	116	.03
61	<i>cis'</i>	0	116	.03
62	<i>d'</i>	146	262	.07
63	<i>dis'</i>	0	262	.07
64	<i>e'</i>	342	604	.16
65	<i>f'</i>	168	772	.21
66	<i>fis'</i>	0	772	.21
67	<i>g'</i>	334	1106	.30
68	<i>gis'</i>	8	1114	.30
69	<i>a'</i>	534	1648	.44
70	<i>ais'</i>	4	1652	.44
71	<i>b'</i>	302	1954	.52
72	<i>c''</i>	596	2550	.68
73	<i>cis''</i>	5	2555	.68
74	<i>d''</i>	456	3011	.81
75	<i>dis''</i>	8	3019	.81
76	<i>e''</i>	382	3401	.91
77	<i>f''</i>	100	3501	.94
78	<i>fis''</i>	3	3504	.94
79	<i>g''</i>	110	3614	.97
80	<i>gis''</i>	2	3616	.97
81	<i>a''</i>	67	3683	.99
82	<i>ais''</i>	0	3683	.99
83	<i>b''</i>	31	3714	.99
84	<i>c'''</i>	17	3731	1
85	<i>cis'''</i>	1	3732	1
86	<i>d'''</i>	3	3735	1
87	<i>dis'''</i>	0	3735	1
88	<i>e'''</i>	1	3736	1
89	<i>f'''</i>	2	3738	1

Anhang F. Verteilungen der univariaten Auswertung









Anhang G. Übergangsmatrizen der Markov-Ketten erster Ordnung²⁴²

Anhang G1. Markov-Kette erster Ordnung für Tonfolgen

$t_1 \rightarrow t_2$

	1	1#	2	3	4	5	6	7
1	.41	0	.26	.08	.03	.03	.03	.18
1#	0	.5	0	0	.5	0	0	0
2	.17	0	.61	.22	0	0	0	0
3	.09	0	.2	.33	.09	.19	.06	.03
4	0	0	0	.12	.75	0	.12	0
5	.14	0	.1	.14	.1	.24	.19	.1
6	.14	0	.03	.06	0	.09	.51	.17
7	.33	0	0	0	0	0	.07	.6

$t_2 \rightarrow t_3$

	1	2	3	4	5	6	7
1	.32	.16	.21	0	.08	.05	.18
1#	0	1	0	0	0	0	0
2	.27	.3	.32	0	.05	.03	.03
3	.06	.29	.41	.06	.03	.15	0
4	0	0	.25	.5	.25	0	0
5	.14	0	.19	0	.38	.29	0
6	.24	0	.07	.03	.1	.48	.07
7	.35	.08	.04	0	.08	.27	.19

$t_3 \rightarrow t_4$

	1	2	2#	3	4	5	5#	6	7
1	.37	.14	0	.12	.02	.05	0	.19	.12
2	.2	.4	0	.23	.03	.03	0	.03	.07
3	.07	.29	0	.2	.18	.16	0	.09	.02
4	0	0	.09	.45	.27	.18	0	0	0
5	.13	.04	0	.39	.04	.09	0	.26	.04
6	.11	.03	.03	.09	.03	.23	.03	.46	0
7	.27	0	0	.07	0	0	0	.27	.4

$t_4 \rightarrow t_5$

	1	1#	2	2#	3	4	5	5#	6	7	E
1	.47	0	.08	0	.11	.03	.06	0	.14	.11	0
2	.33	0	.24	.03	.3	.03	.03	0	.03	0	0
2#	0	.5	0	0	.5	0	0	0	0	0	0
3	.05	0	.18	0	.46	.18	.08	0	.05	0	0
4	0	0	0	0	.33	.4	.2	0	.07	0	0
5	.05	0	.09	0	.23	.23	.23	0	.14	.05	0
5#	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
6	.23	0	0	0	.1	.03	.18	.03	.28	.1	.05
7	.13	0	.13	0	0	0	0	0	.47	.27	0

$t_5 \rightarrow t_6$

	1	2	2#	3	4	5	5#	6	7	E
1	.38	.19	0	.02	0	.07	0	.12	.19	.02
1#	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	.27	.41	0	.18	0	.05	0	0	.09	0
2#	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	.11	.19	.02	.4	.11	.13	0	.04	0	0
4	.05	.14	0	.33	.19	.1	0	.14	0	.05
5	.14	.1	0	.29	.1	.14	0	.19	.05	0
5#	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
6	.13	.06	0	.1	0	.16	.03	.35	.16	0
7	.23	.08	0	0	0	.15	0	.23	.23	.08
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_6 \rightarrow t_7$

	1	2	3	4	5	6	6#	7	E
1	.28	.13	.1	.05	.08	.1	.03	.15	.08
2	.29	.15	.29	.09	.06	.03	0	.09	0
2#	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	.1	.3	.35	.05	.17	0	0	0	.03
4	.09	.09	.18	.45	.09	0	0	0	.09
5	.05	.05	.14	0	.32	.36	0	0	.09
5#	0	0	0	0	0	1	0	0	0
6	.11	.04	.11	.04	.18	.43	0	.07	.04
7	.11	.21	0	0	.05	.37	0	.26	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

²⁴² Die Übergangsmatrizen wurden gekürzt. Alle Zustände, die innerhalb einer Matrix nicht vorkommen haben ausschließlich Übergangswahrscheinlichkeiten von 0.

t₇ → t₈

	1	1#	2	3	4	5	6	7	E
1	.39	0	.12	.12	.03	.03	.15	.12	.03
2	.28	.03	.24	.21	.07	.07	.1	0	0
3	.14	0	.33	.25	.06	.06	.08	.03	.06
4	0	0	.08	.15	.54	.15	.08	0	0
5	.12	0	.08	.35	.08	.19	.15	.04	0
6	.15	0	.06	.09	.03	.24	.29	.12	.03
6#	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	.06	0	.19	0	0	.19	.19	.38	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

t₈ → t₉

	1	2	2#	3	4	5	6	7	E
1	.31	.14	0	.06	0	.06	.14	.23	.06
1#	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	.32	.23	0	.13	.03	.03	.1	.06	.1
3	.12	.3	0	.27	.09	.06	.06	0	.09
4	0	.12	.06	.19	.44	.06	.12	0	0
5	.04	.09	0	.09	.09	.39	.26	.04	0
6	.14	0	0	.28	.03	.24	.24	.07	0
7	.19	.06	0	.06	0	.06	.25	.31	.06
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

t₉ → t₁₀

	1	2	2#	3	4	5	6	7	E
1	.26	.26	0	.09	.03	.03	.12	.18	.03
2	.19	.19	.04	.22	0	.04	.07	.07	.19
2#	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	.14	.31	0	.38	0	.14	0	0	.03
4	.07	0	0	.43	.43	.07	0	0	0
5	0	.13	0	.13	.09	.3	.26	.04	.04
6	.1	0	0	.1	0	.21	.41	.14	.03
7	.11	.06	0	.06	0	.06	.39	.28	.06
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

t₁₂ → t₁₁

	1	2	2#	3	4	5	5#	6	7	E
1	.25	.08	0	.08	.08	.12	0	.12	.25	0
2	.36	.29	0	.11	.07	.07	0	.07	0	.04
2#	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	.18	.33	0	.18	.12	.03	.03	.09	.03	0
4	.11	0	0	.11	.67	0	0	.11	0	0
5	.1	.05	0	.19	.1	.29	0	.1	.05	.14
6	.13	.06	0	.1	0	.19	0	.35	.1	.06
7	.17	0	0	.06	0	.11	0	.11	.39	.17
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

t₁₁ → t₁₂

	1	2	3	4	5	5#	6	7	E
1	.28	.19	.22	0	.03	0	.12	.09	.06
2	.33	.38	.12	.04	0	0	.04	.04	.04
2#	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	.1	.1	.3	.1	.15	0	.05	.15	.05
4	0	0	.38	.31	.19	0	.06	0	.06
5	.15	0	.1	.1	.25	0	.2	.05	.15
5#	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6	.08	.12	.08	0	.17	.04	.42	.04	.04
7	.11	.22	0	0	0	0	.33	.28	.06
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

t₁₂ → t₁₃

	1	2	3	4	4#	5	6	7	E
1	.46	.19	.08	0	0	0	.08	.15	.04
2	.28	.28	.2	0	0	.08	.04	.04	.08
3	.04	.42	.27	.08	0	.04	.08	.04	.04
4	0	.1	.2	.4	0	.2	0	0	.1
5	.06	.06	.12	.06	0	.12	.5	0	.06
5#	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6	.11	0	.11	.04	0	.22	.3	.04	.19
7	.27	.2	0	0	0	.07	.27	.2	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

t₁₃ → t₁₄

	1	2	3	4	5	6	7	E
1	.36	.11	0	.04	0	.21	.18	.11
2	.32	.29	.21	.07	0	0	.04	.07
3	.14	.24	.33	.05	.1	.05	0	.1
4	0	0	.5	.38	0	.12	0	0
4#	0	1	0	0	0	0	0	0
5	.07	0	.29	.07	.29	.21	.07	0
6	.16	.04	.2	.04	.24	.2	.08	.04
7	.3	.1	0	0	.1	.4	.1	0
E	0	0	0	0	0	0	0	1

t₁₄ → t₁₅

	1	2	3	4	5	6	7	E
1	.17	.17	.17	.03	.13	.1	.17	.07
2	.26	.26	.26	0	.05	.11	.05	0
3	.15	.23	.23	.15	.08	.08	0	.08
4	0	.11	.44	.22	.11	0	0	.11
5	.23	.08	.08	0	.15	.15	0	.31
6	.15	.05	.1	.05	.25	.15	.05	.2
7	.2	.1	0	0	.2	.2	.3	0
E	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_{15} \rightarrow t_{16}$

	1	2	3	4	5	6	7	E
1	.18	.27	.05	.09	0	.14	.09	.18
2	.35	.4	.1	0	0	.05	.05	.05
3	.09	.3	.3	.04	.13	0	.04	.09
4	0	0	.5	.38	.12	0	0	0
5	.06	0	.24	.06	.41	.18	0	.06
6	.21	0	.21	0	.07	.07	.36	.07
7	.1	0	0	0	.1	.4	.4	0
E	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{16} \rightarrow t_{17}$

	1	2	3	4	5	6	7	E
1	.39	.06	.06	0	.17	.06	.17	.11
2	.19	.14	.48	0	.14	0	0	.05
3	.1	.29	.19	.1	.14	0	0	.19
4	.14	0	.29	.43	0	0	.14	0
5	.08	.23	.08	.08	.15	.31	.08	0
6	.17	.08	0	0	.17	.25	.25	.08
7	.31	.08	.08	0	.08	.15	.31	0
E	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{17} \rightarrow t_{18}$

	1	2	3	4	5	6	7	E
1	.19	.1	.1	0	0	.14	.29	.19
2	.53	.2	.13	.07	0	0	0	.07
3	.11	.26	.37	.11	.05	0	.05	.05
4	0	0	.33	.5	0	0	0	.17
5	.07	.14	.21	0	.21	.14	0	.21
6	.1	.1	.2	0	.2	.2	0	.2
7	.08	.08	0	0	.17	.25	.42	0
E	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{18} \rightarrow t_{19}$

	1	2	3	4	4#	5	6	7	E
1	.18	.24	.18	0	0	0	.12	.24	.06
2	.29	.29	.29	.07	0	0	.07	0	0
3	.17	.22	.28	0	.06	.06	.06	0	.17
4	0	0	.67	.33	0	0	0	0	0
5	0	0	.12	0	0	.38	.38	0	.12
6	.1	.1	0	0	0	.2	.4	.1	.1
7	.25	.08	0	0	0	0	.17	.33	.17
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{19} \rightarrow t_{20}$

	1	2	3	4	5	6	7	E
1	.07	.5	.07	0	0	.14	.07	.14
2	.5	.29	.07	0	0	.07	0	.07
3	.06	.35	.29	.06	.06	.12	0	.06
4	0	0	.33	.33	0	.33	0	0
4#	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	0	.5	0	.33	0	0	.17
6	.15	0	.08	0	.23	.23	.23	.08
7	.33	0	0	0	.11	.33	.22	0
E	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{20} \rightarrow t_{21}$

	1	2	3	4	4#	5	5#	6	7	E
1	.14	.36	.14	0	0	.07	0	0	.21	.07
2	.35	.06	.29	.06	0	.06	0	.06	0	.12
3	.08	.15	.31	0	.08	.08	0	.08	0	.23
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	.14	0	0	.14	0	.29	0	.29	0	.14
6	.08	.08	.08	0	0	0	.08	.33	.25	.08
7	.17	0	0	0	0	.17	0	.33	.33	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{21} \rightarrow t_{22}$

	1	2	3	4	5	6	7	E
1	.33	.25	.08	0	0	.08	.08	.17
2	.56	.11	.11	0	.22	0	0	0
3	.08	.25	.42	.17	0	0	.08	0
4	0	0	.5	.5	0	0	0	0
4#	0	0	1	0	0	0	0	0
5	.17	.17	.17	.17	.33	0	0	0
5#	0	0	0	0	0	1	0	0
6	0	0	0	0	.3	.6	.1	0
7	0	0	0	0	.25	.62	.12	0
E	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{22} \rightarrow t_{23}$

	1	2	3	4	5	6	7	E
1	.18	.64	.09	.09	0	0	0	0
2	.38	.25	0	0	0	0	.38	0
3	.09	.45	.36	0	.09	0	0	0
4	0	0	.4	.4	0	.2	0	0
5	.11	0	0	0	.33	.22	.11	.22
6	0	.08	.08	0	.08	.54	.08	.15
7	.5	0	.25	0	0	0	.25	0
E	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_{23} \rightarrow t_{24}$

	1	2	3	4	5	6	7	E
1	.22	.22	.11	0	0	.33	0	.11
2	.47	.13	0	.2	0	.13	0	.07
3	0	.44	.44	0	0	0	0	.11
4	0	0	.33	.67	0	0	0	0
5	0	0	.2	0	.6	.2	0	0
6	.3	0	0	0	.4	.2	.1	0
7	.33	0	0	0	.33	.17	.17	0
E	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{24} \rightarrow t_{25}$

	1	2	3	4	5	6	6#	7	E
1	.14	.29	0	0	0	.21	.07	.29	0
2	.38	0	.25	0	.12	0	0	0	.25
3	0	.14	.57	0	.14	0	0	0	.14
4	0	.2	.2	.6	0	0	0	0	0
5	0	.22	.22	.11	.33	.11	0	0	0
6	0	0	0	0	.22	.33	0	.11	.33
7	.5	0	0	0	0	0	0	0	.5
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{25} \rightarrow t_{26}$

	1	2	3	4	5	5#	6	7	E
1	.33	.33	0	0	.17	0	0	0	.17
2	.38	0	.12	0	.12	0	.12	.25	0
3	.22	.33	.11	.11	.11	0	0	.11	0
4	0	.25	0	.5	0	0	0	0	.25
5	0	0	.29	0	.29	0	.29	0	.14
6	.29	0	0	0	0	.14	.14	0	.43
6#	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	.8	.2	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{26} \rightarrow t_{27}$

	1	2	3	4	5	6	7	E
1	.4	.1	.3	.1	0	.1	0	0
2	0	0	.67	0	.17	.17	0	0
3	.25	0	0	.25	0	0	0	.5
4	0	0	0	.67	.33	0	0	0
5	.4	.2	.2	0	.2	0	0	0
5#	0	0	0	0	0	1	0	0
6	.12	0	0	0	.25	.38	.12	.12
7	0	0	.25	0	0	0	0	.75
E	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{27} \rightarrow t_{28}$

	1	2	3	4	5	6	6#	7	E
1	.62	0	0	0	0	0	.12	.25	0
2	.5	0	0	0	0	0	0	0	.5
3	.11	.33	.22	.22	.11	0	0	0	0
4	0	.25	.25	.5	0	0	0	0	0
5	0	.2	.2	0	.4	.2	0	0	0
6	0	0	0	0	0	.67	0	.17	.17
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{28} \rightarrow t_{29}$

	1	2	3	4	5	6	7	E
1	.62	.12	.12	0	0	0	.12	0
2	.2	.2	.4	0	0	0	.2	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0
4	0	0	.25	.5	0	.25	0	0
5	0	.33	.33	0	.33	0	0	0
6	.2	.2	0	0	.2	.2	0	.2
6#	1	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	.67	.33	0
E	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{29} \rightarrow t_{30}$

	1	2	3	4	5	5#	6	6#	E
1	.38	.25	0	0	.12	0	.12	.12	0
2	.5	.25	.25	0	0	0	0	0	0
3	0	.33	.11	.33	.22	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	.5	0	.5	0	0
6	.25	0	.25	0	.25	.25	0	0	0
7	0	.33	0	0	0	0	.67	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Anhang G2. Markov-Kette erster Ordnung für Tonlängen

$t_1 \rightarrow t_2$

	Z	ST	ZP	S	A	AP	V	VP	H	HP	G
Z	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	.8	.15	.05	0	0	0	0	0
SP	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
A	0	.01	0	.06	.83	.03	.07	0	0	0	0
AP	0	0	0	.43	.14	.43	0	0	0	0	0
V	0	0	.02	.06	.32	.04	.45	.04	.04	.04	0
VP	0	0	0	0	0	0	.25	.75	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	.5	0	.5	0	0
HP	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	.67	.33	0

$t_3 \rightarrow t_4$

	Z	ST	ZP	S	SP	A	AP	V	HT	VP	H	HP	G
ST	0	.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.5
S	.08	0	0	.52	.04	.28	0	.04	.04	0	0	0	0
SP	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A	0	0	0	.07	0	.58	.07	.16	0	.09	.02	0	0
AP	0	0	0	.38	.12	.5	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	.07	0	.43	0	.33	0	.1	.05	.02	0
HT	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
VP	0	0	0	0	0	.4	0	.4	0	.2	0	0	0
H	0	0	0	0	.2	.2	0	.4	0	0	.2	0	0
HP	0	0	0	0	0	.5	0	.5	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
GP	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

$t_2 \rightarrow t_3$

	ST	S	SP	A	AP	V	HT	VP	H	HP	G	GP
Z	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZP	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST	0	.57	0	.25	.11	.04	.04	0	0	0	0	0
A	0	.05	0	.67	.01	.2	.01	.03	.02	0	.01	.01
AP	0	.18	0	.36	.18	.09	0	.09	.09	0	0	0
V	.03	0	0	.49	.06	.31	0	.03	.03	.06	0	0
VP	0	0	0	.2	0	.8	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	.33	0	.33	0	0	.33	0	0	0
HP	0	0	0	.75	0	.25	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

$t_4 \rightarrow t_5$

	Z	S	AT	SP	A	AP	V	VP	H	HP	G	E
Z	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ST	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ZP	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	.63	.04	0	.11	.19	0	0	.04	0	0	0
SP	0	0	0	0	.67	.33	0	0	0	0	0	0
A	0	.11	0	0	.68	.02	.1	.03	.04	0	.01	0
AP	0	.12	0	.12	.38	.12	.25	0	0	0	0	0
V	0	.05	0	0	.36	.08	.38	.05	.03	.03	.03	0
HT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
VP	0	0	0	0	.53	0	.33	.13	0	0	0	0
H	0	0	0	0	.4	0	.4	0	.2	0	0	0
HP	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_5 \rightarrow t_6$

	ZP	S	AT	SP	A	AP	V	VP	H	HP	G	GP	E
Z	0	0	0	0	.5	0	.5	0	0	0	0	0	0
S	0	.61	0	.06	.16	.13	.03	0	0	0	0	0	0
AT	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP	.5	0	0	0	.5	0	0	0	0	0	0	0	0
A	0	.08	0	0	.61	.02	.19	.03	.01	.02	.01	.01	.02
AP	0	.08	0	0	.5	.33	0	0	.08	0	0	0	0
V	0	.03	0	0	.56	0	.32	.06	0	0	0	0	.03
VP	0	.29	0	0	.57	0	.14	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	.43	.14	.29	0	.14	0	0	0	0
HP	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	.5	0	0	0	0	0	.5
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_7 \rightarrow t_8$

	Z	S	A	VT	AP	V	HT	VP	H	GT	HP	G	E
S	0	.48	.3	0	.11	.04	.04	0	0	0	0	.04	0
AT	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP	0	.33	.33	0	.33	0	0	0	0	0	0	0	0
A	.01	.02	.65	0	.05	.19	0	.03	0	.02	.01	0	.02
AP	0	.14	.57	0	.14	0	0	0	0	0	0	0	.14
V	0	.06	.29	.03	0	.4	0	.06	.09	.03	.06	0	0
HT	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
VP	0	.14	.29	0	0	.14	0	.29	0	0	0	.14	0
H	0	0	0	0	0	.67	0	0	.17	0	0	0	.17
GT	0	0	.67	0	0	.33	0	0	0	0	0	0	0
HP	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_6 \rightarrow t_7$

	S	AT	SP	A	AP	V	HT	VP	H	GT	HP	E
ZP	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	.45	0	0	.39	.06	0	0	.03	.03	0	0	.03
AT	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP	0	0	0	.5	0	0	0	0	0	.5	0	0
A	.08	0	.01	.59	.03	.22	.01	.02	.02	.02	0	.01
AP	.18	0	0	.45	.18	.09	0	0	0	0	0	.09
V	.06	0	0	.47	0	.25	0	.08	.06	0	.03	.06
VP	.2	0	0	.4	0	.2	0	0	0	0	0	.2
H	0	0	.33	0	0	.33	0	0	.33	0	0	0
HP	0	0	0	0	0	.5	0	.5	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
GP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_8 \rightarrow t_9$

	S	SP	A	AP	V	HT	VP	H	GT	HP	G	GP	E
Z	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	.65	0	.2	.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A	.13	0	.55	.09	.16	.01	.02	.02	.01	0	0	0	0
VT	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AP	.36	0	.45	.09	0	0	0	.09	0	0	0	0	0
V	.03	0	.33	.03	.36	0	0	.05	0	.03	.03	.03	.13
HT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
VP	0	0	.29	0	.57	0	0	0	0	0	0	0	.14
H	.25	0	.25	0	.25	0	0	0	0	0	0	0	.25
GT	0	0	.67	.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HP	0	0	.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.33
G	0	0	.5	0	.5	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_9 \rightarrow t_{10}$

	ZT	Z	ZP	S	SP	A	AP	V	VP	H	GT	HP	E
S	0	.03	.03	.58	0	.23	.13	0	0	0	0	0	0
SP	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A	0	0	0	.05	0	.61	.05	.21	0	.02	.01	.01	.04
AP	0	0	0	.36	.14	.21	.07	.14	0	0	0	0	.07
V	0	0	0	.03	0	.43	0	.31	.06	.11	0	.03	.03
HT	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
VP	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	.2	.4	0	0	0	0	0	0	.4
GT	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
HP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
GP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_{11} \rightarrow t_{12}$

	S	SP	A	AP	V	VP	H	GT	G	E
Z	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
S	.62	0	.31	0	.08	0	0	0	0	0
A	.09	.02	.6	.04	.18	.02	.01	.01	.01	.01
AP	.17	0	.67	.17	0	0	0	0	0	0
V	.04	0	.21	.04	.42	.08	0	0	0	.21
VP	0	0	.5	0	.25	0	.12	0	0	.12
H	0	0	.4	0	.2	0	0	0	.2	.2
GT	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
GP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_{10} \rightarrow t_{11}$

	Z	S	A	AP	V	VP	H	GT	G	GP	E
ZT	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Z	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
S	0	.43	.54	.04	0	0	0	0	0	0	0
SP	0	0	.67	.33	0	0	0	0	0	0	0
A	0	.01	.73	.02	.12	.04	.04	0	.01	0	.02
AP	0	0	.33	.11	.11	.11	.11	0	0	0	.22
V	0	0	.4	.03	.37	.07	.03	.03	0	0	.07
VP	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
H	0	0	.5	0	.17	0	0	0	0	0	.33
GT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
HP	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_{12} \rightarrow t_{13}$

	ZT	S	SP	A	AP	V	HT	VP	H	G	GP	E
S	0	.74	.05	.11	.11	0	0	0	0	0	0	0
SP	0	0	0	0	.5	.5	0	0	0	0	0	0
A	0	.08	.01	.63	.03	.17	0	.01	.01	.01	.01	.04
AP	0	0	0	.33	.33	.17	.17	0	0	0	0	0
V	.03	.03	0	.34	.06	.25	0	.06	.06	0	0	.16
VP	0	0	0	.75	0	.25	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	.5	0	0	0	0	0	0	0	.5
GT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G	0	0	0	0	0	.5	0	0	0	0	0	.5
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_{13} \rightarrow t_{14}$

	Z	S	A	AP	V	HT	VP	H	HP	E
ZT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	.52	.29	0	.14	.05	0	0	0	0
SP	0	0	.5	0	.5	0	0	0	0	0
A	0	.1	.54	.04	.18	.01	.04	.04	0	.03
AP	0	.33	.33	.33	0	0	0	0	0	0
V	0	.08	.32	0	.32	0	.04	.12	.04	.08
HT	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
VP	0	0	.33	0	.33	0	.33	0	0	0
H	0	0	.33	0	0	0	0	0	0	.67
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
GP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{14} \rightarrow t_{15}$

	ST	S	SP	A	AP	V	HT	H	HP	G	E
Z	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	.26	.04	.48	.13	.04	0	0	0	0	.04
A	0	.05	0	.59	.09	.17	.02	.05	.02	0	.02
AP	0	0	.17	.17	.33	0	0	0	0	0	.33
V	0	0	0	.48	.04	.24	0	0	0	.04	.2
HT	0	.5	0	0	0	0	0	0	0	0	.5
VP	0	0	0	.6	0	.2	0	.2	0	0	0
H	0	0	0	.33	0	.33	0	0	0	0	.33
HP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{15} \rightarrow t_{16}$

	S	AT	SP	A	AP	V	HT	VP	H	G	E
ST	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	.5	.1	0	.3	.1	0	0	0	0	0	0
SP	0	0	0	.5	0	0	0	0	0	0	.5
A	.14	0	0	.56	.03	.13	.02	.03	.03	0	.06
AP	.45	0	.09	.18	.27	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	.35	0	.3	0	.1	.05	.05	.15
HT	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	.5	0	.25	0	0	0	0	.25
HP	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{16} \rightarrow t_{17}$

	S	AT	A	AP	V	VP	H	G	E
S	.45	0	.15	.25	.05	0	.05	0	.05
AT	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SP	0	0	1	0	0	0	0	0	0
A	.02	0	.75	.02	.17	0	0	0	.04
AP	0	0	.5	.33	0	0	.17	0	0
V	.07	0	.33	0	.2	.07	.07	.07	.2
HT	0	0	0	1	0	0	0	0	0
VP	0	0	0	0	.25	.25	0	0	.5
H	0	0	.67	0	.33	0	0	0	0
G	0	0	0	0	.5	0	0	.5	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{17} \rightarrow t_{18}$

	S	AT	SP	A	AP	V	VP	H	GT	G	E
S	.55	0	0	.36	.09	0	0	0	0	0	0
AT	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A	.06	0	0	.68	.02	.15	.02	0	0	.02	.06
AP	.11	0	.11	.33	0	.11	0	.11	0	0	.22
V	.06	0	0	.31	.06	.25	0	.06	.06	.06	.12
VP	0	0	0	0	0	.5	0	0	0	0	.5
H	0	0	0	0	.33	0	0	0	0	0	.67
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

 $t_{18} \rightarrow t_{19}$

	S	SP	A	AP	V	HT	VP	H	G	E
S	.82	0	.09	0	0	.09	0	0	0	0
AT	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SP	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
A	.02	.02	.62	.06	.12	0	.06	.02	0	.06
AP	.75	0	0	0	.25	0	0	0	0	0
V	.07	0	.29	0	.36	0	.07	.07	.07	.07
VP	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
GT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G	0	0	0	0	.5	0	0	0	0	.5
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_{19} \rightarrow t_{20}$

	S	SP	A	AP	V	VP	H	GT	E
S	.5	0	.21	.29	0	0	0	0	0
SP	0	0	1	0	0	0	0	0	0
A	.08	0	.68	.03	.14	.03	0	0	.05
AP	.25	.25	0	.25	0	0	0	.25	0
V	.08	0	.46	0	.38	0	0	0	.08
HT	0	0	1	0	0	0	0	0	0
VP	0	0	.25	0	.25	.25	.25	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_{20} \rightarrow t_{21}$

	Z	S	A	AP	V	VP	H	GP	E
S	.08	.67	.17	0	0	.08	0	0	0
SP	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A	0	.05	.57	.03	.22	0	0	.03	.11
AP	0	.5	.17	.17	0	0	0	0	.17
V	0	.09	.09	.09	.55	0	.09	0	.09
VP	0	0	.5	0	0	0	0	0	.5
H	0	0	1	0	0	0	0	0	0
GT	0	0	0	0	1	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_{21} \rightarrow t_{22}$

	Z	S	SP	A	AP	V	HT	VP	H	HP	G	E
Z	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	.64	0	.21	.07	0	0	.07	0	0	0	0
A	0	.07	0	.67	.07	.11	0	.04	0	.04	0	0
AP	0	0	.67	0	0	0	.33	0	0	0	0	0
V	0	0	0	.33	.07	.33	0	.07	.07	0	.07	.07
VP	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
GP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_{22} \rightarrow t_{23}$

	S	AT	A	AP	V	VP	E
Z	0	0	1	0	0	0	0
S	.64	0	.18	.18	0	0	0
SP	0	0	1	0	0	0	0
A	.07	.04	.59	.07	.07	.07	.07
AP	.25	0	.5	0	0	0	.25
V	0	0	.38	.12	.5	0	0
HT	0	0	1	0	0	0	0
VP	0	0	1	0	0	0	0
H	0	0	.5	0	.5	0	0
HP	0	0	0	0	1	0	0
G	0	0	0	0	0	0	1
E	0	0	0	0	0	0	1

$t_{23} \rightarrow t_{24}$

	S	AT	A	AP	V	VP	HP	GP	E
S	.9	0	.1	0	0	0	0	0	0
AT	0	1	0	0	0	0	0	0	0
A	.16	0	.61	.03	.1	0	0	.03	.06
AP	.2	0	.4	.2	0	0	0	0	.2
V	0	0	.25	.12	.38	.12	.12	0	0
VP	0	0	.5	0	.5	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_{24} \rightarrow t_{25}$

	S	AT	SP	A	AP	V	VP	H	E
S	.67	0	0	.2	.07	.07	0	0	0
AT	0	1	0	0	0	0	0	0	0
A	.08	0	.04	.52	.04	.08	.04	.04	.16
AP	0	0	0	.33	.67	0	0	0	0
V	0	0	0	.57	.14	0	0	.14	.14
VP	0	0	0	0	0	0	1	0	0
HP	0	0	0	0	0	0	0	0	1
GP	0	0	0	0	0	0	0	0	1
E	0	0	0	0	0	0	0	0	1

$t_{25} \rightarrow t_{26}$

	S	AT	A	AP	V	E
S	.33	0	.42	.25	0	0
AT	0	0	1	0	0	0
SP	0	0	0	0	0	1
A	.14	0	.43	.05	.29	.1
AP	0	.2	.4	.2	.2	0
V	0	0	.33	.33	0	.33
VP	0	0	.5	0	.5	0
H	0	0	0	0	0	1
E	0	0	0	0	0	1

$t_{26} \rightarrow t_{27}$

	S	A	AP	V	VP	E
S	.57	.29	.14	0	0	0
AT	0	1	0	0	0	0
A	.11	.68	.05	.05	0	.11
AP	0	.5	.5	0	0	0
V	0	0	0	.25	.25	.5
E	0	0	0	0	0	1

$t_{27} \rightarrow t_{28}$

	ZT	S	A	V	VP	H	E
S	0	.5	.33	0	0	.17	0
A	.05	.21	.58	.05	.05	0	.05
AP	0	.2	.4	.2	0	0	.2
V	0	0	.33	.33	0	.33	0
VP	0	0	0	0	1	0	0
E	0	0	0	0	0	0	1

$t_{28} \rightarrow t_{29}$

	Z	S	AT	A	AP	V	E
ZT	1	0	0	0	0	0	0
S	0	.75	0	.12	.12	0	0
A	0	.19	.06	.69	0	.06	0
V	0	.33	0	.33	0	.33	0
VP	0	0	0	.33	0	.67	0
H	0	.5	0	0	0	0	.5
E	0	0	0	0	0	0	1

$t_{29} \rightarrow t_{30}$

	Z	S	AT	A	AP	V	H	E
ZT	1	0	0	0	0	0	0	0
S	0	.82	0	.09	.09	0	0	0
A	0	0	1	0	0	0	0	0
V	0	0	0	.71	0	.21	.07	0
VP	0	1	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	.25	.25	0	.5	0
E	0	0	0	0	0	0	0	1

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Korinna Gabriele Lorentz, ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Masterarbeit mit dem Titel: „Erfolgversprechende Melodien – Analyse der Hooklines erfolgreicher Popsongs zur Erkennung von Mustern hinsichtlich der Aufeinanderfolge von Tönen und Tonlängen“ selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen wurden, sind in jedem Fall unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht oder in anderer Form als Prüfungsleistung vorgelegt worden.

Ich habe die Bedeutung der ehrenwörtlichen Versicherung und die prüfungsrechtlichen Folgen (§23 Abs. 2 Master-SPO (3 Semester) der HdM) einer unrichtigen oder unvollständigen ehrenwörtlichen Versicherung zur Kenntnis genommen.

Kiel, 06.05.2021

Ort, Datum

Korinna Lorentz

Unterschrift