

## Forschungsberichte

# Prägnanzwahrnehmung bei exemplarischen Leitmotiven des Serienuniversums „CW’s Arrowverse“ – Zwei kognitionspsychologische Studien

Perception of Conciseness in Exemplary Leitmotifs From the “CW’s Arrowverse” TV Series – Two Studies in Cognitive Psychology

Marietta Ungerer\*<sup>1</sup>, Anna Wolf<sup>1</sup>

[1] Institut für Systematische Musikwissenschaft, Universität Hamburg, Hamburg, Deutschland.

## Zusammenfassung

Prägnanz ist eines der grundlegenden Konzepte der Gestaltpsychologie, aber vergleichsweise wenig für den musikalischen Bereich erforscht. Prägnanz wird dabei häufig als übergeordnetes Gestaltgesetz beschrieben, das mehrere Unterkategorien wie zum Beispiel Ordnung aufweist. Die vorliegende Forschungsarbeit hatte daher zum Ziel, den Einfluss von melodischer und rhythmischer Entropie als Ordnungsmaß auf die Prägnanzwahrnehmung von filmmusikalischen Leitmotiven aus dem amerikanischen TV-Serienuniversum „CW’s Arrowverse“ zu untersuchen. Basierend auf einer explorativen Teilstudie mit musikalischen ExpertInnen (N = 17) wurde eine zweite Online-Studie mit Nicht-ExpertInnen (N = 50) durchgeführt, bei denen die ProbandInnen zehn Leitmotive mit Hilfe von 15 Adjektiven bewerten sollten. Mit jeweils sechs bzw. zehn dieser Adjektive konnten zwei wahrnehmungspsychologische Faktoren für Prägnanz bzw. Entropie der Leitmotive mittels explorativer Faktorenanalysen identifiziert werden. Zwischen diesen Faktoren zeigte sich ein negativer quadratischer Zusammenhang ( $F(2,7) = 1.12, p = .38$ ), der 24.3% der Varianz aufklärte. Dies stimmt mit bisherigen Erkenntnissen überein und liefert Anregungen für weiterführende Forschung. Während Random-Forest-Modelle in Teilstudie I zunächst noch das melodisch-rhythmische Feature „metric\_complexity\_division“ (0.03) als zentral zur computerbasierten Abbildung von Prägnanzwahrnehmung identifizierten, konnten die verwendeten Modelle in Teilstudie II keine Ergebnisse generieren. Gründe für die gefunden Schwächen werden diskutiert und liefern wichtige Erkenntnisse auf dem Gebiet der Computational Musicology.

*Schlüsselwörter:* Gestalt, Prägnanz, Leitmotiv, Entropie, „CW’s Arrowverse“

## Abstract

Conciseness is one of the most fundamental concepts in Gestalt psychology yet comparatively little researched for the musical field. Conciseness is often described as a superior law of design, with several subcategories including order. Therefore, the aim of this study was to investigate the influence of melodic and rhythmic entropy, as measures of order, on the perception of conciseness of leitmotifs taken from the film music of the American TV shows known as the ‘CW’s Arrowverse’. Two studies were conducted online which the participants were asked to evaluate 10 leitmotifs using 15 adjectives. Study I was conducted with musical experts (N = 17) and study II with non-experts (N = 27). Based on seven or six of these adjectives two perceptual psychological factors for conciseness or entropy of the leitmotifs could be identified by means of exploratory factor analyses. A negative quadratic relationship ( $F(2,7) = 1.12, p = .38$ ) was found between these factors, resolving 24.3% of the variance. This is consistent with previous findings and provides inspiration for further research. While random forest models in survey study I still identified the melodic-rhythmic feature "metric\_complexity\_division" (0.03) as central to computer-based mapping of conciseness perception, the models used in survey study II failed to generate results. Reasons for the weaknesses found are discussed and provide important insights in the field of computational musicology.

*Keywords:* gestalt, conciseness, leitmotif, entropy, „CW’s Arrowverse“

Jahrbuch Musikpsychologie, 2022, Vol. 31, Artikel e111, <https://doi.org/10.5964/jbdgm.111>

Eingereicht: 2021-09-17. Akzeptiert: 2022-10-20. Publiziert (VoR): 2022-12-20.

Begutachtet von: Klaus Frieler; Jörg Mühlhans.

\*Korrespondenzanschrift: CC Music Performance Research, Hochschule Luzern - Musik, Arsenalstrasse 28a, 6010 Luzern-Kriens, Schweiz. E-mail: [marietta.ungerer@hslu.ch](mailto:marietta.ungerer@hslu.ch)



Dieser Open-Access-Artikel steht unter den Bedingungen einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz, CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>). Diese erlaubt für beliebige Zwecke (auch kommerzielle) den Artikel zu verbreiten, in jedem Medium zu vervielfältigen, Abwandlungen und Bearbeitungen anzufertigen, unter der Voraussetzung, dass der Originalartikel angemessen zitiert wird.

Die Gestaltwahrnehmung nach bestimmten Prinzipien oder Gesetzen gehört sowohl im visuellen als auch im auditiven Bereich zu den fundamentalen kognitiven Eigenschaften des Menschen und wurde daher für beide Bereiche bereits ausführlich erforscht (s. Jäkel et al., 2016; Oehler, 2014). Insbesondere das Gesetz der guten Gestalt bzw. Prägnanz hat jedoch augenscheinlich in der musikalischen Forschung bisher nur wenig Beachtung gefunden, mit nennenswerten Ausnahmen wie z. B. Mongoven und Carbon (2017) oder Clemente et al. (2020).

Ein spezieller Fokus der vorliegenden Studie liegt auf der Erforschung des Einflusses von melodischer und rhythmischer Entropie auf die Wahrnehmung der guten Gestalt der Leitmotive. Das Gesetz der guten Gestalt wird gegenüber den anderen sechs Gestaltgesetzen häufig als übergeordnetes Prägnanzkonzept beschrieben (u. a. Goldstein, 2015), welches u. a. Ordnung als Unterkategorie miteinbezieht. Basierend auf der beschriebenen Teilstudie I, die melodische und rhythmische Entropie als zentrale Eigenschaften von musikalisch prägnanten Leitmotiven identifizieren konnte, und musikpsychologischen sowie computerbasierten musikwissenschaftlichen Erkenntnissen wurde das informationstheoretische Konzept der Entropie als Ordnungsmaß für die kognitionspsychologische Untersuchung der Leitmotive gewählt. Nachfolgend sollen die grundlegenden Konzepte der Gestaltpsychologie und weiterführend die Leitmotiv-Technik beschrieben werden. Anschließend folgt eine umfassende Darstellung der durchgeführten kognitionspsychologischen Studien. Die gestaltpsychologischen Begriffe „gute Gestalt“ und „Prägnanz“ werden im Folgenden synonym zueinander verwendet. Ebenso wird stets von Filmmusik gesprochen, auch wenn es sich im vorliegenden Fall um Serienmusik handelt.

## Gestaltpsychologie

Die Gestaltpsychologie beschäftigt sich als Teilgebiet der Psychologie mit den kognitiven Wahrnehmungsprozessen von Sinneseindrücken unter der Grundannahme, dass Perzepte „ursprünglich immer als Gestalt“ („Gestaltpsychologie“, 2019) vorgefunden werden. Die empirische Gestaltpsychologie als eigenes Forschungsfeld findet ihren Ursprung in Max Wertheimers 1912 durchgeführten Untersuchungen zum stroboskopischen Sehen, während der Begriff der Gestalt bereits knapp zwei Jahrzehnte früher von Christian von Ehrenfels eingeführt wurde („Gestaltpsychologie“, 2019). Ehrenfels (1890) erklärt „Gestalten nicht als blosse Zusammenfassung von Elementen, sondern als etwas (den Elementen gegenüber, auf denen sie beruhen), Neues und bis zu gewissem Grade Selbständiges“ (Ehrenfels, 1890, S. 250). Diese Definition bietet die Grundlage für eine der zentralen Ansichten der GestaltpsychologInnen, die besagt, dass das Ganze mehr als die Summe seiner Teile ist (Wertheimer, 1922). Die menschliche Wahrnehmung analysiert demnach nicht die einzelnen Elemente eines Sinneseindrucks und setzt diese anschließend zusammen, sondern vielmehr werden diese Einzelteile bereits von Anfang an in einem größeren Kontext und als Ganzes wahrgenommen (Wertheimer, 1922).

Dieser unmittelbare und ganzheitliche Wahrnehmungsprozess geschieht nach bestimmten Regeln oder Prinzipien, die die wahrzunehmenden Elemente in sinnvollen Einheiten zusammenfassen (Spering & Schmidt, 2009). Diese Regeln sind heutzutage als *Gestaltgesetze* bekannt und sollen im folgenden Abschnitt näher betrachtet werden.

### **Gestaltgesetze**

Die *Gestaltgesetze* wurden in den 1920er Jahren von GestaltpsychologInnen um Max Wertheimer untersucht und formuliert (Spering & Schmidt, 2009). Wertheimer selbst sprach ursprünglich nur von fünf sogenannten „Prinzipien der Zusammengefasstheit“ (Wertheimer, 1923, S. 302), jedoch gab es im Laufe des letzten Jahrhunderts diverse weitere Forschungen auf dem Gebiet der Gestaltwahrnehmung, sodass sowohl die Bezeichnungen der Gesetze als auch ihre Anzahl von Quelle zu Quelle merklich variieren. Im Allgemeinen kristallisierten sich sechs *Gestaltgesetze* heraus, die wie folgt definiert sind:

Das *Gesetz der Nähe* erklärt, dass nahe beieinander liegende Elemente eher zu einer Einheit zusammengefasst werden als solche, die weiter voneinander entfernt sind. Diese Nähe kann dabei sowohl zeitlicher als auch örtlicher Natur sein. Im Hinblick auf die zeitliche Komponente von Musik findet dieses Gesetz bei kurz aufeinander folgenden Tönen oder bei simultan erklingenden Klängen Anwendung. Darüber hinaus kann dieses Gesetz auch im Bereich der Tonhöhen angewendet werden, da Töne ebenfalls eher mit Tönen ähnlicher Tonhöhe zusammengefasst werden.

Das *Gesetz der Ähnlichkeit*, ursprünglich auch Gleichheit genannt (Wertheimer, 1923), besagt, dass sich ähnelnde oder identische Elemente als Einheit wahrgenommen werden. Oehler (2014) erklärt beispielsweise Klangfarbe als einen wichtigen Gruppierungsfaktor bei seiner Darstellung der auditorischen Szenenanalyse. Er berichtet von grundlegenden Experimenten zur Unterscheidung von Sinustönen und Gruppenklängen, die darauf hindeuten, dass Klänge mit ähnlicher Klangfarbe nicht getrennt wahrgenommen werden (Stream Segregation), sondern aufgrund ihrer Ähnlichkeit zu demselben auditorischen Stream zusammengefasst werden.

Nach dem *Gesetz der Geschlossenheit* gibt es in der musikalischen Wahrnehmung die Tendenz, Töne so zu gruppieren, dass sich geschlossene rhythmische und/oder melodische Figuren ergeben (u. a. Wertheimer, 1923). Als Beispiel könnten regelmäßige Perioden angeführt werden, die in ihrer achttaktigen Erscheinungsform mit einem Halbschluss in der Hälfte und einem Ganzschluss am Ende einen geschlossenen Rahmen bilden.

Nach dem *Gesetz der guten Fortsetzung* werden sich verändernde Elemente bezüglich der Richtung ihrer Merkmalsänderung gruppiert. So wird eine absteigende Melodie solange als Einheit wahrgenommen, bis sich z. B. durch einen aufsteigenden Sprung eine neue Melodie und somit auch eine neue Einheit ergeben kann (u. a. Spering & Schmidt, 2009; Wertheimer, 1923).

Das *Gesetz des gemeinsamen Schicksals* ist jenem der guten Fortsetzung sehr ähnlich und beschreibt quasi die Voraussetzung dafür. Hierbei werden Elemente, die sich synchron in gleiche Richtung bewegen, als Einheit wahrgenommen (u. a. Spering & Schmidt, 2009; Wertheimer, 1923). Gerade dieses Gesetz und das der guten Fortsetzung werden in verschiedenen Quellen unterschiedlich definiert und können, vor allem für die Domäne Musik, als sich überschneidende Prozesse der Mustererkennung betrachtet werden (s. z. B. Frieler, 2018).

Auf das *Gesetz der Prägnanz* soll im Rahmen der vorliegenden Arbeit besonders eingegangen werden. Nach Spering und Schmidt (2009) sorgt das Gesetz der guten Gestalt bzw. Prägnanz dafür, dass Elemente bevorzugt so gruppiert werden, dass sich prägnante Formen ergeben. Dem Gesetz der guten Gestalt widmet sich u. a. auch Hüppe (1984) und nähert sich diesem über drei Ebenen an: Prägnanzstufe, Prägnanztendenz und gute Gestalt. Prägnanzstufe erklärt

die Eigenschaft prägnanter Figuren, innerhalb einer Gruppe von ähnlichen Gestalten hervorstechen, während die Prägnanztendenz die Vorliebe des menschlichen Wahrnehmungssystems beschreibt, „möglichst prägnante Gestalten entstehen zu lassen“ (Hüppe, 1984, S. 15). Die gute Gestalt geht dabei noch einen Schritt weiter und besagt, dass die Wahrnehmung prägnanter Gestalten immer auch mit einem Werturteil verknüpft ist. So werden besonders prägnante Gestalten als gut oder positiv bewertet und weniger prägnante Gestalten als schlecht oder negativ (Hüppe, 1984). Heuer (2021) bemängelt jedoch, dass Prägnanz bisher nur ungenau definiert ist und erklärt, dass sie ein Merkmal der guten Gestalt ist und als übergeordnetes Gestaltprinzip angesehen werden kann, welches andere Einzelmerkmale wie Regelmäßigkeit, Symmetrie und Einfachheit miteinschließt. Bereits Koffka (1935) schreibt, dass „gut“ als Eigenschaft einer Gestalt Merkmale wie Regelmäßigkeit, Symmetrie und Einfachheit umfasst, die genauere Bedeutung von „gut“ in der Beschreibung des Gesetzes der Prägnanz aber undefiniert bleibt. Er formuliert das Prägnanzgesetz des Weiteren so: „psychological organization will always be as “good” as the prevailing conditions allow“ (Koffka, 1935, S. 110).

Ein weiteres Problem bei der Erforschung des Prägnanzbegriffs ist der Mangel an musikpsychologischer Forschung in diesem Bereich, weshalb eine allgemeine Formulierung des Gesetzes der guten Gestalt bzw. Prägnanz für Musik bisher nicht genau definiert wurde. Einzig Spering und Schmidt (2009) erklären bezüglich Musik: „In vielen Bereichen der klassischen Musik und der Popmusik gibt es feststehende Wendungen oder Phrasen, die sofort als Einheit erkannt werden“ (Spering & Schmidt, 2009, S. 56). Diese Aussage als Grundlage führte zur These der vorliegenden Arbeit, dass man musikalische Leitmotive als eben solche feststehenden Wendungen oder Phrasen ansehen kann. Das Konzept der Leitmotivik wird daher als Repräsentation des Prägnanzgesetzes—mit prägnanteren und weniger prägnanten Leitmotiven—im musikalischen Bereich angenommen. Neben dem Opernrepertoire wird die Leitmotiv-Technik vor allem in moderner Filmmusik verwendet, aus der auch die Stimuli der vorliegenden Studie stammen.

## Filmmusik

Kreuzer (2009) beschreibt Filmmusik als „Brücke, die dem Rezipienten hilft, von der Bewusstseinssebene seiner Lebenswelt in die Bewusstseinssebene der Wahrnehmung eines virtuellen Raums zu gelangen. Musik beeinflusst das Erleben von Bildern und wird in ihrer Wahrnehmung wiederum von den Bildern beeinflusst“ (Kreuzer, 2009, S. 92). Er erklärt weiter, dass RezipientInnen ständig kognitiv aktiv seien und dass die von einem Film ausgelösten Einzelwahrnehmungen zu einem größeren Ganzen zusammengefasst werden, wodurch zum Beispiel Bezüge zwischen verschiedenen Abschnitten in der Filmmusik hergestellt werden oder auch bestimmte Teile der Musik mit bestimmten Bildinhalten verknüpft werden (Kreuzer, 2009). Die Leitmotiv-Technik macht sich diese konstante kognitive Verarbeitung eines Films zu Nutze, da es ihr durch konditionierte Assoziationen gelingt, eine Erwartungshaltung bei den RezipientInnen hervorzurufen (Albrecht, 2021). Mehr unbewusst als bewusst erwarten die RezipientInnen beim Hören eines Leitmotivs das entsprechende Filmelement zu sehen, umgekehrt betrachtet wird erst durch das dazugehörige Leitmotiv ein filmisches Element als komplett empfunden. Im Allgemeinen dient die Leitmotiv-Technik zur Wiedererkennung wichtiger Personen- und Schlüsselereignisse und kann gleichzeitig eine Erwartungshaltung bei den RezipientInnen für zukünftige Ereignisse in der Filmhandlung sorgen (Albrecht, 2021). Ein Leitmotiv tritt daher meist dann auf, wenn das zugeordnete Objekt anwesend ist oder darauf hingewiesen werden soll (Kloppenburger, 2015). Im Vergleich zu Wagner sind Leitmotive, wie sie in der Filmmusik von beispielsweise Howard Shore zu der Herr-der-Ringe-Trilogie vorkommen, nicht immer nur mehr kurze musikalische Motive von wenigen Takten, sondern vielmehr ausgebildete Themen, die der klassisch-romantischen Periodenbildung folgen, woneben es trotzdem auch bei Shore ein regelrechtes Netzwerk von Leitmotiven gibt (Retter, 2008). Die Leitmotiv-Technik gehört bis heute zu den Hauptkompositionstechniken in der Filmmusik, tritt jedoch auch häufig in Verbindung mit den anderen beiden Kompositionstechniken, dem Underscoring und der Mood-Technik, auf (Bullerjahn, 2001).

## Forschungsfrage und Hypothesen

Um das Gesetz der guten Gestalt bzw. das Prägnanzgesetz auf musikpsychologischer Ebene zu untersuchen, wurden zwei kognitionspsychologische Studien (I und II) durchgeführt. Diese Studien hatten zum Ziel, die Prägnanz eines Korpus an Leitmotiven zunächst in entsprechenden Befragungen zu erfassen und dann in einem zweiten Schritt computer-gestützt darzustellen, wobei übergeordnete Eigenschaften der Melodien zu höheren oder niedrigeren Prägnanz-Ratings führen. Während die Teilstudie I einen explorativen Ansatz verfolgte und als einzig konkrete Hypothese (H1) der positiv gerichtete Zusammenhang zwischen Prägnanzwahrnehmung und Präferenz nach Hüppe (1984) formuliert wurde, sollte Teilstudie II den Einfluss von Entropie auf die gute Gestalt der Leitmotive spezifischer untersuchen. Zu diesem Zweck wurden nach der Auswertung der ersten Studie zwei Hypothesen formuliert: Hypothese H2 erklärt, dass sich mit spezifischer entropiebezogener Betrachtung computerbasierte Features identifizieren lassen, die als Vorhersage der Prägnanzwahrnehmung verwendet werden können. Hypothese H3 geht weiterführend davon aus, dass sich basierend auf den Arbeiten von u. a. Madison und Schiöde (2017) sowie Margulis und Beatty (2008) ein negativer quadratischer Zusammenhang zwischen wahrgenommener Entropie und Prägnanz feststellen lässt.

## Teilstudie I

### Methode

#### TeilnehmerInnen

Zur Teilnahme an der Studie eingeschlossen wurden jene TeilnehmerInnen mit praktisch-musikalischer Erfahrung und grundlegenden Kenntnisse von Musiktheorie, Filmmusik und der Leitmotiv-Technik. Aus diesem Grund wurden ausschließlich ProbandInnen rekrutiert, die mindestens über ein abgeschlossenes Bachelorstudium in Musik, Musikwissenschaften oder einem anderen musikalischen Bereich verfügen. Von insgesamt 37 begonnenen Interviews konnten 17 vollständige Datensätze von neun Expertinnen und acht Experten in die Auswertung mitaufgenommen werden ( $M_{Alter} = 31.3$ ,  $SD = 11.2$ ). Der Link zur Onlineumfrage wurde per E-Mail und über Gruppenchatträume verteilt. Alle ExpertInnen nahmen freiwillig und unentgeltlich an der Befragung teil.

#### Stimuli

Die ausgewählten Leitmotive entstammen den vier Serien *Arrow* (2012–2020), *The Flash* (2014), *Supergirl* (2015) und *DC's Legends of Tomorrow* (2016) des amerikanischen Fernsehsenders *The CW*. Diese vier Serien sind neben drei weiteren gemeinsam im selben Serienuniversum, dem sogenannten „CW's Arrowverse“, angesiedelt und haben daher sich teilweise überschneidende Handlungsstränge. Die Handlung der namensgebenden Serie *Arrow* (2012–2020) dreht sich um den Kreuzzug des Milliardärs Oliver Queen, der nach fünf Jahren auf einer einsamen Insel nach Hause zurückkehrt und als Bogenschütze Verbrecher bekämpft. *The Flash* (2014) ist ein direkter Serienableger zu *Arrow* (2012–2020). Dieser erzählt die Geschichte des jungen Forensikers Barry Allen, der, nachdem er vom Blitz getroffen wurde, zum schnellsten Mann der Welt wird und sich mit seinen neuen Fähigkeiten dem Kampf gegen Verbrechen anschließt. *Supergirl* (2015) folgt Kara Danvers auf ihrem Weg, sich abseits vom Schatten ihres Cousins Superman einen Namen als Heldin zu machen. Die Serie *DC's Legends of Tomorrow* (2016) dreht sich um die zeitreisenden Legends, die gemeinsam entstandene Zeitanomalien reparieren und die Zeitlinie vor diversen Bedrohungen beschützen. Die Wahl fiel auf diese vier Serien, da es sich um die am längsten laufenden Serien des „CW's Arrowverse“ handelt und sie durch ihre vernetzten Handlungen eine Vielzahl an Figuren und zugehörigen Leitmotiven aufweisen. Außerdem ermöglichen sie einen Einblick in die zeitgenössische Verwendung von Leitmotivik in der Popkultur. Darüber hinaus wurde und wird die Filmmusik aller

Serien von Blake Neely komponiert, der als ein mehrfach für den Emmy nominiertes Film-, Serien- und Konzertkomponist zu mehr als 30 Fernsehserien und 15 Filmen die Filmmusik beisteuerte. Im Laufe seiner Karriere arbeitete er als Dirigent, Co-Komponist und Orchestrator mit anderen FilmmusikkomponistInnen wie Hans Zimmer oder James Newton Howard zusammen („Blake Neely – Composer“, n.d.). Da im Vorfeld der Studie bereits festgestellt werden konnte, dass Blake Neely vielen der Figuren aus den Serien eine charakteristische Melodie verliehen hatte, wurde im Rahmen der Stimulussuche eine Auswahl an bestimmten Figuren getroffen, die zentral und dadurch für die Handlung häufig wiederkehrend sind. Wie für zeitgenössische Filmmusik üblich konnte auch hier bei der Stimulusgenerierung das Leitmotiv zu einer Figur aus einem übergeordneten größeren musikalischen Thema extrahiert werden. Für das vorliegende Forschungsdesign wurden Leitmotive nur als Korpus für eine musikalisch prägnante Gestalt angewendet, weshalb es zweitrangig ist, dass die hier verwendeten Leitmotive nicht objektiv und zweifelsfrei (also basierend auf eindeutigen Angaben in der Literatur oder des Komponisten) ausgewählt wurden. Die Stimuli wurden mithilfe der Notationssoftware *MuseScore 3* (Version 3.5.2; [Schweer, 2018](#)) erstellt. Die so identifizierten Leitmotive konnten im nächsten Schritt von dem Programm als MIDI-Dateien exportieren werden, sodass sie für weitere Analysen mit der *MeloSpyGUI* (Version 1.4; [Abeßer et al., 2013–2017](#)) verwendet werden konnten. Mit dem vorliegenden Studiendesign wurde sich durch die Verwendung selbstgenerierter MIDI-Dateien einzig auf rhythmische und melodische Parameter einheitlich gestalteter Melodien beschränkt. Andere musikalische Parameter wie Klangfarbe oder Instrumentierung, die häufig in der Serienhandlung einen dramaturgischen Zweck verfolgen, konnten und sollten daher auch nicht beachtet werden. Bei den zwei Kennmelodien *The Flash* und *Gypsy* war eine eindeutige Identifizierung eines Leitmotives schwieriger, weshalb zwei verschiedene Varianten erstellt wurden. Insgesamt konnten so 32 Stimuli definiert werden, die eine Länge zwischen 3 und 17 Sekunden hatten (s. [Tab. 1](#) und [Abb. 5–33](#) im Anhang).

**Tabelle 1**

Auflistung der verwendeten Leitmotive

Bezeichnung	Dauer in s	Serie	Notenanzahl	Ambitus
*Arrow	5	Arrow	16	des/ges
Arsenal	6	Arrow	6	f/des'
Atom	6	Arrow	6	A/e
Barry Allen	6	Arrow	10	e/f
Canary	8	Arrow	6	c/b
Dark Archer	3	Arrow	8	g/dis'
Deathstroke	5	Arrow	16	e/d'
Prometheus	3	Arrow	16	cis/e'
*Vixen	6	Arrow	10	es/fis
Black Siren	9	The Flash	11	des/as
Captain Cold	5	The Flash	7	d/e
Firestorm	11	The Flash	9	A/a
Gypsy	7	The Flash	9	a/c'
Gypsy 2	8	The Flash	15	a/c'
Hawkgirl	6	The Flash	7	g/g'
Killer Frost	4	The Flash	8	H/g
King Shark	5	The Flash	16	d/ges
*Music Meister	8	The Flash	21	B/e
*Reverse Flash	4	The Flash	14	d/g
Savitar	12	The Flash	14	d/a
*The Flash	3	The Flash	16	f/c'
*The Flash 2	8	The Flash	4	des'/as'
The Thinker	3	The Flash	3	a/d'

Bezeichnung	Dauer in s	Serie	Notenanzahl	Ambitus
*Zoom	9	The Flash	64	A/C
Astra & Non	6	Supergirl	9	c/as
Daxamites	17	Supergirl	12	c'/ais'
*Guardian	9	Supergirl	13	C/gis
Martian Manhunter	6	Supergirl	7	e/c'
Reign	6	Supergirl	8	d/g
*Supergirl	12	Supergirl	8	G/f
Superman	11	Supergirl	6	h/f
*Justice Society of America (kurz: JSA)	8	DC's Legends of Tomorrow	17	c/h

*Anmerkung.* Die Serienzuteilung fand nach erstmaligem Auftreten der Leitmotive statt, später tauchen die Leitmotive auch in den anderen Serien auf; Alle \* markierten wurden für Teilstudie II verwendet.

## Prozedur

Die Erstellung des Fragebogens und die Datenerhebung erfolgten über *SoSci Survey* (Leiner, 2019). Der Befragungszeitraum betrug 29 Tage und lag zwischen dem 26.02.2021 und dem 26.03.2021. Der Fragebogen gliederte sich in fünf Bereiche: Soziodemographie, Expertise für Musik sowie Filmmusik und Leitmotivik, Vertrautheit mit dem „CW's Arrowverse“ sowie Blake Neely und die Bewertung der Leitmotive. Zunächst wurden die ProbandInnen umfassend aufgeklärt und darauf hingewiesen, dass für eine gültige Teilnahme an der Umfrage ein abgeschlossenes Grundstudium in Musik, Musikwissenschaften oder einem anderen musikalischen Bereich erforderlich ist. Nach einer erfolgreichen Zustimmung der ProbandInnen erfolgte die Erhebung der soziodemographischen Daten wie Alter, Geschlecht und aktuelle Beschäftigung. Anschließend wurden die musikalische Expertise sowie die Expertise für Filmmusik und Leitmotivik erhoben. Zur Erfassung der musikalischen Expertise wurde die „Musikalische Ausbildung“ der deutschen Version des Gold-MSI nach Schaal et al. (2014) verwendet, während die Expertise für Filmmusik und Leitmotivik durch elf selbstgenerierte Fragen erhoben wurde (s. Tab. 6 im Anhang). Diese Fragen erfassten auf einer 7-Punkte Zustimmungsskala u. a. die Vertrautheit mit Filmmusik im Allgemeinen und mit Leitmotiven im Speziellen und der Fähigkeit, Leitmotive sowohl bei Anschauen eines Films als auch bei Besuch einer Oper zu identifizieren und korrekt zuzuordnen. Bevor dann der Hauptteil der Umfrage mit der Präferenzbewertung und Beurteilung der Prägnanz der 32 Leitmotive folgte, sollten die ProbandInnen anhand eines eingefügten Tonbeispiels die für sie angenehme Lautstärke einstellen und wurden darauf hingewiesen, wenn möglich Kopfhörer zu verwenden sowie sich in eine ruhige Umgebung zu begeben. Die ProbandInnen hatten die Möglichkeit, sich die Leitmotive so oft wie gewünscht anzuhören, um eine sachkundige Beurteilung gewährleisten zu können. Außerdem wurde die Reihenfolge der Leitmotive randomisiert. Die Prägnanz der Leitmotive sollte mittels neun verschiedener Adjektive beurteilt werden. Für diese Adjektive wurde in der Literatur, die sich mit Prägnanz oder Filmmusik beschäftigt, gezielt nach dort verwendeten Synonymen für Prägnanz und das Gesetz der guten Gestalt gesucht. So fiel die Wahl auf „einfach“ nach Dresch-Langley (2015), Marković und Gvozdenović (2001), Reuter und Stadler (2006) und Hüppe (1984). Außerdem wurden „charakteristisch“ nach Moormann (2010) und Veit (1996), „ausdrucksstark“ nach Hüppe (1984), „gut gestaltet“ abgewandelt von „guter Gestalt“ nach Hüppe (1984), Koffka (1935) und Marković und Gvozdenović (2001) sowie „einprägsam“ nach dem Online-Duden (2020) für Leitmotiv verwendet. Um den Faktor der Einfachheit der Leitmotive umfassender untersuchen zu können, wurde zusätzlich als invertiertes Item das Adjektiv „komplex“ mit erhoben. Darüber hinaus wurden die Adjektive „prägnant“, „eingängig“ und „wiedererkennbar“ verwendet. Zwar gehören u. a. laut Heuer (2021) auch symmetrische oder regelmäßige Eigenschaften zu einer prägnanten Gestalt, jedoch wurde im vorliegenden Fall basierend auf den Erkenntnissen von Mongoven und Carbon (2017) auf diese beiden Adjektive verzichtet. Mongoven und Carbon (2017) konnten u. a. feststellen, dass Symmetrie zwar für die visuelle Wahrnehmung von Prägnanz entscheidend ist, die Bedeutung für den auditorischen Bereich aber weniger hoch anzusetzen ist. Die Bewertung der Adjektive erfolgte in der Onlinebefragung über eine 7-Punkte Zustimmungsskala von

1 = *ganz und gar nicht* bis 7 = *voll und ganz*. Zusätzlich wurde das persönliche Gefallen eines jeden Leitmotivs durch die zwei Fragen „Wie gut hat Ihnen dieses Leitmotiv gefallen?“ und „Ich würde diese Musik gerne weiterhören“ auf einer 7-Punkte Zustimmungsskala erfasst, um die Hypothese (H2) bezüglich Präferenz und Prägnanzwahrnehmung testen zu können. Als letzter Teil des Fragebogens wurde die Vertrautheit mit den vier Serien des „CW’s Arrowverse“ und ihrer Filmmusik sowie der Arbeit von Blake Neely erhoben. Auch bei diesen Items handelte es sich um Zustimmungsfragen auf einer 7-Punkte Skala, die die Extrema mit 1 = *ganz und gar nicht* und 7 = *voll und ganz* beschriftet hatten. Abschließend wurde eine Seite mit einer kurzen Danksagung und Kontaktinformation für allfällige Fragen sowie ein Feld für Anmerkungen zu der eben durchgeführten Onlineumfrage eingeblendet.

Die computerbasierten Analysen verfolgten den Zweck, übergeordnete rhythmische und melodische Eigenschaften der einzelnen Leitmotive zu identifizieren, die verwendet werden können, um den Grad ihrer Prägnanz zu bestimmen. Das computergestützte Suchen nach Gesetzmäßigkeiten oder Mustern innerhalb von Musikstücken wird auch als Music Data Mining bezeichnet (Rack & Frieler, 2020). Hierzu werden bestimmte Parameter oder Features auf ein Musikstück angewendet, um dieses beispielsweise bezüglich seiner Tonhöhe, Lautstärke, Klangfarbe, Rhythmus, Melodie oder Instrumentierung zu beschreiben. Im Anschluss daran können diese extrahierten Features in der weiteren Datenanalyse für die Erkenntnisgewinnung verwendet werden (Rack & Frieler, 2020). Die computerbasierten Analysen der vorliegenden Arbeit wurden mit der *MeloSpyGUI* (Version 1.4; Abeßer et al., 2013–2017) durchgeführt. Mithilfe dieses Analysetools konnten so insgesamt 198 Features für die 32 Leitmotive der vorliegenden Studie extrahiert und für weiterführende statistische Analysen verwendet werden. Die hierbei relevantesten Features entstammten den Kategorien Tonhöhe, Rhythmus, Metrum und Intervall bzw. Sequenz/Intervall. Für die Kategorie Metrum werden die metrischen Eigenschaften und abgeleitete Transformationen der Musikstücke berücksichtigt, während bei der Intervallkategorie zum einen die Lauflänge der verschiedenen Tonhöhen und Tonhöhenklassen extrahiert und zum anderen die Melodie in Bi- und Trigramme unterteilt wird. Die Sequenzierung einer Melodie in Bi- und Trigramme ist ein aus den Sprachwissenschaften stammendes Verfahren und beschreibt die Zerlegung eines Textes in mehrere aufeinanderfolgende Fragmente. In dem vorliegenden Fall wurde die Melodie demnach in Fragmente unterteilt, die zwei oder drei Noten umfassen.

## Ergebnisse

Die deskriptiven statistischen Analysen sowie die explorative Faktorenanalyse wurden mit dem freien Statistikprogramm *jamovi* (Version 1.2.27; The jamovi project, 2020) gerechnet, während zur Berechnung der Random-Forest-Regression und der Korrelationen zwischen den 198 Features und dem Faktor der guten Gestalt die Umgebung von *R* (Version 4.1.1; R Core Team, 2021) und *RStudio* (Version 1.4.1717; RStudio Team, 2021) mit dem zusätzlichen Paket *party* (Hothorn et al., 2013) verwendet wurde. Die Reliabilitätsanalyse der selbstgenerierten Skala für die Expertise in Filmmusik und Leitmotivik ergaben ein sehr hohes Cronbachs  $\alpha$  von .93 und McDonalds  $\omega$  von .93, was für eine sehr gute interne Konsistenz der Fragen spricht. Die musikalische Erfahrungheit ( $M_{Praxis} = 5.07$ ,  $SD_{Praxis} = 0.85$ ) und ebenso die Vertrautheit mit Filmmusik und Leitmotivik ( $M_{Leitmotivik} = 4.61$ ,  $SD_{Leitmotivik} = 1.29$ ) lagen knapp über dem Mittelpunkt der 7-Punkte-Befragungsskala. Außerdem waren die ProbandInnen vor ihrer Teilnahme an der Onlinebefragung weder mit den Serien des „CW’s Arrowverse“ ( $M_{Arrow} = 1.47$ ,  $SD = 1.28$ ;  $M_{Flash} = 1.29$ ,  $SD = 0.59$ ;  $M_{Supergirl} = 1.53$ ,  $SD = 1.07$ ;  $M_{LoT} = 1.18$ ,  $SD = 0.39$ ), noch ihrer Filmmusik ( $M_{Arrow} = 1.24$ ,  $SD = 0.56$ ;  $M_{Flash} = 1.18$ ,  $SD = 0.39$ ;  $M_{Supergirl} = 1.47$ ,  $SD = 1.07$ ;  $M_{LoT} = 1.18$ ,  $SD = 0.39$ ) oder der Arbeit von Blake Neely ( $M = 1.53$ ,  $SD = 0.87$ ) vertraut.

Die Voraussetzungen für eine explorative Faktorenanalyse zur Identifizierung des einen Faktors der guten Gestalt „guGe I“ wurden im Vorfeld überprüft und ergaben einen signifikanten Bartlett-Test auf Sphärizität der Daten mit  $\chi^2 = 3343$ ,  $df = 36$  und  $p < .001$  sowie einen guten Overall Wert von  $KMO = .87$  für das Maß der Eignung des Datensatzes (Measure of Sampling Adequacy). Die explorative Faktorenanalyse ergab daraufhin, dass sich der Faktor der guten Gestalt aus Ladungen der Adjektive „einprägsam“ (.86), „prägnant“ (.78), „gut gestaltet“ (.78), „charakteristisch“ (.76), „ausdrucksstark“ (.74), „wiedererkennbar“ (.74) und „eingängig“ (.68) zusammensetzt. Die beiden Adjektive „einfach“ und „komplex“ zeigten nur niedrige Faktorenladungen und wurden daher nicht eingeschlossen. Außerdem zeigte sich, dass durch den einen Faktor der guten Gestalt 46.5% der Varianz in den Bewertungen der Leitmotive erklärt wurden. Die verwendeten Adjektive sind also gut geeignet, das eindimensionale latente Konstrukt der guten Gestalt erfolgreich abzubilden.

Die Leitmotive mit den höchsten Werten für die gute Gestalt waren *Arrow* (5.68; s. Abb. 1) und *Killer Frost* (5.68; s. Abb. 2). Den schlechtesten Wert erzielte das Leitmotiv *Reverse Flash* mit 3.2 (s. Abb. 3), *Music Meister* (s. Abb. 4) bildete mit 4.47 den Median.

#### Abbildung 1

Noten des Arrow-Motivs



#### Abbildung 2

Noten des Killer Frost-Motivs



#### Abbildung 3

Noten des Reverse Flash-Motivs



#### Abbildung 4

Noten des Music Meister-Motivs



Die Pearson-Korrelationen zur Überprüfung der Hypothese H1, dem Zusammenhang zwischen persönlicher Präferenz und der wahrgenommenen Gestaltqualität, zeigten für alle Leitmotive bis auf *Reign* ( $r = .44$ ,  $p = .04$ , 95% KI [.03, 1]) und *Savitar* ( $r = .47$ ,  $p = .03$ , 95% KI [.08, 1]) starke positive Korrelationen von  $r > .5$  (s. Tab. 5 im Anhang). Hypothese H1 kann demnach als bestätigt angesehen werden und bestärkt dadurch die in der Literatur vertretene allgemeine Ansicht, dass die Wahrnehmung einer guten Gestalt mit einer positiven Bewertung einhergeht.

Nach Berechnung der Pearson-Korrelationen zwischen allen 198 Features und dem Faktor „guGe I“ wurden jene näher betrachtet, die einen betragsmäßigen Korrelationskoeffizienten von mindestens  $|r| = .3$  aufwiesen. So ergaben sich insgesamt 15 Features mit mittleren und hohen Korrelationen (s. Tab. 2).

**Tabelle 2**

Leitmotive mit den höchsten betragsmäßigen Pearson-Korrelationen zwischen Faktor „guGe I“ und Features

Features	Pearson's $r$	$p$ -Wert
mean_length_arpeggio	-.36	.31
mean_length_arpeggio_ascending	-.85***	< .001
mean_length_arpeggio_descending	-.63*	.03
mcm_disp	.35	.12
metric_complexity_division	.30	.09
pc_circ_disp	-.56***	< .001
pc_circ_mean_lenght	.35	.05
pc_circ_std	-.40*	.02
pc_circ_var	-.35	.05
pc_entropy	-.33	.06
pc_hist_density_05_F	-.37*	.04
pc_hist_density_08_Ab	-.33	.07
number_of_unique_pc	-.39*	.03
pitch_entropy	-.31	.08
mean_lenght_step_descending	.72	.07

Anmerkung. Für eine detaillierte Erläuterung der Features siehe

[https://jazzomat.hfm-weimar.de/commandline\\_tools/melfeature/melfeature\\_features.html](https://jazzomat.hfm-weimar.de/commandline_tools/melfeature/melfeature_features.html)

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$ . \*\*\* $p < .001$ .

Die stärkste positive Korrelation mit  $r = .72$  (jedoch nicht signifikant) zeigte das Feature *mean\_length\_step\_descending*, welches die durchschnittliche Länge von diatonischen Schritten beschreibt. Das bedeutet, dass die Gestalt eines Leitmotivs umso besser bewertet wird, je länger diatonische Schritte in der Melodie andauern. Auf der anderen Seite sind offenbar Arpeggien (*mean\_length\_arpeggios\_descending*,  $r = -.63$ ) und Schwankungen im mittleren Informationsgehalt (Entropie) von Tonhöhen (*pitch\_entropy*,  $r = -.31$ ) und Tonhöhenklassen (*pc\_entropy*,  $r = -.33$ ) eher abträglich für die wahrgenommene gute Gestalt eines Leitmotivs. Außerdem scheint sie besser eingestuft zu werden, wenn die metrische Komplexität einer Melodie stärker unterteilt wird, wie an dem Feature *metric\_complexity\_division* mit  $r = .30$  ersichtlich wurde.

In einem weiteren Schritt kam eine Random-Forest-Regression zum Einsatz, da hiermit Vorhersagen von einer großen Anzahl von Prädiktoren bei einer kleinen Anzahl von Fällen (hier: Leitmotiven) möglich ist (Strobl et al., 2009; Wolf et al., 2013). Diese Modelle ermöglichen es mittels Bootstrapping, eine Zufallsauswahl einer Teilmenge der unabhängigen Variablen zu ziehen und mehrere sogenannte Klassifikationsbäume zu berechnen, mit denen die Ausprägung der Zielvariablen durch bestimmte Prädiktorvariablen erklärt werden kann. Eine detailliertere Beschreibung dieses statistischen Verfahrens findet sich bei Strobl, Malley und Tutz (2009). In der vorliegenden Studie wurde der *n*tree-Wert (Anzahl der berechneten Klassifikationsbäume) bei allen Analysen konstant bei 400'000 gehalten, da im Allgemeinen eine höhere Zahl für eine stärkere Reliabilität des Modells sorgt. Der *m*try-Wert (Anzahl der zufällig ausgewählten Prädiktoren) wurde mehrfach für 100 und 198 getestet, da insgesamt 198 Features extrahiert wurden, die die Gesamtheit der Prädiktorvariablen bildeten. Für beide *m*try-Werte konnte als wichtigstes Feature zur Vorhersage der wahrgenommenen guten Gestalt eines Leitmotivs *metric\_complexity\_division* (*variable importance* = 0.03) identifiziert werden, welches die

mittlere Änderung von Beat zu Beat in einer Melodie beschreibt. Die Ergebnisse der Korrelation zwischen dem hier angewendeten Random-Forest-Modell und den Bewertungen der ExpertInnen bzw. dem Faktor „guGe I“ ergaben für alle Testungen  $r = .83$ ,  $p < .001$  und ein 95% CI [0.68, 0.91]. Vergleicht man die Ergebnisse der Random-Forest-Regression mit jenen der Pearson-Korrelationen, konnte die Wichtigkeit der metrischen Komplexität bestätigt werden, während der Fall für Entropie etwas anders lag. Zwar konnte bei der Random-Forest-Regression keines der Entropiefeatures aus den Bereichen Tonhöhe oder Tonhöhenklassen identifiziert werden, jedoch lag das Feature *fuzzyint\_bigram\_entropy\_norm*, das die standardisierte Entropie der Verteilung von Bigrammen in Intervallenklassen angibt, mit einer *variable importance* von 0.018 jeweils nur knapp unter dem Minimalwert von 0.02. Offenbar sind vor allem die metrische Komplexität und Entropie sowohl bei Tonhöhen als auch bei melodischen Intervallen von Bedeutung für die gute Gestalt eines Leitmotivs. Um diesen Zusammenhang genauer zu prüfen und die Aussagekraft zu erhöhen, wurde die zweite Studie mit einer größeren TeilnehmerInnenzahl, weniger Stimuli und einer Vorauswahl von Features durchgeführt.

## Teilstudie II

### Methode

#### TeilnehmerInnen

Von 77 durchgeführten Interviews konnten 50 vollständige Datensätze ausgewertet werden (30 weiblich, 19 männlich, 1 divers; Alter  $M = 25.50$ ,  $SD = 7.93$ ). Die Stichprobe gliederte sich außerdem in Studierende ( $N = 38$ ) und Angestellte ( $N = 6$ ) sowie drei Selbstständige, einen Schüler und zwei mit sonstigen Arbeitsfeldern. Mit Ausnahme des Schülers gaben 31 als höchsten Bildungsabschluss das (Fach)Abitur und 18 einen Hochschulabschluss an. Im Unterschied zu Teilstudie I sollte diese Stichprobe aus Nicht-ExpertInnen bestehen, was mit einer durchschnittlichen praktisch-musikalischen Erfahrung von  $M_{Praxis} = 3.53$  und  $SD_{Praxis} = 0.82$  mit einem signifikanten ungepaarten  $t$ -Test zwischen den beiden Stichproben von  $t(65) = 6.58$ ,  $p < .001$ ,  $d = 1.85$  als gegeben angesehen wurde. Im Hinblick auf die Vertrautheit mit Filmmusik und speziell Leitmotivik erfüllte die Stichprobe mit  $M_{Leitmotivik} = 3.49$  und  $SD_{Leitmotivik} = 1.28$  ebenfalls das Kriterium der Nicht-Expertise, da sie sich im Mittel unterhalb des arithmetischen Mittels der siebenstufigen Skala befand. Auch bei Teilstudie II wurde der Link zum Online-Fragebogen per E-Mail und über mehrere Gruppenchatträume verteilt. Alle ProbandInnen nahmen ebenfalls freiwillig und unentgeltlich an der Befragung teil. Für einen Überblick der demographischen Daten aus beiden Teilstudien siehe [Tabelle 7](#) im Anhang.

#### Stimuli

Für die Teilstudie II wurde die Anzahl der Leitmotive reduziert, da bereits bei der Online-ExpertInnenbefragung im Rahmen von Teilstudie I mehrfach die hohe Stimulusanzahl von den ProbandInnen kritisiert wurde. Zu diesem Zweck wurden im Vorfeld dieser Auswahl und basierend auf den einzelnen Werten des Faktors „guGe“ für jedes Leitmotiv (s. [Tab. 1](#)) Regeln für eine begründete Auswahl festgelegt. Es wurden die zwei Leitmotive mit den niedrigsten Werten für den Faktor „guGe“ (*Reverse Flash* = 3.2; *Guardian* = 3.46) und jene zwei Leitmotive mit den höchsten Werten (*Arrow* = 5.68; *Zoom* = 5.67) ausgewählt, außerdem die zwei Leitmotive, die in der Nähe des Medians lagen (*Music Meister* = 4.47; *Vixen* = 4.53). Zusätzlich wurden die Leitmotive der Titelhelden einbezogen, mit Ausnahme von *DC's Legends of Tomorrow* (seit 2016), da aus dieser Serie ursprünglich nur ein originäres Leitmotiv generiert wurde (*Justice Society of America*) und dieses daher als Repräsentation dieser Serie verwendet wurde. Zusätzlich kamen dementsprechend noch die beiden Varianten *The Flash* und *The Flash 2* sowie das Leitmotiv von *Supergirl* hinzu. Im Endeffekt konnte die Anzahl der Stimuli dadurch von 32 auf 10 reduziert werden (s. [Tab. 1](#)).

## Prozedur

Die Online-Befragung lief vom 26.11.2021 bis zum 15.03.2022 und wurde ebenfalls über die Plattform *SoSci Survey* (Leiner, 2019) erstellt und durchgeführt. Der Aufbau und die Items des Fragebogens sowie der Ablauf der Online-Befragung entsprachen dabei jenen der Online-Expertenbefragung aus Teilstudie I und umfassten dieselben Themenblöcke: Soziodemographie, „Musikalische Ausbildung“ des deutschen Gold-MSI (Schaal et al., 2014), Expertise für Filmmusik und Leitmotivik mittels der elf selbstgenerierten Fragen (s. Tab. 6 im Anhang), die Prägnanzbewertung der Leitmotive sowie die Vertrautheit mit den Serien des „CW’s Arrowverse“ und der Arbeit von Blake Neely. Einzig die Prägnanzbewertung der Leitmotive wurde um den Faktor Entropie erweitert. Wie bereits bei der Prägnanz handelt es sich bei Entropie im wahrnehmungspsychologischen Sinne ebenfalls um ein latentes Konstrukt, weshalb analog zur Methodik von Teilstudie I insgesamt sechs Adjektive gesucht wurden, die in der entsprechenden Literatur als Synonyme oder zur Untersuchung von Entropie im musikalischen und psychologischen Bereich verwendet werden. Zunächst wurden „geordnet“ nach Arnheim (1971), Hirsh et al. (2012), Löffler (2001) sowie Thiesen (2021) und „willkürlich“ als Gegenitem gewählt, um eine allgemeine Aussage über die Entropie der Leitmotive treffen zu können. Um die Entropiewahrnehmung in Melodie und Rhythmus erfassen zu können, wurden die Adjektive „zufällig“ nach Lange und Frieler (2018), Shannon und Weaver (1967) und Snyder (1990), „vorhersehbar“ (Conklin & Witten, 1995; Manzara et al., 1992; Milne & Herff, 2020) sowie „erwartbar“ nach Frieler (2017), Hansen und Pearce (2012) sowie Pickens und Iliopoulos (2005) und „ungewiss“ übersetzt nach dem englischen Wort „uncertain“ (Bader, 2013; Hirsh et al., 2012; Margulis & Beatty, 2008; Meyer, 1957; Shannon & Weaver, 1967; Temperley, 2007) verwendet. Mit diesen vier Adjektiven sollten sowohl die melodische als auch rhythmische Entropie bewertet werden. Die Adjektive für Entropie wurden außerdem so zusammengestellt, dass jedem Item ein Gegenitem zugeordnet werden konnte. Die Entropiebewertung mittels der sechs ausgewählten Adjektive erfolgte analog zur Prägnanzbewertung über eine siebenstufige Zustimmungsskala mit den Extrema 1 = *ganz und gar nicht* und 7 = *voll und ganz*.

Für die computerbasierten Analysen wurden basierend auf den Ergebnissen aus Teilstudie I nur mehr jene Features verwendet, die sich mit Entropie in melodischen und rhythmischen Bereichen in den reduzierten zehn Leitmotiven beschäftigen. Hierzu gehörten *pc\_entropy*, *pitch\_entropy* sowie *fuzzyint\_bigram\_entropy\_norm* der *MeloSpyGUI* (Version 1.4; Abeßer et al., 2013–2017), die außerdem um die vier Features *mean\_entropy*, *p\_entropy* (Tonhöhenentropie), *i\_entropy* (Intervallentropie) und *d\_entropy* (Dauernentropie) aus dem *FANTASTIC* Programm von Müllensiefen (2009) erweitert wurden. Nach Pfeleiderer et al. (2017) beschreibt die für das *Jazzomat Research Project* verwendete Definition Entropie als mittleren Informationsgehalt für die Verteilung oder vielmehr das Vorkommen von zufälligen Ereignissen in einem Musikstück. Der Wert der Entropie ist geringer, wenn eine geringe Anzahl sehr häufiger Ereignisse ein Musikstück dominieren, und umso höher, wenn die Wahrscheinlichkeit für alle Ereignisse annähernd gleich ist. Grund dafür ist die Eigenschaft von häufigen Ereignissen, einen nur sehr geringen Informationsgehalt zu haben, da sie durch das häufigere Auftreten vorhersehbar und erwartbar und dadurch weniger informativ sind (Pfeleiderer et al., 2017).

## Ergebnisse

Alle Berechnungen mit Ausnahme der Random-Forest-Regression, die mit der Umgebung von *R* (Version 4.1.1; R Core Team, 2021) und *RStudio* (Version 1.4.1717; RStudio Team, 2021) erfolgte, wurden mit dem Statistikprogramm *jamovi* (Version 2.2.5; The jamovi project, 2020) ausgeführt. Die Reliabilitätsanalysen ergaben ein sehr hohes Cronbachs  $\alpha$  von .90 und McDonalds  $\omega$  von .91. Es zeigte sich außerdem, dass auch diesmal die TeilnehmerInnen nicht mit den Serien des „CW’s Arrowverse“ ( $M_{Arrow} = 2.32$ ,  $SD = 1.82$ ;  $M_{Flash} = 2.02$ ,  $SD = 1.36$ ;  $M_{Supergirl} = 2.12$ ,  $SD = 1.61$ ;  $M_{LoT} = 1.48$ ,  $SD = 1.25$ ), noch ihrer Filmmusik ( $M_{Arrow} = 1.80$ ,  $SD = 1.44$ ;  $M_{Flash} = 1.56$ ,  $SD = 1.13$ ;  $M_{Supergirl} = 1.58$ ,  $SD = 1.18$ ;  $M_{LoT} = 1.28$ ,  $SD = 0.93$ ) oder der Arbeit von Blake Neely ( $M = 1.36$ ,  $SD = 0.92$ ) vertraut waren.

Die Voraussetzungen für die explorative Faktorenanalyse zur Bestimmung des wahrnehmungspsychologischen Faktors der guten Gestalt „guGe II“ waren mit einem signifikanten Bartlett-Test mit  $\chi^2 = 2976$ ,  $df = 36$  und  $p < .001$  sowie einen gutem Overall *KMO*-Wert von .88 erfüllt. Zufriedenstellende Faktorladungen konnten mit der *minimum residual* Extraktionsmethode und der *varimax* Rotation für die Adjektive „charakteristisch“ (.88), „ausdrucksstark“ (.84), „prägnant“ (.81), „wiedererkennbar“ (.80), „gut gestaltet“ (.77) und „einprägsam“ (.74) generiert werden, weshalb „eingängig“, „komplex“ sowie „einfach“ aus den Mittelwertberechnungen zur Bestimmung des Faktors „guGe II“ ausgeschlossen wurden. Mit dem so bestimmten Faktor konnten 48.2% der Varianz in den Präganzbewertungen aufgeklärt werden. Analog konnte ebenfalls mit der *minimum residual* Extraktionsmethode und der *varimax* Rotation ein allgemeiner wahrnehmungspsychologischer Faktor der Entropie (im Folgenden als Entropiefaktor bezeichnet) aus den entsprechenden Adjektiven extrahiert werden. Die Voraussetzungen waren mit einem signifikanten Bartlett-Test mit  $\chi^2 = 4247$ ,  $df = 55$  und  $p < .001$  sowie einem Overall *KMO*-Wert von .85 gegeben. Der Entropiefaktor setzte sich aus Ladungen der Adjektive „Mel\_vorhersehbar“ (-.85), „Mel\_ungewiss“ (.82), „Mel\_erwartbar“ (-.82), „Rhyt\_vorhersehbar“ (-.81), „Rhyt\_ungewiss“ (.79), „Mel\_zufällig“ (.77), „Rhyt\_erwartbar“ (-.76), „Rhyt\_zufällig“ (.75), „willkürlich zusammengesetzt“ (.63) und „geordnet“ (-.61) zusammen. Die Adjektive mit negativen Faktorenladungen wurden dabei invertiert behandelt. Einen Überblick über die Faktorenwerte der einzelnen Leitmotive für beide Teilstudien bietet [Tabelle 3](#).

**Tabelle 3**

Werte der extrahierten Faktoren aus Teilstudie I und II und ungepaarter *t*-Tests

Motiv	guGe I	guGe II	Students <i>t</i>	<i>p</i> -Wert	Entropie
Arrow	5.68	5.69	-0.02	.99	2.66
Guardian	3.46	3.30	0.40	.69	5.14
JSA	4.96	4.93	0.08	.94	3.91
Music Meister	4.47	4.07	1.11	.28	3.31
Reverse Flash	3.20	3.87	-1.85	.11	3.55
Supergirl	4.96	4.55	1.42	.16	2.66
The Flash	5.18	5.53	0.61	.55	3.24
The Flash 2	4.45	3.72	1.54	.13	2.87
Vixen	4.53	4.17	1.38	.17	3.19
Zoom	5.67	5.66	2.06	.04	3.32

Anmerkung. guGe I bzw. II = Faktor der guten Gestalt aus Teilstudie I bzw. II. Levenes Varianzhomogenität und Shapiro-Wilks Normalität waren gegeben.

Die Unterschiede in den Präganzbewertungen zwischen den beiden Teilstudien waren minimal, was mit entsprechenden, ungepaarten und nicht signifikanten *t*-Tests bestätigt werden konnte (s. [Tab. 3](#)).

Anders als bei Teilstudie I konnten mittels Random-Forest-Regression und den reduzierten Entropiefeatures keine zufriedenstellenden Ergebnisse generiert werden, da alle Features eine *variable importance* von null aufwiesen. Dies war auch bei wechselnden *mtry*- und *nree*-Werten der Fall. Ebenso ergab eine Random-Forest-Regression mit dem Entropiefaktor als Zielvariable für alle Features eine *variable importance* von null. Betrachtet man [Tabelle 4](#), fällt außerdem die im Vergleich zu den Faktoren hohe Korrelation zwischen den verwendeten Entropiefeatures auf.

Tabelle 4

Korrelationsmatrix für Entropiefeatures und die Faktoren „guGe II“ und „Entropie“

Feature	fuzzyint_bigram_entropy_norm	pc_entropy	pitch_entropy	mean_entropy	p_entropy	i_entropy	d_entropy	guGe II
pc_entropy	$r = .51$ $p = .14$	—						
pitch_entropy	$r = .51$ $p = .13$	$r = .94^{***}$ $p < .001$	—					
mean_entropy	$r = .62$ $p = .06$	$r = .61$ $p = .06$	$r = .69^*$ $p = .03$	—				
p_entropy	$r = .51$ $p = .13$	$r = .94^{***}$ $p < .001$	$r = 1^{***}$ $p < .001$	$r = .69^*$ $p = .03$	—			
i_entropy	$r = .77^*$ $p = .01$	$r = .61$ $p = .06$	$r = .57$ $p = .09$	$r = .87^{**}$ $p = .001$	$r = .57$ $p = .09$	—		
d_entropy	$r = .19$ $p = .6$	$r = .72^*$ $p = .02$	$r = .81^{**}$ $p = .004$	$r = .65^*$ $p = .04$	$r = .81^{**}$ $p = .004$	$r = .34$ $p = .33$	—	
guGe II	$r = .15$ $p = .68$	$r = -.06$ $p = .88$	$r = -.23$ $p = .53$	$r = -.31$ $p = .38$	$r = -.23$ $p = .53$	$r = -.03$ $p = .95$	$r = -.44$ $p = .20$	—
Entropie	$r = .64^*$ $p = .04$	$r = .44$ $p = .21$	$r = .58$ $p = .08$	$r = .39$ $p = .27$	$r = .58$ $p = .08$	$r = .31$ $p = .38$	$r = .41$ $p = .23$	$r = -.46$ $p = .18$

Anmerkung. pc\_entropy = pitch class entropy. p\_entropy = pitch entropy. mean\_entropy = durchschnittliche Entropie eines Leitmotivs. i\_entropy = interval entropy. d\_entropy = duration entropy. fuzzyint\_bigram\_entropy\_norm = standardisierte Entropie der Verteilung von Bigrammen in Intervallenklassen. guGe II = Faktor der guten Gestalt aus Teilstudie II. Entropie = Entropiefaktor aus Teilstudie II.

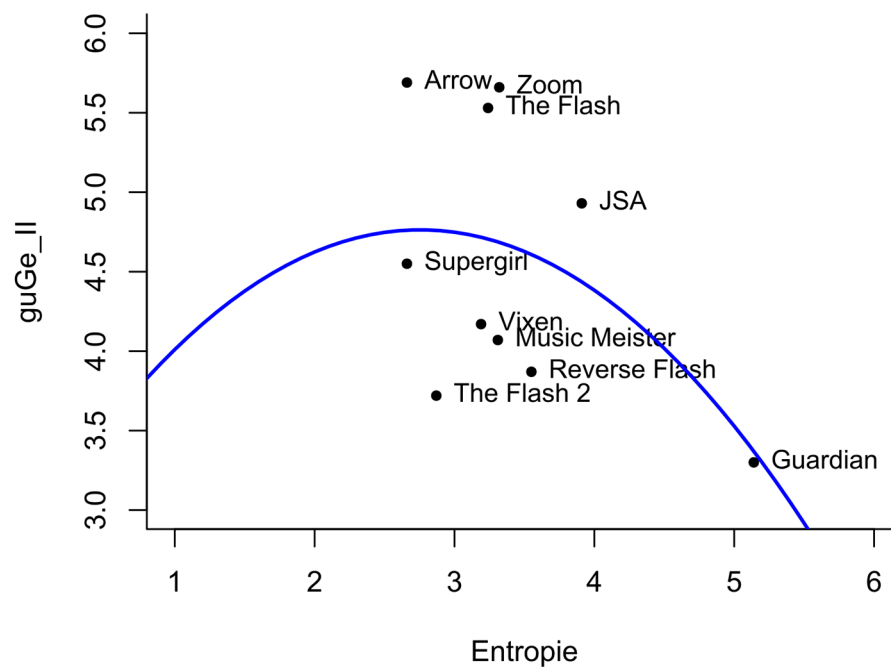
\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$ . \*\*\* $p < .001$ .

Während die Entropiefeatures untereinander stets einen Korrelationskoeffizienten von  $r > .5$  (Ausnahme *d\_entropy*) aufweisen, zeigt sich keine nennenswerte Korrelation zwischen den Features und dem Faktor „guGe II“ (s. Tab. 4). Hypothese H2 konnte demnach nicht bestätigt werden, da keine Entropiefeatures identifiziert werden konnten, die zur Vorhersage der Prägnanz- oder Entropiewahrnehmung verwendet werden könnten.

Zur Überprüfung von Hypothese H3 wurde ein quadratisches Regressionsmodell verwendet, um den Zusammenhang zwischen den beiden wahrnehmungspsychologischen Faktoren „guGe II“ und „Entropie“ zu überprüfen. Das angewendete Modell konnte 24.3% der Varianz mit  $F(2,7) = 1.12$  und  $p = .38$  ( $R^2 = .243$ , korrigiertes  $R^2 = .026$ ) in der Prägnanzwahrnehmung durch die Entropiewahrnehmung aufklären. Die Diskrepanz zwischen  $R^2$  und dem korrigierten  $R^2$  zeigte jedoch, dass sich in dem Modell überflüssige Parameter befanden, die kaum zusätzlich zur Varianzaufklärung beitragen. Ein angewendeter Parameter scheint bereits genug Varianz aufzuklären, was basierend auf Tabelle 4 nicht überraschen dürfte. Dennoch verdeutlicht Abbildung 5, dass vor allem bei den extrem prägnant bewerteten Leitmotiven wie *Arrow* (5.69), *Zoom* (5.66) und *The Flash* (5.53) eine moderate Bewertung der Entropie stattgefunden hat, wohingegen das am wenigsten prägnant bewertete Leitmotiv *Guardian* (3.30) die höchste Entropiebewertung erhielt. Hypothese H3, die von einer negativen quadratischen Beziehung zwischen Prägnanz- und Entropiewahrnehmung ausging, konnte demnach zumindest tendenziell bestätigt werden.

Abbildung 5

Quadratisches Regressionsmodell der Prägnanz- („guGe II“) und Entropiewahrnehmung („Entropie“)



## Diskussion

Die vorliegenden Studien hatten zum Ziel, mittels computergestützter Methoden die kognitive Wahrnehmung prägnanter musikalischer Einheiten, sogenannter Leitmotive, abzubilden. Zu diesem Zweck wurden Features, die die melodischen und rhythmischen Eigenschaften, insbesondere die Entropie, ausgewählter Leitmotive beschreiben, extrahiert und als Prädiktorvariablen verwendet. Am ehesten scheinen Features bezüglich der metrischen Komplexität und Entropie bei Tonhöhen und melodischen Intervallen eine Rolle bei der Vorhersage der von ExpertInnen wahrgenommenen guten Gestalt eines Leitmotivs zu spielen. Jedoch konnten diese Ergebnisse nicht für Nicht-ExpertInnen repliziert werden. Trotz zweifacher methodischer Korrektur in Teilstudie II durch Stimuli- und Feature-Reduktion konnten mittels Random-Forest-Regression-Modellen keine zufriedenstellenden Ergebnisse generiert werden, da zu starke Interkorrelationen zwischen den Features vorlagen. Nach Strobl et al. (2009) können die Prädiktorvariablen nicht getrennt voneinander behandelt werden und somit sind keine aussagekräftigen Vorhersagen möglich. Darüber hinaus erklärt Strobl et al. (2009), dass es einen Bias im Code gibt, der bevorzugt Variablen mit vielen Kategorien als Prädiktoren auswählt. Es zeigt sich, dass die hier angewendeten Random-Forest-Regression-Modelle nicht geeignet sind, um die vorliegenden Daten zu untersuchen. Darüber hinaus konnte insbesondere bei den Korrelationsanalysen festgestellt werden, dass einige gefundene Interaktionen zwischen Features und Stimuli nicht auf die Leitmotive zurückzuführen sind. Nicht alle Leitmotive weisen beispielsweise Arpeggien auf, obwohl diese mit der wahrgenommenen Gestalt stark korrelieren. Ähnlich verhält es sich mit dem Feature *metric\_complexity\_division*, das zwar in Teilstudie I einen starken positiven Einfluss auf die Prägnanzwahrnehmung gehabt zu haben schien, sich in Teilstudie II aber negativ ausgewirkt hatte. Möglicherweise kann es sich bei den in beiden Teilstudien gefundenen Ergebnissen demnach einfach um kleine Effekte oder sogar bloßen statistischen Zufall handeln. Zukünftige Forschung sollte daher neben einer größeren Teilnehmerzahl unbedingt bei der Auswahl von computerbasierten Features auf eine konkrete Fragestellung achten und die Features im

Hinblick auf die verwendeten Stimuli begründen. Parallel dazu erscheint es sinnvoll, theoriebasierte Stimuli zu erstellen, um zunächst den Zusammenhang zwischen grundsätzlichen melodischen Eigenschaften und ihrer Auswirkung auf die empfundene Gestaltqualität zu schätzen.

Die Ergebnisse bezüglich des quadratischen Regressionsmodells deuten darauf hin, dass es einen optimalen Ausprägungsrahmen für Entropie im melodischen und rhythmischen Bereich gibt, der sich positiv auf die gute Gestalt eines Leitmotivs auswirkt. Dieses Ergebnis geht konform mit anderen Forschungen, die sich mit Komplexität und Entropie in der Musik beschäftigt haben (u. a. [Madison & Schiölde, 2017](#); [Margulis & Beatty, 2008](#)). Dennoch ist weitere Forschung notwendig, um diesen idealen Ausprägungsrahmen von Entropie bestimmen zu können. In diesem Zusammenhang könnte auch interessant sein, den Einfluss von Entropie auf Präferenz von Leitmotiven und basierend darauf auch den Zusammenhang zwischen Prägnanz und Präferenz z. B. spezifischer mit Mixed Models zu untersuchen. In Anlehnung an die Wundt-Kurve zur Stimulusintensität könnte sich dabei ebenfalls ein negativer quadratischer Zusammenhang zeigen.

Es sei an dieser Stelle abschließend darauf hingewiesen, dass hier nur übergeordnete prägnante Eigenschaften von einheitlich gestalteten Melodielinien und nicht die tatsächlichen Leitmotive aus dem „CW’s Arrowverse“, wie sie in den Serien auftauchen, untersucht wurden. Da eine unterschiedliche Instrumentierung sowie damit einhergehende Veränderungen in der Klangfarbe nicht nur einen wichtigen dramaturgischen Effekt haben können (was besonders im „CW’s Arrowverse“ der Fall zu sein scheint), sondern offenbar auch einen Einfluss auf die Prägnanzwahrnehmung eines Leitmotivs, ist dieser Umstand ein Schwachpunkt in der Methodik, der durch zukünftige Studien und der Verwendung der tatsächlichen Leitmotive behoben werden könnte. Dies wird auch durch den Kommentar eines Teilnehmers deutlich, der anmerkte, dass einstimmige Klavierstücke schwer in Hinblick auf Komplexität oder Charakteristik beurteilt werden könnten, da sowohl der musikalische als auch der visuelle Kontext fehlten. Weiterführende Forschungen auf diesem Gebiet sollten daher unbedingt dem Einfluss von Orchestrierung und Klangfarbe (nach [Oehler, 2014](#)) auf die Prägnanzwahrnehmung eines Leitmotivs in seiner Gänze nachgehen. Andere Studien könnten ihr Design um den visuellen Faktor erweitern und tatsächliche Ausschnitte aus Filmen bzw. Serien als Stimuli verwenden.

Obwohl die hier verwendeten Leitmotive nicht als gesicherte kompositorische Einheiten in der Literatur zu finden sind, konnten dennoch Erkenntnisse über Eigenschaften insbesondere in Hinblick auf Entropie gewonnen werden, die sich auf die wahrgenommene Prägnanz auswirken.

## Fazit

Der Einfluss von Entropie auf die Prägnanzwahrnehmung bzw. die gute Gestalt ausgewählter filmmusikalischer Leitmotive konnte wahrnehmungspsychologisch und computerbasiert für den melodischen und rhythmischen Bereich untersucht und mit einer umgekehrten quadratischen Funktion analog zur Wundt-Kurve der Stimulusintensität erklärt werden. Ebenso konnte gezeigt werden, dass statistische Random-Forest-Regression-Modelle aufgrund ihrer Codeeigenschaften nicht für die Analyse computerbasierter musikalischer Features geeignet sind. Weiterführende Forschung mit deutlich höheren Teilnehmerzahlen, mehr und vielfältigeren Stimuli sowie zusätzlichen statistischen Methoden ist notwendig, um verlässlichere Aussagen über den Zusammenhang von Entropie und Prägnanzwahrnehmung treffen zu können, die über den rhythmischen und melodischen Bereich hinausgehen. Zwar konnte exemplarisch der Einfluss von rhythmischer und melodischer Entropie gezeigt werden, andere, wenn nicht sogar im Hinblick auf Filmmusik wichtigere musikalische Parameter wie Instrumentierung und Klangfarbe konnten nicht untersucht werden, weshalb von keinen generalisierbaren oder ganzheitlichen Erkenntnissen über die Gestaltwahrnehmung in der Filmmusik gesprochen wer-

den kann. Nichtsdestotrotz liefert die vorliegende Forschungsarbeit wichtige Ergebnisse auf diesem Gebiet, die für zukünftige Forschung von Bedeutung sind.

### Finanzierung

Die Autoren/die Autorinnen haben keine Finanzierung für das Forschungsprojekt erhalten.

### Interessenkonflikte

Die Autoren/Autorinnen haben erklärt, dass keinerlei konkurrierende Interessen bestehen.

### Danksagung

Die Autoren möchten sich bei Klaus Frieler für seine Unterstützung bei der Nutzung der Software *MeloSpyGUI* bedanken.

### Datenverfügbarkeit

Die vollständigen, anonymisierten Forschungsdaten beider Teilstudien sowie das Stimulusmaterial können bei Marietta Ungerer (marietta.ungerer@hslu.ch) jederzeit angefragt werden.

## Literatur

**Die mit einem Sternchen (\*) markierten Literaturangaben kennzeichnen Serien, die in den beschriebenen Studien verwendet wurden.**

Abeßer, J., Frieler, K., Pfeleiderer, M., Zaddach, W., & Höger, F. (2013–2017). *MeloSpyGUI* (Version 1.4) [Computer Software]. Verfügbar unter <https://jazzomat.hfm-weimar.de/index.html>

Albrecht, H. (2021). *Leitmotivik in der Filmmusik. Einflüsse auf die visuelle Aufmerksamkeit und emotionale Wirkungen während der Filmrezeption*. Tectum.

\*Adler, A., Berlanti, G., Kreisberg, A. & Schechter, S. (Produzenten) & Adler, A., Berlanti, G. & Kreisberg, A. (Entwickler). (2015–). *Supergirl* [Fernsehserie]. Berlanti Productions/DC Comics/Warner Bros. Television Studios.

Arnheim, R. (1971). *Entropy and art. An essay on disorder and order*. University of California Press.

Bader, R. (2013). *Nonlinearities and synchronization in musical acoustics and music psychology*. Springer.

\*Berlanti, G., Fedak, C., Guggenheim, M., Klemmer, P., Kreisberg, A. & Schechter, S. (Produzenten) & Berlanti, G., Guggenheim, M., Klemmer, P. & Kreisberg, A. (Entwickler). (2016–). *DC's Legends of Tomorrow* [Fernsehserie]. Berlanti Productions/DC Comics/Warner Bros. Television Studios.

\*Berlanti, G., Guggenheim, M. & Kreisberg, A. (Produzenten) & Berlanti, G., Guggenheim, M. & Kreisberg, A. (Entwickler). (2012–2020). *Arrow* [Fernsehserie]. Berlanti Productions/DC Comics/Warner Bros. Television Studios.

\*Berlanti, G., Kreisberg, A., Nutter, D. & Schechter, S. (Produzenten) & Berlanti, G., Johns, G. & Kreisberg, A. (Entwickler). (2014–). *The Flash* [Fernsehserie]. Berlanti Productions/DC Comics/Warner Bros. Television Studios.

Blake Neely – Composer [Website]. (n.d.). Verfügbar unter <http://blakeneely.com/>

Bullerjahn, C. (2001). *Grundlagen der Wirkung von Filmmusik*. Wißner.

- Clemente, A., Vila-Vidal, M., Pearce, M. T., Aguiló, G., Corradi, G., & Nadal, M. (2020). A set of 200 musical stimuli varying in balance, contour, symmetry, and complexity: Behavioral and computational assessments. *Behavior Research Methods*, 52, 1491–1509. <https://doi.org/10.3758/s13428-019-01329-8>
- Conklin, D., & Witten, I. H. (1995). Multiple viewpoint systems for music prediction. *Journal of New Music Research*, 24(1), 51–73. <https://doi.org/10.1080/09298219508570672>
- Dresp-Langley, B. (2015). Principles of perceptual grouping: Implications for image-guided surgery. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 1565. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01565>
- Ehrenfels, C. V. (1890). Über Gestaltqualitäten. *Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie*, 14(3), 249–292.
- Frieler, K. (2017). Computational melody analysis. In M. Pfeleiderer, K. Frieler, J. Abeßer, W. G. Zaddach & B. Burkhart (Hrsg.), *Inside the Jazzomat: New perspectives for jazz research*. Schott Music GmbH & Co. KG.
- Frieler, K. (2018). Gruppierung, Ordnung und Ähnlichkeit in der Musik. In A. C. Lehmann & R. Kopiez (Hrsg.), *Handbuch Musikpsychologie* (S. 513–542). Hogrefe.
- Gestaltpsychologie. (2019). In *Dorsch Lexikon der Psychologie*. Zuletzt abgerufen am 12.10.2020 von <https://dorsch.hogrefe.com/stichwort/gestaltpsychologie>
- Goldstein, E. B. (2015). *Wahrnehmungspsychologie: Der Grundkurs* (9. Auflage). Springer.
- Hansen, N. C., & Pearce, M. T. (2012). Shannon entropy predicts perceptual uncertainty in the generation of melodic pitch expectations. In E. Cambouropoulos, C. Tsougras, P. Mavromatis & K. Pastiadis (Hrsg.), *Proceedings of the 12th international conference on music perception and cognition and the 8th triennial conference of the European Society for the Cognitive Sciences of Music* (S. 406–407). School of Music Studies, Aristotle University of Thessaloniki.
- Heuer, H. (2021). Prägnanz. In *Dorsch Lexikon der Psychologie*. Zuletzt abgerufen am 20.3.2021 von <https://dorsch-1hogrefe-1com-100c3e3ta0003.emedien3.sub.uni-hamburg.de/stichwort/praegnanz>
- Hirsh, J. B., Mar, R. A., & Peterson, J. B. (2012). Psychological entropy: A framework for understanding uncertainty-related anxiety. *Psychological Review*, 119(2), 304–320. <https://doi.org/10.1037/a0026767>
- Hothorn, T., Hornik, K., Strobl, C., & Zeileis, A. (2013). *Package 'party': A laboratory for recursive partytioning*. Zugriff am 16.04.2021 <http://cran.r-project.org/web/packages/party/party.pdf>
- Hüppe, A. (1984). *Praegnanz, ein gestalttheoretischer Grundbegriff: Experimentelle Untersuchungen*. Profil-Verlag.
- Jäkel, F., Singh, M., Wichmann, F. A., & Herzog, M. H. (2016). An overview of quantitative approaches in Gestalt perception. *Vision Research*, 126, 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2016.06.004>
- The jamovi project. (2020). *jamovi*. (Version 1.2.27) [Computer Software]. Verfügbar unter <https://www.jamovi.org>
- Kloppenborg, J. (Ed.). (2015). *Das Handbuch der Filmmusik: Geschichte-Ästhetik- Funktionalität*. Laaber-Verlag.
- Koffka, K. (1935). *Principles of gestalt psychology*. Harcourt Brace.
- Kreuzer, A. C. (2009). *Filmmusik in Theorie und Praxis*. UVK Verlagsgesellschaft mbH.

- Lange, E., & Frieler, K. (2018). Challenges and opportunities of predicting musical emotions with perceptual and automatized features. *Music Perception, 36*(2), 217–242. <https://doi.org/10.1525/mp.2018.36.2.217>
- Leiner, D. J. (2019). *SoSci Survey* (Version 3.1.06) [Computer Software]. Verfügbar unter <https://www.sosicisurvey.de>
- Löffler, W. (2001). Entropie – Humor – Musik: How to write a hit song. In C. Bullerjahn & H. J. Erwe (Hrsg.), *Das Populäre in der Musik des 20. Jahrhunderts. Wesenszüge und Erscheinungsformen* (S. 269–293). Georg Olms Verlag.
- Madison, G., & Schiöde, G. (2017). Repeated listening increases the liking for music regardless of its complexity: Implications for the appreciation and aesthetics of music. *Frontiers in Neuroscience, 11*(147), Article 147. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00147>
- Manzara, L. C., Witten, I. H., & James, M. (1992). On the entropy of music: An experiment with Bach Chorale Melodies. *Leonardo, 2*(1), 81–88. <https://doi.org/10.2307/1513213>
- Margulis, E. H., & Beatty, A. P. (2008). Musical style, psychoaesthetics, and prospects for entropy as an analytic tool. *Computer Music Journal, 32*(4), 64–78. <https://doi.org/10.1162/comj.2008.32.4.64>
- Marković, S., & Gvozdenović, V. (2001). Symmetry, complexity and perceptual economy: Effects of minimum and maximum simplicity conditions. *Visual Cognition, 8*(3-5), 305–327. <https://doi.org/10.1080/13506280143000025>
- Meyer, L. B. (1957). Meaning in music and information theory. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism, 15*(4), 412–424. <https://doi.org/10.2307/427154>
- Milne, A. J., & Herff, S. A. (2020). The perceptual relevance of balance, evenness, and entropy in musical rhythms. *Cognition, 203*, Article 104233. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104233>
- Mongoven, C., & Carbon, C.-C. (2017). Acoustic Gestalt: On the perceptibility of melodic symmetry. *Musicae Scientiae, 21*(1), 41–59. <https://doi.org/10.1177/1029864916637116>
- Moormann, P. (2010). Komponieren mit flexiblen Modulen: Zur Filmmusik von John Williams. *Archiv für Musikwissenschaft, 67*(2), 104–119. <https://www.jstor.org/stable/25702873><https://doi.org/10.25162/afmw-2010-0007>
- Müllensiefen, D. (2009). *FANTASTIC. Feature Analysis Technology Accessing Statistics (In a Corpus). Technical report*. Verfügbar unter <http://doc.gold.ac.uk/isms/mmm/?page=Software%20and%20Documentation>
- Oehler, M. (2014). Auditorische Szenenanalyse. In C. Reuter & W. Auhagen (Hrsg.), *Kompendien Musik, Bd. 16: Musikalische Akustik* (S. 195–217). Laaber-Verlag.
- Pfleiderer, M., Frieler, K., Abeßer, J., Zaddach, W. G., & Burkhart, B. (Eds.) (2017). *Inside the jazzomat: New perspectives for jazz research*. Schott Music.
- Pickens, J., & Iliopoulos, C. (2005, September). *Markov random fields and maximum entropy modelling for music information retrieval*. ISMIR 2005, 6th International Conference on Music Information. London, UK.
- Rack, F., & Frieler, K. (2020). Music data mining. In H. C. Gräfe (Hrsg.), *Tagungsband der Telemedicus Sommerkonferenz: Über den Tellerrand* (Bd. 5, S. 27–46). Deutscher Fachverlag.
- R Core Team. (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. *R Foundation for Statistical Computing* [Computer Software]. Verfügbar unter <https://www.R-project.org/>

- Retter, M. (2008). *Filmmusik als Wagners Erbe: Eine vergleichende Analyse von Howard Shores Filmmusik zu Peter Jacksons Filmtrilogie The Lord of the Rings, Teil 1, mit Wagners Dramaturgie und Tonsprache*. Mille Tre Verlag.
- Reuter, H., & Stadler, M. A. (2006). Gestaltübergänge in der Musik: Vom Wandel der Ordnungsprinzipien. *Journal für Psychologie*, 14(2), 274–301.
- RStudio Team. (2021). *RStudio: Integrated development for R*. [Computer Software]. Verfügbar unter <http://www.rstudio.com/>
- Schaal, N. K., Bauer, A. K., & Müllensiefen, D. (2014). Der Gold-MSI: Replikation und Validierung eines Fragebogeninstrumentes zur Messung Musikalischer Erfahrungheit anhand einer deutschen Stichprobe. *Musicae Scientiae*, 18(4), 423–447. <https://doi.org/10.1177/1029864914541851>
- Schweer, W. (2018). *MuseScore 3* (Version 3.5.2) [Computer Software]. Verfügbar unter <https://musescore.org/de>
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1967). *The mathematical theory of communication* (11. Ausgabe). The University of Illinois Press.
- Snyder, J. L. (1990). Entropy as a measure of musical style: The influence of a priori assumptions. *Music Theory Spectrum*, 12(1), 121–160. <https://doi.org/10.2307/746148>
- Spering, M., & Schmidt, T. (2009). *Allgemeine Psychologie kompakt: Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Denken, Sprache*. Beltz.
- Strobl, C., Malley, J., & Tutz, G. (2009). An introduction to recursive partitioning: Rationale, application and characteristics of classification and regression trees, bagging and random forests. *Psychological Methods*, 14(4), 323–348. <https://doi.org/10.1037/a0016973>
- Temperley, D. (2007). *Music and probability*. The MIT Press.
- Thiesen, F. C. (2021). *Mikroklänge – Plinks: Zur Erkennbarkeit kürzester musikalischer Klangobjekte*. Tectum/Nomos. <https://doi.org/10.5771/9783828876514>
- Veit, J. (1996). Leitmotiv. In L. Lütteken (Ed.), *MGG Online* (2016–). Verfügbar unter <https://www.mgg-online.com/mgg/stable/13476>
- Wertheimer, M. (1922). Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. *Psychologische Forschung*, 1, 47–58. <https://doi.org/10.1007/BF00410385>
- Wertheimer, M. (1923). Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. II. *Psychologische Forschung*, 4(1), 301–350. <https://doi.org/10.1007/BF00410640>
- Wolf, A., Wolpert, L., & Kopiez, R. (2013). Freude am Singen bei 10-bis 12-Jährigen: Möglichkeiten der musikpädagogischen Einflussnahme. In W. Auhagen, C. Bullerjahn, & H. Höge (Hrsg.), *Musikpsychologie. Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Musikpsychologie. Band 23: Musikpsychologie-Interdisziplinäre Ansätze* (S. 94–115). Hogrefe.

## Anhang

## Tabellen

Tabelle 5

Korrelationen zwischen Bewertung und Gefallen für Teilstudie I und II

Leitmotiv	Pearson's <i>r</i>	<i>p</i> -Wert	95% KI Oben	95% KI Unten
Arrow	.78*** (.71***)	< .001 (< .001)	1 (.83)	.54 (.54)
Arsenal	.89***	< .001	1	.75
Astra & Non	.85***	< .001	1	.66
Atom	.65**	.002	1	.33
Barry Allen	.75***	< .001	1	.48
Black Siren	.54*	.013	1	.16
Canary	.78***	< .001	1	.53
Captain Cold	.8***	< .001	1	.58
Dark Archer	.74***	< .001	1	.47
Daxamites	.55*	.011	1	.18
Deathstroke	.83***	< .001	1	.62
Firestorm	.75***	< .001	1	.49
Guardian	.81*** (.71***)	< .001 (< .001)	1 (.83)	.60 (.54)
Gypsy	.68**	.001	1	.37
Gypsy 2	.67**	.002	1	.35
Hawkgirl	.8***	< .001	1	.58
Justice Society of America	.77*** (.76***)	< .001 (< .001)	1 (.86)	.52 (.61)
Killer Frost	.75***	< .001	1	.49
King Shark	.59**	.006	1	.24
Martian Manhunter	.9***	< .001	1	.78
Music Meister	.76*** (.52***)	< .001 (< .001)	1 (.70)	.50 (.28)
Prometheus	.64**	.003	1	.30
Reign	.44*	.04	1	.03
Reverse Flash	.75*** (.66***)	< .001 (< .001)	1 (.79)	.48 (.47)
Savitar	.47*	.027	1	.08
Supergirl	.76*** (.42**)	< .001 (.003)	1 (.62)	.50 (.16)
Superman	.84***	< .001	1	.65
The Flash	.73*** (.38**)	< .001 (.007)	1 (.59)	.45 (.11)
The Flash 2	.55* (.32*)	< 0.011 (.025)	1 (.55)	.18 (.04)
The Thinker	.88***	< .001	1	.72
Vixen	.76*** (.36*)	< .001 (.011)	1 (.58)	.50 (.09)
Zoom	.56** (.33*)	.01 (.018)	1 (.56)	.19 (.06)

Anmerkung. H1: positive Korrelation.

\**p* < .05. \*\**p* < .01. \*\*\**p* < .001. Einseitig.

**Tabelle 6**

*Fragen zur Expertise für Filmmusik und Leitmotivik*

Fragen	Zustimmungsskala
Ich beschäftige mich intensiv mit Filmmusik.	1 = ganz und gar nicht bis 7 = voll und ganz
Ich bin mit der Leitmotiv-Technik vertraut.	1 = ganz und gar nicht bis 7 = voll und ganz
Ich habe Erfahrung mit der Analyse von Leitmotiven.	1 = ganz und gar nicht bis 7 = voll und ganz
Ich bin vertraut mit Opern von Richard Wagner.	1 = ganz und gar nicht bis 7 = voll und ganz
Ich beschäftige mich intensiv mit Leitmotiven oder der Leitmotiv-Technik.	1 = ganz und gar nicht bis 7 = voll und ganz
Ich habe Erfahrung mit der Analyse von Filmmusik.	1 = ganz und gar nicht bis 7 = voll und ganz
Ich beschäftige mich intensiv mit Opern von Richard Wagner.	1 = ganz und gar nicht bis 7 = voll und ganz
Wenn ich Filmmusik höre, fallen mir Leitmotive darin auf.	1 = ganz und gar nicht bis 7 = voll und ganz
Wenn ich Opern höre, fallen mir Leitmotive darin auf.	1 = ganz und gar nicht bis 7 = voll und ganz
Ich verknüpfe die Leitmotive in Filmmusik mit bestimmten Personen oder Objekten.	1 = ganz und gar nicht bis 7 = voll und ganz
Ich verknüpfe die Leitmotive in Opern mit bestimmten Personen oder Objekten.	1 = ganz und gar nicht bis 7 = voll und ganz

**Tabelle 7**

*Demographische Daten Teilstudie I und II*

Teilstudie	Alter in Jahren		Musikalische Erfahrung		Leitmotivik-Erfahrung	
	M	SD	M	SD	M	SD
I	31.3	11.2	5.07	0.85	4.61	1.29
II	25.50	7.93	3.53	0.82	3.49	1.28

## Abbildungen

**Abbildung 6**

*Noten des „Arsenal“-Motivs*



**Abbildung 7**

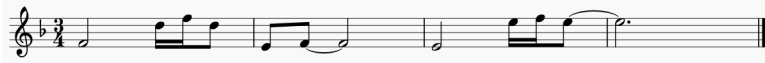
*Noten des „Astra & Non“-Motivs*



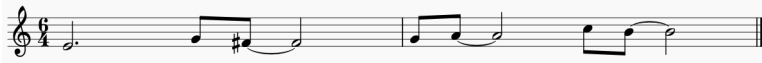
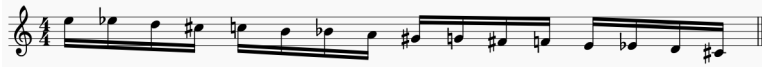
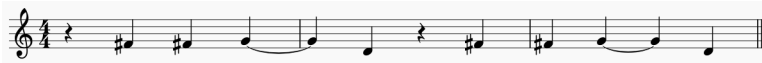
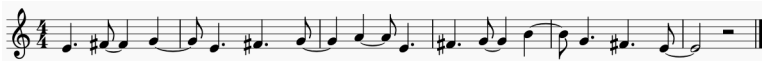
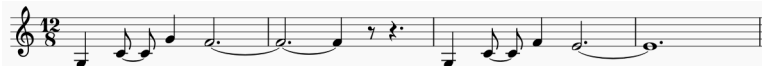
**Abbildung 8**

*Noten des „Atom“-Motivs*



**Abbildung 9***Noten des „Barry Allen“-Motivs***Abbildung 10***Noten des „Black Siren“-Motivs***Abbildung 11***Noten des „Canary“-Motivs***Abbildung 12***Noten des „Captain Cold“-Motivs***Abbildung 13***Noten des „Dark Archer“-Motivs***Abbildung 14***Noten des „Daxamites“-Motivs***Abbildung 15***Noten des „Deathstroke“-Motivs*



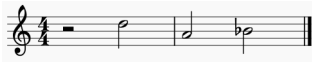
**Abbildung 23***Noten des „Martian Manhunter“-Motivs***Abbildung 24***Noten des „Prometheus“-Motivs***Abbildung 25***Noten des „Reign“-Motivs***Abbildung 26***Noten des „Savitar“-Motivs***Abbildung 27***Noten des „Supergirl“-Motivs***Abbildung 28***Noten des „Superman“-Motivs***Abbildung 29***Noten des „The Flash“-Motivs*

**Abbildung 30**

Noten des „The Flash 2“-Motivs

**Abbildung 31**

Noten des „The Thinker“-Motivs

**Abbildung 32**

Noten des „Vixen“-Motivs

**Abbildung 33**

Noten des „Zoom“-Motivs

