

Harder Than (a) Rock - Evaluierung der Rolle perkussiver Komponenten der Begleitstimme für den Härteeindruck von Musikstücken

Isabella Czedik-Eysenberg^{1,2}, Christoph Reuter²

¹ Universität Osnabrück, Institut für Musikwissenschaft und Musikpädagogik

² Universität Wien, Musikwissenschaftliches Institut

Hintergrund: Klangliche Modellierung musikalischer „Härte“

Klangliche „Härte“ gilt im Allgemeinen als eine grundlegende stilprägende Eigenschaft von Musikgenres wie *Heavy Metal*, *Hard Rock* oder *Hardcore Techno*. Die für den Härte-Eindruck wesentlichen klanglichen Merkmale waren in den letzten Jahren bereits Gegenstand akustisch-musikalischer Untersuchungen [1, 2, 8].

Die empfundene musikalische Härte erweist sich dabei als eine bemerkenswert robuste Beschreibungsdimension, bei deren Bewertung sich befragte Versuchspersonen in einem hohen Maße einig sind (hohe Interrater-Reliabilität) [3]. Darüber hinaus lässt sich die musikalische Härte auch aus psychoakustischer Sicht auf der Basis messbarer Audiosignalmerekmale mit einer ausgesprochen hohen Genauigkeit modellieren und vorhersagen ($R^2 = 0,85$ auf einem separaten Testset) (siehe [3]).

In diesem Zusammenhang deuten bisherige Ergebnisse darauf hin, dass besonders die perkussiven Klanganteile innerhalb des Musiksignals eine wesentliche Rolle spielen, und das vor allem im Fall der Gitarren- und sonstigen Begleitstimmen (ausgenommen Schlagzeug und Bass): Nach umfangreichen Audiosignalanalysen von 211 Musikausschnitten (Dauer: 15 Sekunden), die zuvor von jeweils 40 Versuchspersonen auf ihre musikalische Härte eingeschätzt worden waren, zeigte es sich, dass zwischen der mittleren Härtebewertung und einem spezifischen Klangmerkmal - der „Percussive/Harmonic Ratio“ der Begleitstimmen („Other“) - alleine bereits eine hohe Korrelation von r (Pearson) = 0,815 ($p < 0,001$) besteht ([3], siehe Abbildung 1).

Fragstellungen

Aufgrund dieses deutlichen Zusammenhangs wirkt die *Percussive/Harmonic Ratio (Other)* wie ein besonders vielversprechendes Merkmal für eine kompakte Beschreibung musikalischer Härte im Audiosignal. Um deren Rolle zu ergründen und zu evaluieren, wird folgenden Fragen nachgegangen:

1. Inwieweit stehen perkussive Klanganteile innerhalb der Begleitstimme in einer kausalen Beziehung zu der wahrgenommenen Härte von Musik?
2. Ist es möglich, den insgesamt Härteeindruck von Musikbeispielen aus unterschiedlichen Genres durch Manipulation dieses Faktors gezielt zu erhöhen/abzusenken?

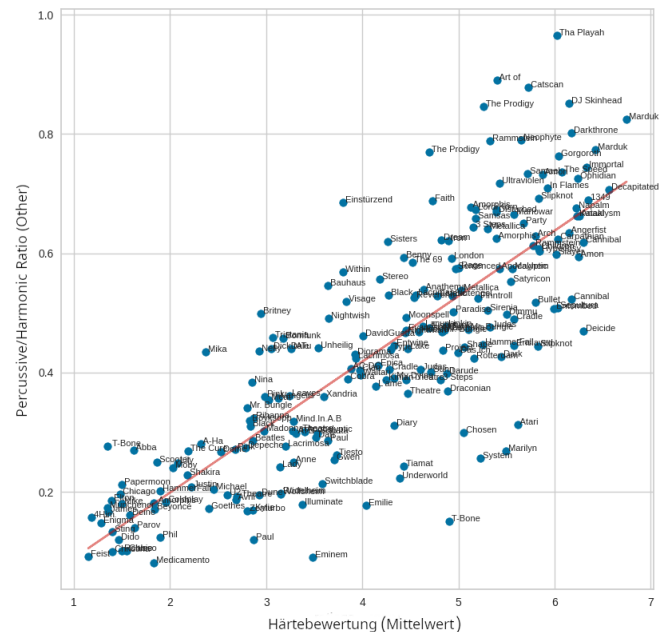


Abbildung 1: Die wahrgenommene musikalische Härte weist eine ausgeprägte Korrelation mit dem Verhältnis zwischen perkussiven und harmonischen Anteilen der „Anderes“-Stimme auf (*Percussive/Harmonic Ratio (Other)*; $r = 0,815$; $p < 0,001$).

Methode

Um den Einfluss der perkussiven Komponenten der Begleitstimme auf die empfundene Härte zu evaluieren, wurde in 40 Musikausschnitten aus vier verschiedenen Genres (*Metal*, *Elektronische Musik*, *Pop*, *Sonstiges*) die *Percussive/Harmonic Ratio* der Begleitstimme mit Hilfe einer Signalmanipulation gezielt verändert.

Signalmanipulation

Die vorliegenden Musiksignale wurden zunächst einer Quellentrennung mittels *Spleeter* [6] unterzogen. Abbildung 2 veranschaulicht diesen Schritt. Das Originalsignal wurde dabei mithilfe eines 4-Stamm-Modells in die vier Teilsignale für *Stimme*, *Schlagzeug*, *Bass* sowie *Anderes* zerlegt - wobei letzteres das Restsignal unter Abzug der drei übrigen Teilsignale darstellt. In vielen Fällen enthält dieses insbesondere die Gitarrenstimme, kann aber - je nach Besetzung - auch beliebige andere bzw. zusätzliche Instrumentalstimmen beinhalten.

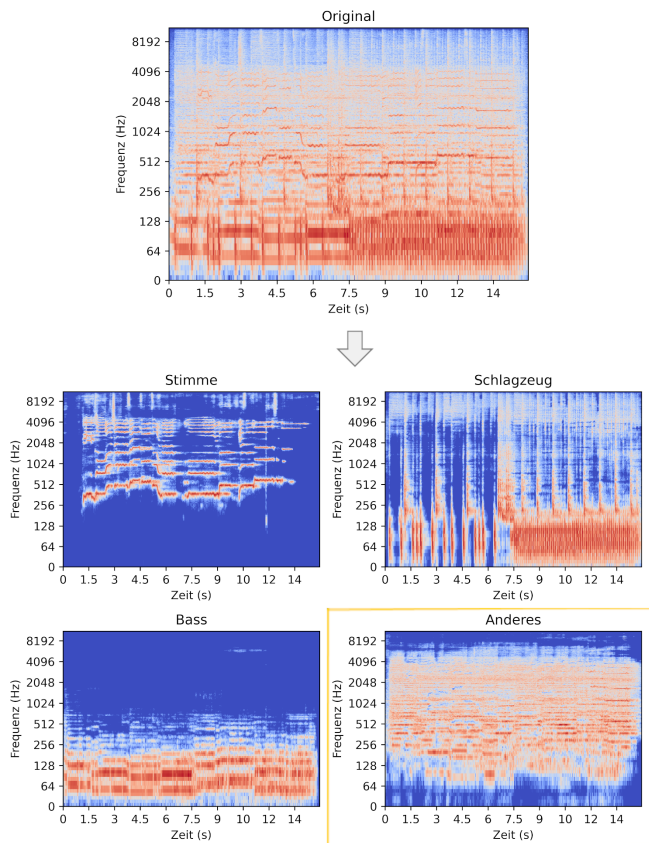


Abbildung 2: Schritt 1: Quellentrennung des Musiksignals in Stimme, Schlagzeug, Bass, sowie die übrigen Begleitstimmanteile („Anderes“/„Other“).

Im zweiten Schritt wurde jenes Restsignal („Anderes“) gesondert betrachtet und einer *Harmonisch-Perkussiv-Trennung* (nach [5]) mittels LibROSA [10] unterzogen. Im Zuge dessen wurde das Signal mittels Medianfilterung über die Zeit- bzw. Frequenzdimension des Sonagramms aufgetrennt, sodass - wie in Abbildung 3 dargestellt - ein Teilsignal die horizontalen (= *harmonischen*) und dessen Gegenstück die vertikalen (= *perkussiven*) Signalkomponenten umfasst.

Das Verhältnis jener perkussiven und harmonischen Klanganteile zueinander wurde schließlich experimentell verändert. Genauere Betrachtungen des Zusammenhangs mit den Härtebewertungen (siehe Abbildung 1) hatten zuvor gezeigt, dass die höhere Bewertung eher mit einer höheren absoluten Ausprägung des Perkussivanteils ($r = 0,747$; $p < 0,001$) zusammenzuhängen scheint als mit einem schwächeren harmonischen Anteil der „Anderes“-Stimme, welcher für sich genommen (trotz insgesamt Lautheitsnormalisierung der Klangstimuli) noch einen schwach positiven Zusammenhang mit den Härtebewertungen aufweist ($r = 0,212$; $p = 0,002$). Die Intensität jener perkussiven Anteile wurde daher verstärkt (Faktor 2,5; **Bedingung h**) bzw. abgeschwächt (Faktor 0,1; **Bedingung l**), bevor das Gesamtsignal additiv wieder zusammengesetzt wurde, wobei die Faktoren so gewählt wurden, dass digitales Clipping in allen Fällen vermieden wurde.

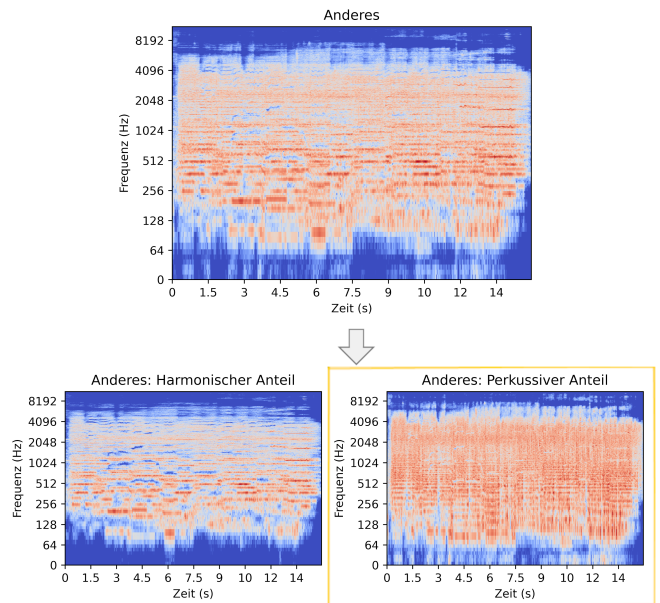


Abbildung 3: Schritt 2: Harmonisch-Perkussiv-Trennung des „Anderes“-Teilsignals.

Hörversuch

Jene veränderten Klangbeispiele wurden in einem Hörversuch im *Between-Subjects-Design* von zwei Versuchspersonengruppen (a, b) auf einem Schieberegler hinsichtlich der wahrgenommenen „Härte“ bewertet. Jeder Gruppe wurde dabei in randomisierter Reihenfolge jeweils eine der beiden Bedingungen jedes Stimulus zur Bewertung vorgelegt. Vier Kontrollstimuli wurden unverändert beiden Versuchspersonengruppen präsentiert.

Von den 64 Versuchspersonen, welche vollständig an dem Experiment teilnahmen, wurden 31 zufällig Gruppe **a** zugeteilt (18♀, 12♂, 1 divers, Alter: $39,1 \pm 16,44$) und 33 Personen Gruppe **b** (10♀, 23♂, Alter: $41,58 \pm 16,57$).

Ergebnisse

Im Fall der unveränderten Kontrollstimuli ergab sich erwartungsgemäß jeweils kein signifikanter Bewertungsunterschied zwischen den beiden Versuchspersonengruppen.

Über die 36 Teststimuli hinweg betrachtet zeigt sich hingegen in der Gesamtauswertung ein sehr signifikanter Einfluss der Signalmanipulation auf die mittlere Härtebewertung (paarweiser t-Test über die mittleren Bewertungen in der l- vs. h-Bedingung: $t(35) = -6,957$; $p < 0,001$).

Auf Ebene der einzelnen Stimuli werden dabei allerdings deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen einbezogenen Musikgenres erkennbar. Den zuverlässigsten Effekt zeigte die Signalmanipulation dabei tatsächlich im Fall der *Metal*-Musikauschnitte (siehe Abbildung 4). Gemäß einseitigem Welch-Test fällt der Unterschied in den Bewertungen der beiden Bedingungen für alle getesteten Stimuli des Metal-Genres signifikant aus - mit teils sehr hohen Effektstärken (Hedges g), wie in Tabelle 1 angeführt.

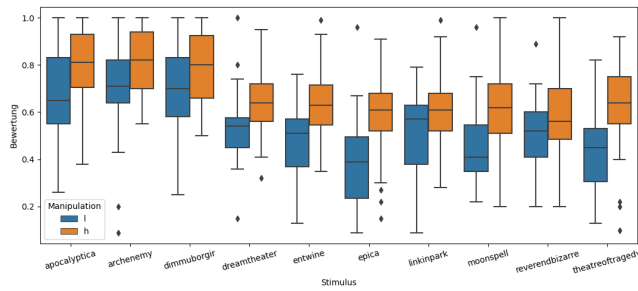


Abbildung 4: Härtebewertung der Metal-Musikausschnitte nach Verringerung (l) bzw. Verstärkung (h) der perkussiven Begleitstimmanteile.

Tabelle 1: Signifikanz (gemäß einseitigem Welch-Test) und Effektstärke der vorgenommenen Signalmanipulation am Beispiel der Metal-Stimuli.

Stimulus	p	Hedges g
apocalyptica	0,006	0,636
archenemy	0,009	0,610
dimmuborgir	0,006	0,639
dreamtheater	0,002	0,725
entwine	<0,001	1,126
epica	<0,001	1,013
linkinpark	0,037	0,450
moonspell	<0,001	0,947
reverendbizarre	0,043	0,432
theatrefragedy	<0,001	0,933

Innerhalb anderer Genres (z.B. *Electronic*, siehe Abbildung 5) lässt sich hingegen nur teilweise ein signifikanter Unterschied in der erwarteten Richtung feststellen (*darude*: $p = 0,022$; *steps*: $p = 0,012$; *thechemical*: $p = 0,004$).

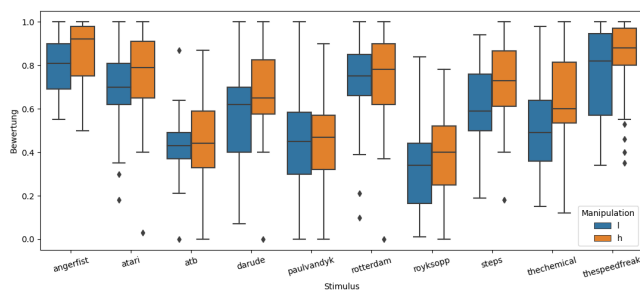


Abbildung 5: Härtebewertung der Electronic-Musikausschnitte nach Verringerung (l) bzw. Verstärkung (h) der perkussiven Begleitstimmanteile.

Diskussion

Die Ergebnisse deuten insgesamt darauf hin, dass eine Manipulation der *Percussive/Harmonic Ratio (Other)* einen deutlichen Einfluss auf die wahrgenommene musikalische *Härte* haben kann. Dabei waren jedoch merkbare Unterschiede zwischen den getesteten Musikgenres feststellbar. Eine Rolle könnte in diesem Zusammenhang spielen, inwieweit – je nach Genre – überhaupt perkussive Begleitstimmanteile vorhanden sind, welche einer experimentellen Manipulation unterzogen werden können. Jene Klangkomponenten könnten insbesondere

durch den Staccato-Charakter der im Metal-Genre eingesetzten Rhythmusgitarren-Spieltechniken hervorgerufen werden, ebenso wie durch breitbandige Rauschkomponenten, die beim Verzerren der Gitarrenklänge entstehen. Dieser Befund wäre auch mit den in [9], [7] und [11] beschriebenen Stilelementen vereinbar.

Um die Relevanz spezifischer Klanganteile noch genauer einzugrenzen, könnte eine Harmonisch-Perkussiv-*Rest*-Zerlegung [4] eingesetzt werden. Zudem könnte der Zusammenhang durch das Hinzufügen von Klangelementen sowie durch die gezielte Manipulation weiterer klanglicher Prädiktoren musikalischer Härte in Zukunft noch näher untersucht werden.

Literatur

- [1] Berger, H. & Fales, C. (2005). “Heaviness” in the perception of heavy metal guitar timbres: The match of perceptual and acoustic features. In T. Porcello & P. D. Greene (Hrsg.), *Wired for Sound: Engineering and Technologies in Sonic Cultures* (S. 181-97). Wesleyan University Press.
- [2] Czedik-Eysenberg, I., Knauf, D., & Reuter, C. (2017). Was macht Musik „hart“? Klangliche Merkmale zur genreübergreifenden Identifikation musikalischer Härte. *Fortschritte der Akustik. DAGA 2017*, 186-189.
- [3] Czedik-Eysenberg, I. (2021). Semantische Modellierung wahrnehmungspsychologischer Musikdimensionen auf Basis von akustischen Signaleigenschaften. Dissertation, Universität Wien.
- [4] Driedger, J., & Müller, M. (2015). Harmonisch-Perkussiv-Rest Zerlegung von Musiksignalen. *Fortschritte der Akustik. DAGA 2015*, 1421-1424.
- [5] Fitzgerald, D. (2010). Harmonic/percussive separation using median filtering. *Proc. DAFx10*.
- [6] Hennequin, R., Khlif, A., Voituret, F. & Moussallam, M. (2020). Spleeter: a fast and efficient music source separation tool with pre-trained models. *Journal of Open Source Software*, 5 (50), 2154.
- [7] Herbst, J.-P. (2017). Shredding, tapping and sweeping: Effects of guitar distortion on playability and expressiveness in rock and metal solos. *Metal Music Studies*, 3 (2), 231-250.
- [8] Herbst, J. P., & Mynett, M. (2023). Toward a Systematic Understanding of “Heaviness” in Metal Music Production. *Rock Music Studies*, 10(1), 16-37.
- [9] Kahn-Harris, K. (2006). *Extreme metal: Music and culture on the edge*. Oxford: Berg Publishers.
- [10] McFee, B., Raffel, C., Liang, D., Ellis, D. P., McVicar, M., Battenberg, E. & Nieto, O. (2015). librosa: Audio and music signal analysis in python. *Proceedings of the 14th python in science conference*.
- [11] Mynett, M. (2019). Defining contemporary metal music: Performance, sounds and practices. *Metal Music Studies*, 5 (3), 297-313.