



# Digitizing the Dualism Debate

a case study in the computational analysis of historical music theory sources

CROSS 2021 Event - 16 September 2021

Fabian C. Moss - [fabian.moss@epfl.ch](mailto:fabian.moss@epfl.ch)

François Bavaud - [francois.bavaud@unil.ch](mailto:francois.bavaud@unil.ch)

Coline Métrailler - [coline.metrailler@unil.ch](mailto:coline.metrailler@unil.ch)

Maik Köster - [mkoest14@uni-koeln.de](mailto:mkoest14@uni-koeln.de)

Melinda Femminis - [melinda.femminis@unil.ch](mailto:melinda.femminis@unil.ch)

# Context



**Music theory** is a very old discipline, going back at least to antiquity. Writings encompass a variety of formats, including theoretical treatises, composition manuals, lexica, textbooks for students, and more.

Common to many writings is the introduction and definition of “atomic” **concepts** like “tone”, “scale”, “key”, “mode”, “meter”, etc.

Throughout history, several debates about these musical concepts have shaped the **theoretical discourse** and are implicit in these texts.



# Harmonic Dualism

“Dualism, harmonic, is the concept of a *twofold [or dual] relationship of tones*, in the major sense and in the minor sense, i.e. the conception of a single tone as representative of either a major triad or a minor triad.

[...]

Advocates of h. d. are the theorists: Zarlino, Galinas, Rameau, Ballotti, Tartini, Blainville, Hauptmann, von Oettingen, Riemann.”

Riemann, H. (1900). *Musik-Lexikon* (5th ed.) Leipzig: Max Hesse's Verlag [transl. FCM].



“Tonnetz” after O. Hostinský (1879)



# Harmonic Dualism - a heated debate

Kunkel on Weitzmann:

*“A more incomplete, sketchy, and system-less theory of modulations regarding harmony is probably nowhere else to be found.”*

Capellen on Riemann:

*“That a man of such importance and merit as H. Riemann clutches to his theory of the minor mode with such a tenacity bordering on stubbornness [...] is incomprehensible and proves the lack of decisiveness of musical experts regarding important theoretical questions.”*

[transl. FCM]



# Project goals

1. provide **insights about the dualism debate** from a quantitative, Digital Humanities perspective, e.g. the mutual relations between authors and their texts, networks of concepts, semantic analyses, and prevalent topics
2. provide a **proof-of-concept implementation** of a transcription pipeline that enables computational analysis of historical music theory sources
3. project presentation on an **interactive website** to display and browse corpus



# Related projects

Center for the History of Music Theory and Literature (CHMTL), Indiana University

- Thesaurus Musicarum Latinarum (3rd-17th c.): <http://www.chmtl.indiana.edu/tml/>
- Saggi Musicali Italiani (15th-19th c.): <http://www.chmtl.indiana.edu/smi/>
- Texts on Music in English (14th-17th c.): <http://www.chmtl.indiana.edu/tme/>
- Traités français sur la musique (14th-19th c.): <http://www.chmtl.indiana.edu/tfm/>
- Thesaurus Musicarum Italicarum (18th c.): <http://tmiweb.science.uu.nl/>



# Sources

Focus on the main actors of the dualism debate: **9 core texts** (as of now we have 10)

Author	Year	Pages	Types	Tokens	ID	Ref.
Moritz Hauptmann	1853	394	7'511	33'938	HAU1853	[16]
Ernst Naumann	1858	52	2'662	7'252	NAU1858	[17]
Carl Friedrich Weitzmann	1860	63	1'788	4'853	WEI1860	[18]
Carl Friedrich Weitzmann	1861	28	1'677	3'050	WEI1861	[19]
Franz Joseph Kunkel	1863	59	5'193	13'408	KUN1863	[20]
Arthur v. Oettingen	1866	294	6'463	25'045	OET1866	[21]
Adolf Thürlings	1877	51	3'279	6'454	THU1877	[22]
Hugo Riemann	1905	36	2'269	4'136	RIE1905	[23]
Georg Capellen	1905	88	4'753	12'373	CAP1905	[24]
<b>Total</b>		1'065	20'436	110'509		



# Pipeline

1. collection of **sources** and metadata
2. **preprocessing**, segmentation (text, figures, music examples, diagrams), optical character recognition (OCR), corrections
3. **analysis** using a range of methods from natural language processing (NLP)
4. **presentation and dissemination** in interactive website and research publications



```
graph LR; Sources --> Preprocessing; Preprocessing --> Analysis; Analysis --> Outcomes; Outcomes --> Arrow[ ]
```

**Sources**

**Preprocessing**

**Analysis**

**Outcomes**

# E i n l e i t u n g .

Seit der Begründung des Generalbasses durch Rameau, seit den Untersuchungen d'Alembert's über den Bau der Tonarten, und den Arbeiten Euler's über die Eigenschaften der Tonintervalle sind fast alljährlich neue Werke über die Theorie der Musik erschienen. Hierin liegt ein sprechendes Zeugniß dafür, dass die Harmonielehre keineswegs in ihrer Entwicklung einem Abschluss nahe, dass sie vielmehr fort und fort nach neuen Formen ringt. Mit Helmholtz's Forschungen ist aber die Theorie der Musik in ein ganz neues Stadium getreten. In seinem Werke „Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik“, Braunschweig 1863, Zweite Ausgabe 1865, ist ein inniges Band um Kunst und Wissenschaft geschlungen. —

Die Elemente der Musik, die physikalischen Eigenschaften der Töne, die Partialtöne des Klanges, die Erscheinungen der Combinationstöne und Schwebungen — sie waren zwar längst der Wissenschaft bekannt, sie standen aber als isolirte Theoreme der Physik da. Ihre nahe Beziehung zur Harmonie zur Theorie der Consonanz und Dissonanz war von den grossen Vorkämpfern der Wissenschaft kaum mehr als

## Example

Texts contain different types of Named Entities (NEs:

- musical terms
- Persons
- References or Citations

v. Oettingen (1863). *Harmoniesystem in dualer Entwicklung*.



# Sources: textual diversity

1. Wo Klang entstehen soll, wird erfordert: ein elastisches, gespanntes, in sich gleichförmiges Material, und

Die in der Akustik und theoretischen Musik geltenden Bestimmungen für die relativen Schwingungszahlen der verschiedenen Töne gründen sich, wie bekannt, sämtlich auf die An-

**Consonanzen** nennen wir diejenigen Zusammenklänge, welche, wenn sie ohne Verbindung mit anderen Harmonien er-

Eine erste wissenschaftliche Grammatik der Tonsprache hat uns mein hochverehrter Lehrer M. Hauptmann gegeben,

Die Partei, welche die Richtung der Zukunftsmusik vertritt und bisher mit allgemeinen ästhetischen Principien, häufiger jedoch nur mit leerem Phrasen-Gepfästel eine künstlerische

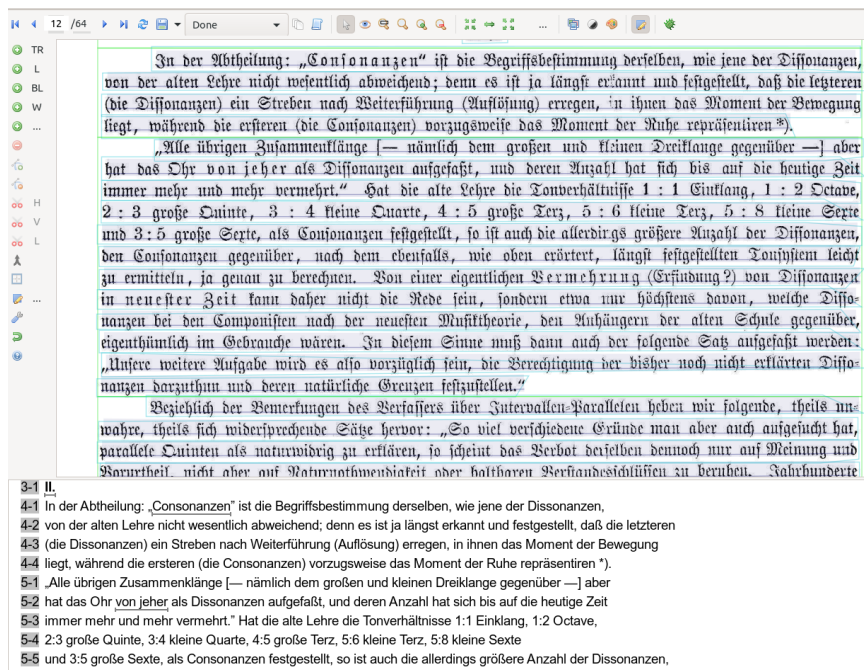
„Die Tonhöhe hängt nur ab von der Schwingungsdauer oder, was gleichbedeutend ist, von der Schwingungs-

Soweit ist Hauptmann jedoch nicht gekommen. Er setzt zur Erklärung der Molltonart eine genügende Beweisführung dem

Aber schon der Versuch, die Konsonanz des Durakkordes durch die Obertonreihe zu begründen,

Wenn auch H. Riemann meine Monographie übergangen hat, so habe ich dennoch seine Problemschrift mit grosser Genugthuung

# Transcription and conversion



In der Abtheilung: „Consonanzen“ ist die Begriffsbestimmung derselben, wie jene der Dissonanzen, von der alten Lehre nicht wesentlich abweichend; denn es ist ja längst erkannt und festgestellt, daß die letzteren (die Dissonanzen) ein Streben nach Weiterführung (Auflösung) erregen, in ihnen das Moment der Bewegung liegt, während die ersteren (die Consonanzen) vorzugsweise das Moment der Ruhe repräsentiren \*).

„Alle übrigen Zusammenklänge [— nämlich dem großen und kleinen Dreiklänge gegenüber —] aber hat das Ohr von jeher als Dissonanzen aufgefaßt, und deren Anzahl hat sich bis auf die heutige Zeit immer mehr und mehr vermehrt.“ Hat die alte Lehre die Tonverhältnisse 1 : 1 Einklang, 1 : 2 Octave, 2 : 3 große Quinte, 3 : 4 kleine Quarte, 4 : 5 große Terz, 5 : 6 kleine Terz, 5 : 8 kleine Sexte und 3 : 5 große Sexte, als Consonanzen festgestellt, so ist auch die allerdings größere Anzahl der Dissonanzen, den Consonanzen gegenüber, nach dem ebenfalls, wie oben erwähnt, längst festgestellten Tonsystem leicht zu ermitteln, ja genau zu berechnen. Von einer eigentlichen Vermehrung (Erfindung?) von Dissonanzen in neuester Zeit kann daher nicht die Rede sein, sondern etwa nur höchstens davon, welche Dissonanzen bei den Componisten nach der neuesten Musiktheorie, den Anhängern der alten Schule gegenüber, eigenthümlich im Gebrauche waren. In diesem Sinne muß dann auch der folgende Satz aufgefaßt werden: „Unsere weitere Aufgabe wird es also vorzüglich sein, die Berechtigung der bisher noch nicht erklärten Dissonanzen darzuthun und deren natürliche Grenzen festzustellen.“

Bezüglich der Bemerkungen des Verfassers über Intervallen-Parallelen heben wir folgende, theils unwahre, theils sich widersprechende Sätze hervor: „So viel verschiedene Gründe man aber auch aufgeführt hat, parallele Quinten als naturwidrig zu erklären, so scheint das Verbot derselben dennoch nur auf Meinung und Autorität, nicht aber auf Naturmathematik oder haltbaren Verstandeschlüssen zu beruhen. Vahrhundert

3-1 II.  
4-1 In der Abtheilung: „Consonanzen“ ist die Begriffsbestimmung derselben, wie jene der Dissonanzen,  
4-2 von der alten Lehre nicht wesentlich abweichend; denn es ist ja längst erkannt und festgestellt, daß die letzteren  
4-3 (die Dissonanzen) ein Streben nach Weiterführung (Auflösung) erregen, in ihnen das Moment der Bewegung  
4-4 liegt, während die ersteren (die Consonanzen) vorzugsweise das Moment der Ruhe repräsentiren \*).

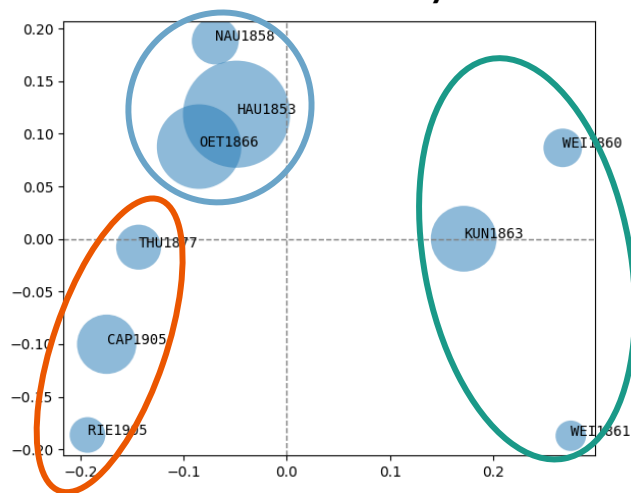
5-1 „Alle übrigen Zusammenklänge [— nämlich dem großen und kleinen Dreiklänge gegenüber —] aber  
5-2 hat das Ohr von jeher als Dissonanzen aufgefaßt, und deren Anzahl hat sich bis auf die heutige Zeit  
5-3 immer mehr und mehr vermehrt.“ Hat die alte Lehre die Tonverhältnisse 1:1 Einklang, 1:2 Octave,  
5-4 2:3 große Quinte, 3:4 kleine Quarte, 4:5 große Terz, 5:6 kleine Terz, 5:8 kleine Sexte  
5-5 und 3:5 große Sexte, als Consonanzen festgestellt, so ist auch die allerdings größere Anzahl der Dissonanzen,

TXT  
(analyses)

TEI-XML  
(display)

# Preliminary analyses

Text similarity



Topic Modeling

Topic 1 ("chords")	Topic 2 ("acoustics")	Topic 3 ("tones")	Topic 4 ("meter")	Topic 5 ("music theory")
Folge (1.08)	Töne (1.29)	c (2.76)	Einheit (1.28)	Verfasser (0.51)
Terz (1.08)	Intervalle (0.7)	g (2.1)	Bestimmung (1.14)	Theorie (0.49)
Quint (1.06)	Terz (0.59)	e (1.8)	Ordnung (0.8)	Tonart (0.47)
C (1.03)	reinen (0.52)	d (1.57)	Metrum (0.78)	Harmonie (0.45)
Grundton (1.01)	Musik (0.51)	a (1.44)	Bedeutung (0.76)	Musik (0.39)
Tonart (0.95)	Ton (0.48)	f (1.4)	metrischen (0.71)	Töne (0.38)
Dreiklang (0.89)	Obertöne (0.45)	h (1.06)	Glied (0.7)	Accorde (0.37)
Auflösung (0.83)	Octave (0.42)	C (0.72)	metrische (0.6)	Tonarten (0.35)
tonischen (0.82)	Helmholtz (0.4)	Klänge (0.7)	Form (0.55)	Beispiele (0.33)
Ton (0.82)	Schwingungszahlen (0.38)	Verwandschaft (0.6)	Bestimmungen (0.54)	Lehre (0.33)
Accorde (0.76)	nämlich (0.38)	phon (0.6)	Quint (0.5)	alten (0.33)
Töne (0.75)	Quinte (0.37)	phonischen (0.54)	Folge (0.49)	lassen (0.3)
G (0.74)	Reihe (0.37)	b (0.51)	Momente (0.49)	Quinten (0.3)
Dreiklänge (0.73)	musikalischen (0.36)	Ton (0.49)	Formation (0.49)	Harmoniesystem (0.29)
Bedeutung (0.72)	Konsonanz (0.36)	fis (0.48)	lassen (0.49)	Erklärung (0.28)

# Optical Music Recognition (OMR)



transcription



```
!!!COM: Capellen, Georg
!!!CDT: 1905
!!!OTL@DE: Die Zukunft der
Musiktheorie
!!!ONM: 4
**kern **kern
*staff2      *staff1
*clefF4      *clefG2
=1-          =1-
2c           2e cc
4G           4g b
4d           4f a
=2           =2
1c           1e cc
=||          =||
*_           *_
!!!ENC: Fabian C. Moss
!!!END: 2021/01/19
```

conversion



rendering





## Project status (as of today)

- segmentation and transcription of 10 core texts (~1.200 pages)
- preliminary analyses (text similarity, topic modeling)
- annotation of of 95% of the texts with NEs and specific labels
- display on website currently under development
- accepted paper at *Computational Humanities Research Conference 2021*



## Future work and extensions

- refinement of pipeline
- improvement of analytical methodology
- encoding and analysis of musical examples (MEI)
- entire encoding of corpus in TEI/MEI framework

Extension **beyond dualism** debate in follow-up work:

- use pipeline to extend scope to other music-theoretical sources
- studying historical and geographical differences
- studying different languages (latent semantic spaces)
- ...



# Digitizing the Dualism Debate

CROSS 2021 Event - 16 September 2021

Fabian C. Moss - [fabian.moss@epfl.ch](mailto:fabian.moss@epfl.ch)

François Bavaud - [francois.bavaud@unil.ch](mailto:francois.bavaud@unil.ch)

Coline Métrailler - [coline.metrailler@unil.ch](mailto:coline.metrailler@unil.ch)

Maik Köster - [mkoest14@uni-koeln.de](mailto:mkoest14@uni-koeln.de)

Melinda Femminis - [melinda.femminis@unil.ch](mailto:melinda.femminis@unil.ch)