

## Schriften zur Musikwissenschaft aus Münster

# Modelle zur computergestützten Analyse von Überlieferungen der Mensuralmusik

Empirische Textforschung im Kontext  
phylogenetischer Verfahren

Anna Viktoria Katrin Plaksin



MODELLE ZUR COMPUTERGESTÜTZTEN  
ANALYSE VON ÜBERLIEFERUNGEN DER  
MENSURALMUSIK

**Empirische Textforschung im Kontext  
phylogenetischer Verfahren**

zur Erlangung des Grades Doctor philosophiae (Dr. phil.)  
vom Fachbereich Gesellschafts- und Geschichtswissenschaften der  
Technischen Universität Darmstadt

Dissertation von  
Anna Viktoria Katrin Plaksin

Erstgutachterin: Prof. Dr. Andrea Rapp

Zweitgutachter: Prof. Dr. Klaus Pietschmann

Darmstadt 2020

Anna Viktoria Katrin Plaksin: Modelle zur computergestützten Analyse von Überlieferungen der Mensuralmusik – Empirische Textforschung im Kontext phylogenetischer Verfahren

Darmstadt, Technische Universität Darmstadt

Jahr der Veröffentlichung der Dissertation auf TUprints: 2021

URN: urn:nbn:de:tuda-tuprints-172112

Tag der mündlichen Prüfung: 31. März 2020



Veröffentlicht unter CC BY-SA 4.0

Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>

**Anna Viktoria Katrin Plaksin**

**Modelle zur computergestützten Analyse von Überlieferungen  
der Mensuralmusik**



Wissenschaftliche Schriften der WWU Münster

**Reihe XXVI**

**Schriften zur Musikwissenschaft aus Münster**

**Band 27**

**Writings in Musicology from Münster**

**Volume 27**

**Anna Viktoria Katrin Plaksin**

# **Modelle zur computergestützten Analyse von Überlieferungen der Mensuralmusik**

Empirische Textforschung im Kontext phylogenetischer Verfahren

## Wissenschaftliche Schriften der WWU Münster

herausgegeben von der Universitäts- und Landesbibliothek Münster  
<http://www.ulb.uni-muenster.de>



### Schriften zur Musikwissenschaft aus Münster | Writings in Musicology from Münster

Begründet von Prof. Dr. Klaus Hortschansky, herausgegeben von Prof. Dr. Ralf Martin Jäger –  
Institut für Musikwissenschaft der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Die Reihe erscheint als Fortsetzung der *Schriften zur Musikwissenschaft aus Münster*  
(1.1991–24.2007 erscheinen im Verlag der Musikalienhandlung Wagner, Hamburg u.a.).

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;  
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://www.dnb.de> abrufbar.

Dieses Buch steht gleichzeitig in einer elektronischen Version über den Publikations- und  
Archivierungsserver der WWU Münster zur Verfügung.

<https://www.ulb.uni-muenster.de/wissenschaftliche-schriften>

Anna Viktoria Katrin Plaksin

„Modelle zur computergestützten Analyse von Überlieferungen der Mensuralmusik. Empirische  
Textforschung im Kontext phylogenetischer Verfahren“

Wissenschaftliche Schriften der WWU Münster

Reihe XXVI: Schriften zur Musikwissenschaft aus Münster, Band 27 | Writings in Musicology from  
Münster, Volume 27

Verlag readbox unipress in der readbox publishing GmbH, Dortmund

[www.readbox.net/unipress](http://www.readbox.net/unipress)

Zugl.: Darmstadt, Technische Universität Darmstadt, Dissertation, 2020

Dieses Werk ist unter der Creative-Commons-Lizenz vom Typ 'CC BY-SA 4.0 International'

lizenziert: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>

Von dieser Lizenz ausgenommen sind Abbildungen, welche sich nicht im Besitz  
der Autorin oder der ULB Münster befinden.



ISBN 978-3-8405-0250-7

(Druckausgabe)

URN urn:nbn:de:hbz:6-59029717067

(elektronische Version)

direkt zur Online-Version:

© 2021 Anna Viktoria Katrin Plaksin

Satz:

Anna Viktoria Katrin Plaksin

Titelbild:

*Missarum Josquin Liber secundus*, Venetiis : Petrutius,  
1505, p. 31, © HAB Wolfenbüttel, [http://diglib.hab.de/  
drucke/2-8-musica-2s/start.htm?image=00031](http://diglib.hab.de/drucke/2-8-musica-2s/start.htm?image=00031), CC-BY-SA  
*DNA*, Pixabay, <https://pixabay.com/p-163466>, Pixabay  
License

Umschlag:

ULB Münster



Für meinen Vater





# Inhaltsverzeichnis

<b>Glossar</b>	<b>V</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Korpora als Zugang zur Musiküberlieferung des 15. und 16. Jahrhunderts . . . . .	5
1.2 Makrostruktur vs. Mikrostruktur: Zum Kontinuum komplexer Fragestellungen . . . . .	19
<b>I Methodische Grundlagen</b>	<b>33</b>
<b>2 Variation und Filiation von Musikquellen um 1500</b>	<b>35</b>
2.1 Varianten . . . . .	36
2.2 Relationen . . . . .	46
2.2.1 Hypothesen zum Kopierprozess . . . . .	48
2.2.2 Der Begriff der Signifikanz . . . . .	56
2.2.3 Spezielle Aspekte zur Musik des 15. und 16. Jahrhunderts . . . . .	74
2.3 Fallbeispiele . . . . .	96
2.3.1 Gruppierung von Quellen . . . . .	97
2.3.2 Der Archetyp im Spiegel seiner Nachfolger . . . . .	102
2.3.3 Annahmen zur Genese von Varianten . . . . .	107
2.3.4 M. D'ung aultre amer vs. Tu solus qui facis mirabilia: Eine Tradition, zwei Einschätzungen . . . . .	109

2.3.5	Überlieferung im Spiegel der Josquinforschung . . .	113
2.3.6	Konträre Strategien zur Kontextualisierung von Befunden . . . . .	120
2.3.7	Fazit – Was ist der Archetypus? . . . . .	125
<b>3</b>	<b>Konzepte und Verfahren der computerbasierten Sequenzanalyse</b>	<b>133</b>
3.1	Der Sequenzbegriff: Reihen von Zuständen . . . . .	137
3.2	Alignment: Operationalisierung von Ähnlichkeit . . . . .	147
3.2.1	Grundprinzipien des Sequenzalignments . . . . .	147
3.2.2	Alignment notierter Musik . . . . .	154
3.3	Phylogenetische Analysen: Homologie . . . . .	164
3.3.1	Methoden phylogenetischer Analysen . . . . .	166
3.3.2	Phylogenie und Filiation: Parallelen und Divergenzen .	184
3.4	Substitutionsmatrizen und Evolutionsmodelle . . . . .	195
<b>II</b>	<b>Verfahrensentwicklung</b>	<b>209</b>
<b>4</b>	<b>Vorgehen</b>	<b>211</b>
<b>5</b>	<b>Anforderungen</b>	<b>219</b>
5.1	Methodenspezifische Anforderungen . . . . .	219
5.1.1	Digitalisierung als Datenerhebung: Eine Frage der Repräsentation . . . . .	223
5.1.2	Ähnlichkeit als Modell musikalischer Mutation: Eine Frage der Operationalisierung . . . . .	228
5.2	Gegenstandsspezifische Anforderungen . . . . .	233
5.2.1	Quellenspezifische Anforderungen . . . . .	233
5.2.2	Notationsspezifische Anforderungen . . . . .	243
5.2.3	Text . . . . .	258

---

<b>6</b>	<b>Kodierung</b>	<b>265</b>
6.1	Grundkonzepte der Modellierung von Musiknotation mit MEI .	265
6.2	Semantische Ebenen der quellenbasierten Kodierung von Mensuralmusik . . . . .	271
6.3	Kodierung als Beschreibung mensuraler Musikquellen . . . .	279
<b>7</b>	<b>Formalisierung</b>	<b>299</b>
7.1	Kodierung und Formalisierung . . . . .	299
7.2	Prozess der Sequenzbildung . . . . .	301
7.3	Merkmalsextraktion . . . . .	306
7.3.1	Erzeugung der symbolischen Ebene . . . . .	308
7.3.2	Erzeugung der abstrakten Ebene . . . . .	314
<b>8</b>	<b>Analyse: Zum Verhältnis von notiertem und bezeichnetem Klang</b>	<b>337</b>
8.1	Voraussetzungen . . . . .	339
8.1.1	Anmerkungen zur verwendeten Implementierung . .	339
8.1.2	Beschreibung der Stichprobenparameter . . . . .	345
8.2	Analyse von Alignments . . . . .	350
8.2.1	Evaluation von Alignments durch Surrogatdatenanalyse.	352
8.2.2	Durchführung und Ergebnisse . . . . .	358
8.3	Einordnung distanzbasierter Topologien . . . . .	369
<b>9</b>	<b>Fazit</b>	<b>387</b>
	<b>Quellen- und Literaturverzeichnis</b>	<b>399</b>
<b>A</b>	<b>Detaillierte Testergebnisse</b>	<b>i</b>
A.1	Einfluss der Parametersets auf Normalverteilung relativer Distanzen . . . . .	i
A.2	Detaillierte Ergebnisse des Vergleichs mit Surrogatvergleichen	iii
A.3	Detaillierte Ergebnisse der Varianzanalyse . . . . .	ix

Inhaltsverzeichnis

---

A.3.1	Ergebnisse des Kruskal-Wallis-Tests . . . . .	ix
A.3.2	Ergebnisse der Post-hoc-Analyse . . . . .	x
A.3.3	Ergebnisse des Jonckheere-Terpstra-Tests . . . . .	xv
<b>B</b>	<b>Übersicht der verwendeten Parametersets</b>	<b>xvii</b>
<b>C</b>	<b>Übersicht der Vergleiche</b>	<b>xxi</b>

# Glossar

## **Biologie bzw. Bioinformatik**

BLOSUM	Blocks substitution matrix.
DNA	Deoxyribonucleic acid, Desoxyribonukleinsäure.
EM	Expectation Maximisation.
Gap penalty	Strafkosten für das Einfügen einer Lücke in einem Alignment.
JTT	Von Jones, Taylor und Thornton entwickeltes Substitutionsmodell für Aminosäuren.
LBA	Long-branch attraction.
ML	Maximum Likelihood.
MP	Maximum Parsimony.
MSA	Multiple Sequence Alignment.
MSP	Maximal segment pair.
NJ	Neighbor Joining.
PAM	Accepted point mutation.
RNA	Ribonucleic acid, Ribonukleinsäure.
UPGMA	Unweighted pair group method using arithmetic averages.

## **Digital Humanities**

FRBR	Functional Requirements for Bibliographic Records.
MEI	Music Encoding Initiative.
OMR	Optical Music Recognition.

SMDL Standard Music Description Language.

XML Extensible Markup Language.

### **Musik des 15. und 16. Jahrhunderts**

c.f. Cantus firmus. Eine präexistente Melodie, die einer Komposition zugrunde gelegt wird.

Chorbuch Quellentypus mehrstimmiger Musik, in dem die einzelnen Stimmen in isolierten Stimmfeldern auf der Seitenöffnung angeordnet sind, so dass diese von mehreren Sänger\*innen gleichzeitig gelesen werden können.

CMN Common Music Notation, auch als „Common Western Music Notation“ bezeichnet.

Intavolierung Übertragung von Vokalmusik in Tabulatur, sowohl für Zupf- als auch für Tasteninstrumente.

Kontrafaktur Unterlegung eines neuen Textes unter eine mehrstimmige Vokalkomposition.

Lauda Außerliturgischer religiöser Gesang, hauptsächlich in Landessprache verfasst.

M. Missa, Messe. Vertonung der Ordinariumsteile des Messritus: Kyrie, Gloria, Credo, Sanctus und Agnus Dei.

Motette Um 1500 ein Vokalstück mit zumeist geistlichem lateinischem Text, aber auch weltliche Texte existieren.

Stimmbuch Quellentypus mehrstimmiger Musik, der jede einzelne Stimme in einem eigens für diese vorgesehenen Einzelband überliefert.

### **Statistik**

Boxplot Auch Box-Whisker-Plot. Ein Diagrammtyp zur Darstellung einer Variablen inklusive Streuungs- und Lagemaße: Die mittlere Linie visualisiert den Median, während durch die Box die oberen und unteren Quartilsgrenzen

---

	(die mittleren 50% der Daten) markiert sind. Die Whisker umfassen das 1,5-fache des Interquartilsabstandes. Darüber hinausgehende Ausreißer werden durch Punkte visualisiert.
Jonckheere-Terpstra-Test	Nichtparametrischer Test, der im Rahmen einer Varianzanalyse verwendet wird. Testet auf das Vorliegen eines Trends.
Kruskal-Wallis-Test	Nichtparametrischer Test, der im Rahmen einer Varianzanalyse verwendet wird. Testet, ob mehrere unabhängige Stichproben als signifikant voneinander verschieden angesehen werden können.
Nichtparametrischer Test	Statistische Tests, die keine Annahmen über die zugrundeliegende Wahrscheinlichkeitsverteilung der untersuchten Variablen machen.
Post-hoc-Test	Eine Gruppe von Verfahren, die im Rahmen einer Varianzanalyse verwendet werden. Post-hoc-Tests geben Auskunft darüber, welche Stichproben sich signifikant voneinander unterscheiden.
Q-Q-Plot	Ein Quantil-Quantil-Plot trägt die Quantile zweier Variablen gegeneinander ab, um so deren Verteilungen vergleichbar zu machen.
Shapiro-Wilk-Test	Statistischer Test, der überprüft, ob eine zugrunde liegende Grundgesamtheit normalverteilt ist.
Varianzanalyse	Eine Gruppe statistischer Verfahren, die den Einfluss einer oder mehrerer Einflussvariablen auf eine Zielvariable testen.
Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test	Auch Wilcoxon-Mann-Whitney-Test oder Mann-Whitney-U-Test genannt. Ein nichtparametrischer Test, der zur Überprüfung der Übereinstimmung zweier Verteilungen dient.





# Abbildungsverzeichnis

1.1	Überblick über die frühen Handschriften des Fondo Cappella Sistina: Werke im Kernkorpus pro Zuschreibung . . . . .	12
1.2	Überblick über die frühen Handschriften des Fondo Cappella Sistina: Zahl der Manifestationen pro Werk . . . . .	14
1.3	Überblick über die frühen Handschriften des Fondo Cappella Sistina: Zahl der Manifestationen pro Jahr von 1462 bis 1603	15
1.4	Überblick über die frühen Handschriften des Fondo Cappella Sistina: Zahl der Manifestationen pro Jahr, aufgeteilt nach Quellenart . . . . .	16
3.1	Schematische Darstellung eines Markov-Modells . . . . .	140
3.2	Reduziertes Beispielmmodell eines Markov-Modells für Ob- jekttypen der Mensuralnotation . . . . .	142
3.3	Berechnung eines Teilschrittes in einem paarweisen Alignment	151
3.4	Beispiel für ein globales Alignment mit <i>Geächze</i> und <i>Gelächter</i>	153
3.5	Beispiel für eine Fragmentation . . . . .	156
3.6	UPGMA und Neighbor-Joining im Vergleich . . . . .	171
5.1	Ambiguitäten: Übertragung nach [FlorBN Panc. 27, f. 80r], Altus . . . . .	237
5.2	Unvollständige Notation: Fehlende Mensurzeichen . . . . .	239
5.3	Redundante Notation: ‚Tu solus qui facis mirabilia‘, Cantus: Übertragung nach [SGalls463, f. 31v] . . . . .	240

5.4	Minor color: Missa D'ung aultre amer, Gloria, Cantus, Übertragung von [VatS 41, f. 150v] . . . . .	248
5.5	Minor color: ‚Quis dabit capiti meo aquam‘, Altus Anfang, Übertragung von [FlorBN 232, f. 80r] . . . . .	249
5.6	Akzidentien: ‚Quis dabit capiti meo aquam‘, Übertragung des Bassus nach [FlorBN 232] . . . . .	256
5.7	Akzidentien: M. D'ung aultr amer, Kyrie, Bassus, Übertragung nach [ModD 4, f. 16r] . . . . .	256
5.8	Akzidentien: ‚Tu solus qui facis mirabilia‘, Übertragung des Altus nach [1503 <sup>1</sup> ] . . . . .	257
5.9	Akzidentien: ‚Fortuna desparata‘, Bassus in [PerBC 431, f. 85] . . . . .	257
5.10	Textunterlegung: ‚Quis dabit capiti meo aquam‘, Tenor, Übertragung von [FlorBN 232, f. 79v] . . . . .	263
6.1	MEI Objekttypen: Events schwarz, Control Events rot, Modifier grün . . . . .	269
6.2	Kurze Divisipassage in ‚Tu solus qui facis mirabilia‘, Altus, Transkription nach [1503 <sup>1</sup> ] . . . . .	288
6.3	Editorische Eingriffe: ‚Tu solus qui facis mirabilia‘, Ende des Bassus mit Rasur und Korrekturen. Übertragung nach [FlorBN Panc. 27, f. 80r] . . . . .	295
8.1	Surrogatdatenanalyse: Vergleich sämtlicher Szenarien basierend auf einem Parameterset . . . . .	362
8.2	Surrogatdatenanalyse: Z-Werte der Parametersets pro Gruppe mit Mediagraphen . . . . .	367
8.3	Surrogatdatenanalyse: Z-Werte der Parametersets pro Gruppe als Boxplots . . . . .	369
8.4	Topologie von Teilen der Messtradition, <i>Signbased.log.gap</i> und <i>Superlogical.gap</i> im Vergleich . . . . .	374

---

8.5	Topologie der Messtradition (nur Superius und Tenor), <i>Signbased.log.gap</i> und <i>Signbased.vis.gap</i> im Vergleich . . . . .	375
8.6	Topologie der Motettentradition unter Berücksichtigung verschiedener Zustände, <i>Superlogical</i> und <i>Superlogical.gap</i> im Vergleich . . . . .	377
8.7	Topologien der Motettentradition (nur Superius und Altus), <i>Superlogical</i> und <i>Superlogical.gap</i> im Vergleich . . . . .	378
8.8	Topologie der gesamten Überlieferung (nur Superius), unterschiedliche mit homogenisierten und nicht-homogenisierten Taxa; <i>Signbased.log</i> und <i>Signbased.log.gap</i> im Vergleich ohne Outgroup . . . . .	380
8.9	Topologie der gesamten Überlieferung (nur Superius), unterschiedliche mit homogenisierten und nicht-homogenisierten Taxa; <i>Superlogical.gap</i> und <i>Signbased.vis.gap</i> im Vergleich inkl. Outgroup . . . . .	382



# Kapitel 1

## Einleitung

„Say, rather, into the region where we balance probabilities and choose the most likely. It is the scientific use of imagination, but we have always some material basis on which to start our speculation.“

aus Arthur Conan Doyle, *The Hound of the Baskervilles*

Den Ausgangspunkt dieser Studie bildet die grundsätzliche Frage: Wie können größere musikalische Repertoires analytisch greifbar gemacht werden? Verfolgt man diesen Gedanken weiter, wird deutlich, dass es nicht einfach darum gehen kann, Verfahren zu entwickeln, die die musikwissenschaftliche Auseinandersetzung mit ihrem Forschungsgegenstand ökonomisieren sollen – allein im Dienste einer Mentalität, die Zeit als zentrale Ressource und stetige Verfügbarkeit als Wettbewerbsvorteil auffasst. Vielmehr weist diese Frage auf einen grundlegenden methodischen Perspektivenwechsel. Es geht darum, auf der Basis einer großen Zahl von Einzelbeobachtungen Binnenstrukturen zu beschreiben und somit Hypothesen über zugrunde liegende Einflussfaktoren zu überprüfen – es geht somit um eine genuin empirische Perspektive auf musikalische Korpora. Gerade in den Konsequenzen und dem damit verbundenen Potential dieses methodischen Zuschnittes liegt das wesentliche Erkenntnisinteresse dieser Studie. Hierbei stehen zunächst ganz grundsätzliche Fragestellungen im Raum: Wie soll ein methodischer Zugang

aussehen? Wie kann dieser auf ein Repertoire angewandt werden? Indem größere Materialmengen in den Blick genommen werden sollen, ergibt sich somit eine quantitative Herangehensweise. Damit einhergehend sind zwei wesentliche Aspekte zu beleuchten: Die formalisierte Beschreibung des zu untersuchenden Repertoires und die Operationalisierung der verfolgten Fragestellung.

Indem quantitative Methoden einen Gegenstand bzw. eine Stichprobe durch die Erhebung klar umrissener Parameter beschreiben, stellt sich gleichwohl die Frage, durch welche Parameter sich ein Gegenstand entsprechend beschreiben lässt und wie diese erhoben werden sollen. In Hinblick auf Korpora notierter Musik können so beispielsweise verschiedene Parameter erhoben werden: Der Ambitus eines Stückes, dessen Länge oder die Zahl der Ausführenden. Im Falle von Vokalmusik kann auch das Verhältnis von Text und Musik relevant sein – ist die Textverteilung syllabisch oder melismatisch? Doch während eine Einschätzung für ein einzelnes Stück recht leicht mit Augenmaß zu treffen ist, erfordert eine Erhebung dieses Parameters für eine größere Menge von Stücken bereits eine Vergleichsgrundlage: Wie melismatisch ist Stück A im Vergleich zu den übrigen Stücken? Rein durch Augenmaß ist diese Frage nicht mehr zu beantworten, vielmehr aber indem darauf zurückgegriffen wird, was durch diese Kategorien beschrieben wird: das Verhältnis der Anzahl der Silben eines Textes zu der Anzahl der zu singenden Töne, in notierter Musik zumeist die Anzahl von Notenzeichen. Nun wäre es prinzipiell möglich, die Erhebung dieses Kennwertes – beispielsweise  $\frac{n_{\text{Noten}}}{n_{\text{Silben}}}$  – von Hand unmittelbar am Objektträger zu ermitteln. Sobald aber eine ganze Reihe solcher Parameter erhoben würde, wohlgermerkt an einer beliebig großen Zahl von Stücken, steigt der Aufwand mit jedem Parameter und auch die Fehleranfälligkeit wächst mit deren Komplexität. So wie es aber durch die technischen Errungenschaften der letzten Jahrzehnte nicht mehr nötig ist, aufwendige Berechnungen von Hand durchzuführen, kann auch auf die händische Erhebung von Kennwerten notierter Musikstücke

---

verzichtet werden, zumindest unter einer Voraussetzung: das Musikstück selbst liegt in einer maschinenlesbaren Form vor, entweder von Beginn an oder als Repräsentation eines ursprünglich ‚analogen‘ Mediums. In letztgenanntem Fall bleibt der Digitalisierungsaufwand noch immer bestehen, aber indem eine möglichst offene Form der Repräsentation gewählt wird, steigt dieser nicht durch die Zahl der erhobenen Parameter. Stattdessen verlagert er sich auf die Frage der Kodierung: Wie kann musikalische Notation, die selbst ein komplexes Zeichensystem zur Repräsentation von Klangereignissen darstellt, derart formalisiert werden, dass sich damit auch die notierten Musikstücke beschreiben lassen?

Die wesentliche Herausforderung dieser Fragestellung liegt vor allem im Rezipientenwechsel begründet – statt einem/r menschlichen Leser\*in soll die maschinelle Prozessierbarkeit adressiert werden. So macht Eleanor Selfridge-Field bereits in ihrer Einführung zu *Beyond MIDI: The Handbook of Musical Codes* deutlich, dass mit diesem Wechsel des Mediums grundlegende Anforderungen bezüglich der Strategien verbunden sind. In diesem Zuge nennt sie wesentliche Merkmale zur Beschreibung musikalischer Information und weist gleichzeitig auf zentrale Aspekte im Umgang mit Musiknotation hin. Ein Charakteristikum stellt die Multidimensionalität musikalischer Information dar: Selfridge-Field spricht hier von verschiedenen Kontexten, die zu berücksichtigen sind: So gibt es einen *phonologischen* Kontext, der sich im Wesentlichen auf klangliche Aspekte bezieht, wie auch einen *graphischen* Kontext, der sich vor allem auf Notation bezieht. Darüber hinaus benennt sie noch einen *rationalen* Kontext, der analytische Parameter adressiert, wie auch einen auf die musikalische Wahrnehmung bezogenen *semantischen* Kontext und einen *gesturalen* Kontext im Sinne der physischen Bewegungen bei der Aufführung. Oftmals seien Repräsentationssysteme für eine dieser Domänen optimiert, auch wenn gerade die Koordination von Klang und Zeichen als logische Ebene letztlich als Zielsetzung von zentralem Interesse



sei.<sup>1</sup> Darüber hinaus grenzt sie explizite Attribute musikalischer Information von impliziter Information ab, identifiziert die hohe Abhängigkeit der Interpretation von Konventionen – die zum Teil der Logik des geschriebenen Notats widersprechen<sup>2</sup> – und benennt sowohl Fragen der Auswahl von Merkmalen und kontextabhängiger Interpretation als auch der Prozessierungsreihenfolge und Realisierung musikalischer Strukturen als zentrale Themenkomplexe.<sup>3</sup> Eben diese stellen grundlegende Herausforderungen dar, die sie in der Natur musikalischer Notation begründet sieht:

„Musical notation is not logically self-consistent. Its visual grammar is open-ended—far more so than any numerical system or formal grammar.“<sup>4</sup>

Gerade in Hinblick auf die Multidimensionalität musikalischer Information zeigt sich zudem die enorme Bedeutung, die der Operationalisierung einer Fragestellung zukommt. So bestimmt die Fragestellung zum einen die zu erhebenden Parameter – ist das Verhältnis von gesungenem Text und Musik nicht Teil dieser, ergibt die Erhebung des Verhältnisses von Noten- und Silbenzahl nur wenig Sinn. Zum anderen definiert sich durch die Fragestellung auch der Vergleichsmaßstab der Kennwerte, liegt doch gerade in der Einschätzung darüber, ob ein erhobener Kennwert für eine Population als typisch gelten kann oder nicht, die zentrale Aufgabenstellung statistischer Methodik. Um bei dem bereits eingeführten Beispiel zu bleiben, ist in diesem Falle festzuhalten, dass die Aussage ‚Die Textverteilung des Musikstückes A ist syllabisch‘ auch den Vergleich mit anderen Stücken impliziert. Wenn auf ca. 1,3 Noten jeweils eine Silbe gesungen wird, dient der Vergleichsmaßstab ‚Die Anzahl Noten pro Silbe liegt zwischen 1 und 12 und ist am häufigsten bei 5‘ der Einschätzung, dass es als recht

---

<sup>1</sup> Vgl. Sel97, S. 7–8.

<sup>2</sup> Sel97, S. 12.

<sup>3</sup> Vgl. Sel97, S. 8–20.

<sup>4</sup> Sel97, S. 15.

unwahrscheinlich zu erachten ist, ein anderes Stück zu finden mit weniger als 1,3 Noten pro Silbe. In dieser Hinsicht kann ‚syllabisch‘ als eine plausible Beschreibung der Textverteilung von Stück A angenommen werden. Der Vergleichsmaßstab – unabhängig davon ob er auf einer empirischen Grundlage oder theoretischen Annahmen beruht – dient somit als Modell, mit dem die erhobenen Kennwerte verschiedener Musikstücke verglichen werden und mittels dieser Vergleiche lassen sich letztlich Aussagen über die einzelnen Stücke treffen.

### **1.1 Korpora als Zugang zur Musiküberlieferung des 15. und 16. Jahrhunderts**

Anhand dieser Ausführungen sollte ersichtlich geworden sein, dass es nur wenig Sinn ergibt, ein derartiges Vorhaben auf einer allgemeinen Ebene zu verfolgen. Vielmehr kann gerade die Fokussierung auf einen klar definierten Kontext, der sowohl ein konkretes Korpus im Blick hat als auch eine konkrete Fragestellung, dazu dienen, Strategien der Modellbildung zu eruieren. Indem die schriftliche Überlieferung der Vokalpolyphonie des 15. und 16. Jahrhunderts ins Zentrum gerückt wird, wird ein Repertoire adressiert, das zum einen nicht in der modernen westlichen Musiknotation überliefert und zum anderen untrennbar mit dem Aufkommen des Musikdrucks verbunden ist. Somit steht einem methodischen Interesse auch gleichzeitig ein inhaltlicher Fokus auf ein konkretes Repertoire zur Seite. Es geht eben gerade nicht darum, dieses als austauschbares Fallbeispiel für eine methodisch ausgerichtete Untersuchung zu wählen. Indem ein homogenes Repertoire in den Blick genommen wird, sollen vielmehr dessen spezifische Gegebenheiten als Zeugnis einer musikalischen Praxis Berücksichtigung finden. In diesem Sinne ist es als unerlässlich anzusehen, ein musikalisches

Repertoire vor dem Horizont seines jeweiligen Entstehungskontextes zu betrachten. Insofern kann der Vokalpolyphonie um 1500 eine Sattelposition zugewiesen werden, die sich vor allem an einem grundsätzlichen Wandel in der Rezeptionskultur festmachen lässt. So markiert das Aufkommen des Musikdruckes ab 1500 einen Wendepunkt in der Verbreitung und Rezeption eben genau dieses Repertoires. Im Laufe des 16. Jahrhunderts geht dieser Wandel zunehmend mit einem sich ändernden Verständnis der Komponistenrolle und einem wachsenden Kunstanspruch einher.<sup>5</sup> Dennoch kann von einer autonomen Kunstform im modernen Sinne noch nicht die Rede sein. Vielmehr ist die Praxis der Vokalpolyphonie im Zeitraum um 1500 institutionell in Form der Sängerkapelle verankert und damit eng an klerikale und höfische Strukturen angebunden. In diesem Rahmen sind aus diesem Grund repräsentative und rituelle Faktoren der Musikausübung zu berücksichtigen, die letztlich auch das Repertoire prägen.<sup>6</sup>

Der hohen Bedeutung dieses institutionellen Wirkungsraumes entsprechend, bietet sich als thematische Hinführung zu dem gewählten Repertoire eine exemplarische Betrachtung eines institutionell eingebundenen Quellenkorpus als Fallbeispiel an. Ein in dieser Hinsicht einzigartiges Quellenkorpus stellen die Chorbücher der päpstlichen Sängerkapelle dar. Die päpstliche Sängerkapelle nimmt in vielerlei Weise eine von der Forschung ausführlich bedachte Rolle ein, da sowohl ein dezidiert in dem Umfeld gesammeltes Repertoire vorliegt, als auch die institutionelle Entwicklung der Kapelle und die Ausgestaltung der päpstlichen Liturgie durch Quellenmaterial gut nachvollziehbar ist.<sup>7</sup> Erste sichere Indizien zur Bildung eines eigenen Kapellrepertoires lassen sich ab ca. Mitte der 1480er Jahre ausmachen. Spätestens

---

<sup>5</sup> Zum kompositorischen Kunstanspruch in Bezug auf den Begriff *res factum* vgl. [Bla87]. Zu Konzepten musikalischer Autorschaft vgl. [Cal14].

<sup>6</sup> In Bezug auf die Gattungen der Messe und der Motette bieten [Dun69], [Lüt11] und [Kir10] einen guten Überblick.

<sup>7</sup> Zur Geschichte der päpstlichen Sängerkapelle des ausgehenden 15. und des 16. Jahrhunderts zu nennen sind im Wesentlichen die Arbeiten von Adalbert Roth, Richard Sherr, Jeffrey Dean, Rafael Köhler und Klaus Pietschmann, insbesondere: [Rot91],

dann müssen die beiden ältesten im Fondo Cappella Sistina erhaltenen Chorbücher nach Rom gelangt sein.<sup>8</sup> Mit dem Beginn der Produktion eigener Aufführungsmaterialien unter Innozenz VIII. setzte daraufhin eine sich festigende Praxis des Aufbaus und der Tradierung von Repertoire ein. Das zunächst als einzelne Faszikelmanuskripte hergestellte Material wurde oftmals Jahrzehnte später in Chorbücher zusammengefügt und kanonisiert.<sup>9</sup> Eine Homogenisierung trat ein als ab 1497 die Stelle eines Scriptoris eingerichtet wurde, der seit 1501 auch namentlich bekannt ist.<sup>10</sup> Dass die Chorbücher fester Bestandteil der musikalischen Praxis der päpstlichen Kapelle waren, belegen vor allem die auf liturgische Anforderungen zurückführbaren Gattungen. So konstantiert Adalbert Roth einen hohen Stellenwert von Ordinariumsvertonungen, insofern die Mehrheit der *capellae papales* Messen waren, auch wenn diese mit dem Chorbuch [VatS 15] bereits früh um Offiziumsmusik ergänzt wurden.<sup>11</sup> Daneben zeugen auch die zahlreichen Korrekturen von einem sorgfältigen Lektorat, das nicht aufführbare Varianten sehr selten macht.<sup>12</sup> Doch zeigen sich gleichzeitig in Hinblick auf den praktischen Umgang mit dem Repertoire massive Unterschiede zwischen den Quellen polyphoner Musik und den Choralhandschriften, die ein gewichtiges Indiz für den Charakter des polyphonen Repertoires bilden. Während die Chorbücher mit polyphonem Repertoire allesamt Papierhandschriften sind und – im Falle der Handschriften römischer Provenienz – mit nicht kolorierten Initialen vergleichsweise mäßig ausgestattet sind, war es

---

[She96], [Dea84], [Köh01] und [Pie07]. Zur päpstlichen Liturgie sei auf die Veröffentlichungen von Jörg Bölling hingewiesen, insbesondere: [Böl06].

<sup>8</sup> Auf diese Zeit lassen sich die Ergänzungen an [VatS 51] datieren [vgl. She09, S. 10]. Roth geht davon aus, dass die Chorbücher bereits 1475 nach Rom gelangten [vgl. Rot86, S. 193].

<sup>9</sup> Vgl. Rot98, S. 45; bzw. Pie07, S. 178–192.

<sup>10</sup> Vgl. She75, S. 171; Dean setzt sich in seiner Dissertation ausführlich mit den Arbeiten Johannes Orceaus und seiner Nachfolger auseinander: Dea84, S. 34–75, S. 94, S. 166; bzw. Rot98, S. 132.

<sup>11</sup> Vgl. Rot98, S. 132–133; Pie07, S. 180.

<sup>12</sup> Vgl. Dea84, S. 25f.

noch bis ins 17. Jahrhundert üblich, repräsentative Choralhandschriften auf Pergament und mit aufwendiger buchmalerischer Ausstattung anzufertigen. So lässt sich zumindest eine abweichende Auffassung in der zeitlichen Orientierung feststellen. In diesem Sinne sieht Roth das polyphone Repertoire im Gegensatz zum überzeitlichen Choral als anlassgebunden und über die Zeit hinweg immer neu geschaffen.<sup>13</sup> Auch wird gerade im Kontext dieser Forschung der hohe Wert deutlich, den Repertoirestudien in der Verbindung mit der Betrachtung des historischen Entstehungszusammenhangs bieten. So lassen sich darüber hinaus an dem zeitgleichen Aufbau sowohl eines zeremoniellen als auch musikalischen Repertoires Tendenzen einer zunehmenden „Verhöflichung“ beobachten.<sup>14</sup>

Auch soll das gewählte Repertoire nicht – entgegen dem oben gewählten Beispiel – unter musikanalytischen Gesichtspunkten betrachtet werden, sondern gerade in Hinblick auf dessen Rolle als Zeugnis historischer Zusammenhänge. Entsprechend dieses Charakters liegt das Hauptinteresse darin, die dem Repertoire inhärenten Überlieferungsprozesse zu thematisieren. Damit wird nicht nur ein Phänomen adressiert, das einem grundlegenden Wandel unterworfen ist, sondern darüber hinaus auch ein Themenkomplex dargestellt, der mit einem methodischen Interesse verbunden ist. So beschreibt ‚Überlieferung‘ als abstrakter Begriff eine ganze Reihe konkreter Einzelphänomene: Sowohl – aus einer globalen Makroperspektive heraus – die Vervielfältigung und Verbreitung materieller Informationsträger als auch die damit einhergehende Tradierung einer musikalischen Praxis einerseits, andererseits mit Blick auf die Prozesse, die hiermit auf einer Mikroebene verbunden sind. Ein Modell zur Darstellung von Überlieferungsprozessen hat dieser Bandbreite an Phänomenen Rechnung zu tragen, insofern Makro- und Mikroperspektive miteinander einhergehen und ein konsistentes Bild ergeben müssen. In diesem Sinne rückt die vorliegende Studie im Konkreten

---

<sup>13</sup> Vgl. Rot91, S. 238–39.

<sup>14</sup> Vgl. Pie07, S. 51–53; Rot98, S. 43f.

die Eigenschaften der schriftlichen Überlieferung von Mensuralmusik ins Zentrum, so dass diese zum Gegenstand der Untersuchung eines größeren Datenbestandes werden kann.

Indem sich beispielsweise an der Kanonisierungspraxis der päpstlichen Sängerkapelle ein weites Spektrum an intentionalem Handeln beobachten lässt, ist auch über dieses Fallbeispiel hinaus die als enorm einzuschätzende Bedeutung der Untersuchung von Musikquellen deutlich zu erkennen. Neben ihrer Funktion als physische Manifestation eines Werkes stellen die überlieferten Quellen gleichwohl Zeugnisse einer kulturellen Praxis dar, sei es im institutionellen Rahmen oder auch der Rezeption durch beispielsweise humanistische Kreise. Eben diese Perspektive ermöglicht es somit, auch ein konkretes Werk als Zeugnis einer spezifischen Musikkultur zu betrachten, die sich wiederum in der schriftlichen Überlieferung manifestiert.<sup>15</sup> Der Aufnahme eines Werkes in ein spezifisches Repertoire oder dessen Veröffentlichung in einem Druck kommt in diesem Hinblick eine besondere Bedeutung zu. Es wurde unter wie auch immer gelagerten Gesichtspunkten ausgewählt, Teil einer größeren Sammlung zu sein. Damit kann der Blick auf ein konkretes Repertoire, auf dessen einzelne Bestandteile im Kontrast zu anderen Repertoires, letztlich Hinweise auf deren spezifisches Zusammenspiel liefern. Auf diese Weise ergeben sich Fragestellungen, an denen sich gleichermaßen werkspezifische Aspekte, Fragen zum soziokulturellen Umfeld der Musikausübung wie auch zu den Spezifika der Überlieferungspraxis entzünden. Auf welcher Grundlage wurde ein Werk Teil eines Repertoires? Wie wirkte sich dessen Rolle innerhalb eines Repertoires auf dessen weitere Rezeption aus? Folgte die Verbreitung einzelner Werke konkreten Trends? Welche Kennzeichen einer schriftlichen Manifestation eines Werkes sind dem Werk zuzuschreiben, welche Eigenschaften sind repertoirespezifisch

---

<sup>15</sup> Im Kontext der hier angerissenen Fragestellungen soll bewusst auf eine Eingrenzung des Begriffs *Werk* verzichtet werden, da vor allem die Wechselbeziehung mit dessen physischen Verkörperungen im Vordergrund steht.

und welche entstammen einer spezifischen Tradition musikalischer Notation? Ersichtlich wird das Potenzial dieses Blickwinkels insbesondere in der Arbeit Cristina Urcheguías: Sie zeigt deutlich, wie die Einbettung philologischer Quellenarbeit in den Kontext einer internationalen Musikpraxis Perspektiven eröffnet, die einerseits als Teil einer Gattungsgeschichte zu sehen sind, andererseits aber auch als Studie zur Rezeption franko-flämischer Vokalpolyphonie und den Verbreitungswegen musikalischer Überlieferung im 16. Jahrhundert.<sup>16</sup>

Um sich Fragen der Repertoirezusammensetzung und Distribution zu nähern, soll zunächst im Sinne einer Makroperspektive ein sehr grober Ansatz verfolgt werden. Anhand der erhaltenen Überlieferung aus dem Fondo Cappella Sistina lässt sich ein Eindruck über das Kernrepertoire in der Frühphase der Päpstlichen Sängerkapelle gewinnen – ephemeres Repertoire<sup>17</sup> wie auch Debatten über das Ausmaß möglicher Verluste<sup>18</sup> sollen hier nicht berücksichtigt werden. Auch soll sich an dieser Stelle auf Ordinariumsvertonungen beschränkt werden. Ausgangspunkt bilden die Ordinariumsvertonungen, deren Exemplar im Fondo Cappella Sistina sich auf ungefähr bis 1510 datieren lässt. Dies schließt die beiden ältesten Chorbücher [VatS 14] und [VatS 51], die beide nicht römischer Provenienz sind<sup>19</sup>, mit ein. Dazu kommen [VatS 35], [VatS 197], [VatS 63], [VatS 41], [VatS 49] und [VatS 23]. Aus dem erst unter dem späteren Kapellschreiber Johannes Parvus entstandenen Chorbuch [VatS 64] wird zudem das erste Stück beachtet: Eine vor 1500 entstandene Einzellage mit de Ortos Missa ‚L’homme armé.<sup>20</sup> Basierend auf dieser Auswahl können anhand der Metadaten zu den genannten Chorbüchern, den darin enthaltenen Ordinariumsvertonun-

---

<sup>16</sup> Urc03.

<sup>17</sup> Vgl. Pie07, S. 188–192.

<sup>18</sup> Vgl. Pie07, S. 189f. Rod07, S. 137–141; Jan00, S. 130, 173–177.

<sup>19</sup> Vgl. Rot91, S. 232, 252f. She09, S. 10.

gen und den Konkordanzen dieser Stücke wie auch deren Quellen bereits einige Tendenzen in deren Überlieferungsgeschichte verfolgt werden.<sup>21</sup>

Auf der geschilderten Basis ergibt sich zunächst ein Korpus, das 109 Werke umfasst, die 32 verschiedenen Komponisten zugeschrieben sind (einen Überblick gibt Abb. 1.1). Der Anteil an anonymen Überlieferungen ist mit 21 Stücken, auch wenn er den größten Teil ausmacht, doch recht überschaubar. Mit großem Abstand am häufigsten sind Werke, die Josquin des Prés zugeschrieben werden (16). Häufig ist ein Komponist nur ein einziges Mal vertreten, im Schnitt befinden sich ca. zwei bis drei Werke im Korpus. Interessant ist zumal, dass nur acht der genannten Komponisten als Kapellmitglieder nachweisbar sind. Bei 15 Komponisten ist keine biographische Beziehung gegeben, in neun Fällen ist die Beziehung entweder ungeklärt oder es lassen sich Aufenthalte in Rom nachweisen. Da in diesem Kernkorpus bereits Doppelüberlieferungen enthalten sind, verteilen sich die Werke bereits auf 118 Manifestationen<sup>22</sup>, 85 von diesen sind vollständige Messzyklen, darüber hinaus sind zehn unvollständige Zyklen und 23 Einzelsätze enthalten.

Ausgehend von diesem Kernkorpus ermöglicht die explorative Betrachtung der erhaltenen Konkordanzen dieser Werke einen generellen Blick auf die Überlieferungspraxis. Insgesamt wurden hierbei 233 Quellen ermittelt. Die älteste Quelle ist auf die erste Hälfte der 1460er Jahre datierbar, die jüngste

---

<sup>21</sup> Die erhobenen Metadaten stammen aus den im Quellen- und Literaturverzeichnis aufgeführten Musikeditionen ab S. 402, den aufgeführten Metadatenquellen ab S. 418 und darüber hinaus aus [Rot91] und [Urc03].

<sup>22</sup> Der Terminus stammt aus dem FRBR Modell und bezeichnet „the physical embodiment of an expression of a work. [...] As an entity, manifestation represents all the physical objects that bear the same characteristics, in respect to both intellectual content and physical form“[Fun09, S. 21]. Er soll in dieser Form in den weiteren Ausführungen verwendet werden, da er im Gegensatz zu dem häufig verwendeten Begriff der *Konkordanz* klar als physische Verkörperung eines intellektuellen Werkes jedweder Art definiert ist. Eine ästhetische Einordnung wird hierbei explizit nicht vorgenommen.



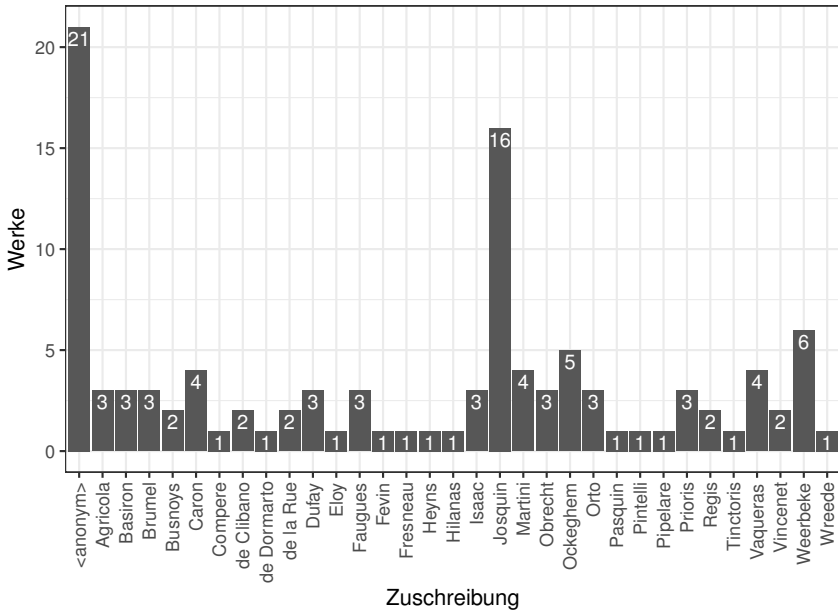


Abbildung 1.1: Überblick über die frühen Handschriften des Fondo Cappella Sistina: Werke im Kernkorpus pro Zuschreibung.

Quelle auf 1807.<sup>23</sup> Die jüngsten betrachteten Quellen stammen aus den Jahren 1600 und 1603 – damit decken diese Quellen einen Überlieferungszeitraum von fast 140 Jahren ab. Diese zeitliche Einordnung basiert auf den Angaben zu Veröffentlichungsjahren der Ausgaben und den Mitteln der geschätzten Entstehungszeiträume der Handschriften.<sup>24</sup> Eine besondere

<sup>23</sup> Bei dieser handelt es sich um die „Geschichte der Musik in Denkmälern“ von Sonnleithner und Forkel [siehe Ock59, XXVff.]. Damit fällt sie aus dem Raster, das wissenschaftliche Editionen und Ausgaben in moderner Notation explizit ausschließt, heraus und wird daher im weiteren Verlauf nicht berücksichtigt; der Vollständigkeit halber soll sie aber an dieser Stelle genannt werden.

<sup>24</sup> Zur Erläuterung ein Beispiel: Die älteste Handschrift [TrentC 88] wird in der Literatur auf ca. 1460–1465 datiert. Während der Datenerfassung wurde der Entstehungszeitraum, entsprechend der selbst gewählten Maßgaben, von 1455 bis

Rolle in den vorhandenen Quellen nehmen die musiktheoretischen Traktate sowie die Orgel- und Lautentabulaturen ein. Sie finden sich zum einen in beiden Quellengruppen und zum anderen bilden sie auch eigenständige Überlieferungsformen. So wurden zumeist kurze Bestandteile aus den Messzyklen extrahiert, entweder zu illustratorischen Zwecken oder als Intavolierungen; in beiden Fällen werden die Stücke aus ihrem ursprünglichen Kontext genommen. Ebenso bezeichnend für ihre Sonderstellung in der Überlieferungsgeschichte ist das deutlich jüngere Alter der meisten Quellen, stammen sie doch hauptsächlich aus den 1530er bis 1560er Jahren. Im Korpus sind insgesamt 25 Tabulaturen und 16 musiktheoretische Traktate verzeichnet, dazu kommen 154 handschriftlich überlieferte und 37 gedruckte Quellen.

Einen detaillierteren Blick auf die Überlieferungsgeschichte lassen vor allem die erfassten Manifestationen der Werke zu. Insgesamt wurden für das Korpus 717 Manifestationen erfasst.<sup>25</sup> Die Manifestationen, die das Kernkorpus definieren, machen hierbei einen Anteil von ca. 16,5% aus. Direkt ersichtlich ist die erhebliche Abweichung der Anzahl der Manifestationen pro Werk. Am häufigsten sind Unica. Insgesamt sind 34 Werke nur einmal im Kernkorpus vorhanden und weisen darüber hinaus keine weiteren Überlieferungen auf. Das Werk mit den meisten Überlieferungen ist Josquins *Missa de Beata Virgine* mit insgesamt 87 Manifestationen, danach folgen Josquins *Missa ‚L’omme armé super voces musicales‘* mit 74 Manifestationen und Heinrich Isaacs *Missa ‚Quant j’ay au ceur‘* mit 50 Manifestationen. Diese drei Werke bilden damit eine Spitzengruppe, denn kein anderes Werk verfügt sonst

---

1470 angegeben. Daraus wurden zur besseren Einordenbarkeit die Mittelwerte berechnet (war nur eine Angabe vorhanden, wurde diese übernommen); Werte mit Dezimalstellen wurden grundsätzlich abgerundet, aus 1462,5 wurde in diesem Fall 1462.

<sup>25</sup> Eine davon in der erwähnten Denkmalausgabe von Forkel, womit für die weiteren Betrachtungen 716 relevante Manifestationen feststehen.

über mehr als 28 Manifestationen. Tatsächlich verfügt ein Werk zumeist über zwei bis fünf Manifestationen (vgl. Abb. 1.2).

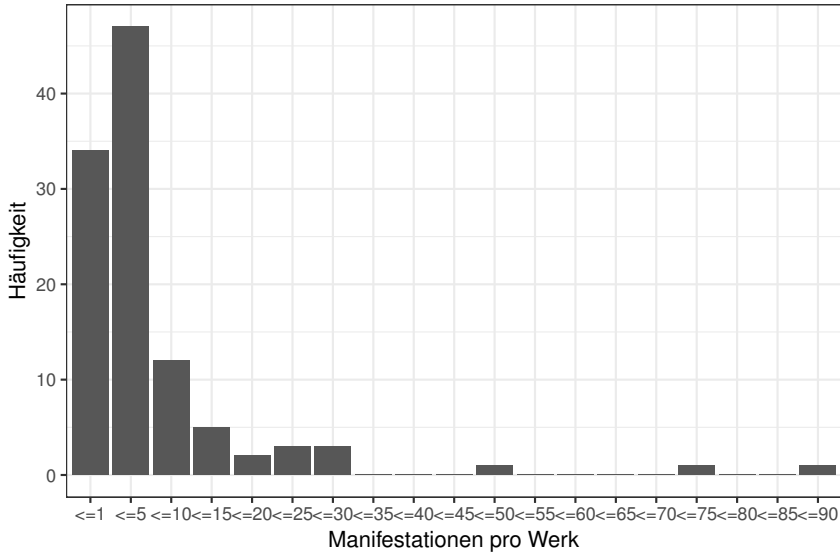


Abbildung 1.2: Überblick über die frühen Handschriften des Fondo Cappella Sistina: Zahl der Manifestationen pro Werk.

Mit einem Blick auf die Quellen ist zu sehen, dass das Überwiegen handschriftlicher Quellen auch für die Manifestationen gilt, auch wenn eine leichte Verschiebung des Verhältnisses zu beobachten ist. In den 63 relevanten Ausgaben befinden sich 249 Manifestationen, während die 169 handschriftlichen Quellen 467 Manifestationen enthalten. Im Verhältnis heißt das, dass im Falle der Handschriften 73% der Quellen 65% der Manifestationen enthalten. Die Ausgaben bilden dagegen 27% der Quellen und beinhalten 35% der Manifestationen. Außerdem zeigt sich, dass Quellen häufig mehrere Manifestationen beinhalten, zumeist eine bis vier.



Abbildung 1.3: Überblick über die frühen Handschriften des Fondo Cappella Sistina: Zahl der Manifestationen pro Jahr von 1462 bis 1603.

Während von einer detaillierten chronologischen Einordnung der Quellen abgesehen wurde, soll diese viel eher an den Manifestationen vorgenommen werden. Auch hier wurden die Druckjahre der Ausgaben und die abgerundeten Mittelwerte der geschätzten Entstehungszeiträume der Handschriften zugrunde gelegt, aber auch genauere Angaben für die Manifestationen selbst, sofern diese erhoben werden konnten (vgl. Abb. 1.3). Deutlich wird vor allem, obwohl im Laufe des 16. Jahrhunderts die Bedeutung von gedruckten Quellen, Tabulaturen und musiktheoretischen Schriften für die Überlieferung stetig zunimmt, dass die handschriftliche Überlieferung dennoch den größten Teil ausmacht, zumal das Kernkorpus auch vollständig handschriftlich überliefert ist. Trennt man das Kernkorpus von den übrigen Manifestationen, wird zudem deutlich, dass jenes tendenziell eher älter als die weitere Überlieferung ist. Darüber hinaus ist zu beobachten, wie die Hochphase der handschriftlichen Überlieferung außerhalb des Kernkorpus mit der Hochphase der gedruckten Überlieferung zusammenfällt. Die Überlieferung in Tabulaturen wird dagegen erst ab den 1530er Jahren relevant

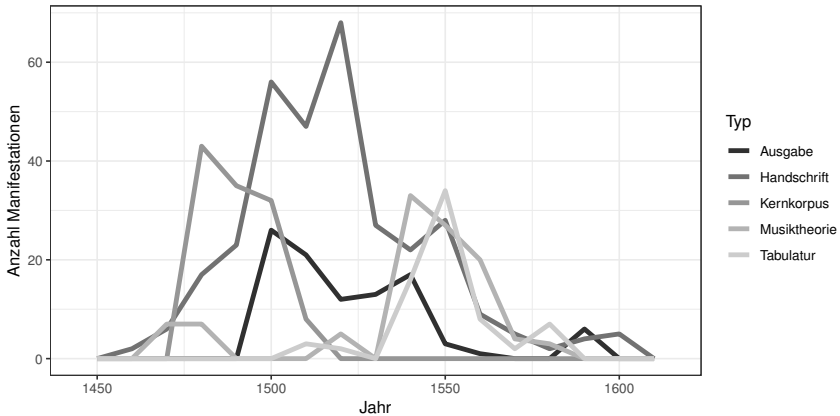


Abbildung 1.4: Überblick über die frühen Handschriften des Fondo Cappella Sistina: Zahl der Manifestationen pro Jahr, aufgeteilt nach Quellenart. Das Kernkorpus wurde gesondert berücksichtigt.

und auch die Zahl der Überlieferungen in musiktheoretischen Traktaten nimmt, neben den frühen Traktaten von Johannes Tinctoris und Franchinus Gaffurius, erst ab den 1520er Jahren zu. Zudem kann damit eine generelle Diversifizierung der Überlieferungsformen ab den 1530er Jahren festgestellt werden (vgl. Abb. 1.4).

Deutlich zeichnet sich daneben auch eine Sonderstellung Josquins im betrachteten Repertoire ab. Zum einen ist er mit 16 ihm zugeschriebenen Werken der mit Abstand am häufigsten vertretene Komponist, zum anderen aber der auch mit weitem Abstand am häufigsten überlieferte – von den 716 Manifestationen verteilen sich alleine 385 auf die 16 ihm zugeschriebenen Werke, zwei davon können als absolute Hits bezeichnet werden. Seine Werke sind damit im Durchschnitt über 24 mal in der erhaltenen Überlieferung zu finden. Selbst Isaac, der mit dem dritten Ausreißer noch im Schnitt auf knapp über 20 Manifestationen pro Werk in diesem Korpus kommt, ist noch deutlich über dem Schnitt von ca. 4,5 Manifestationen pro Werk. Über

diesem Schnitt liegen lediglich noch Gaspar van Weerbeke (4,8), Antoine Brumel (6,6) und Jacob Obrecht (7,6).

Darüber hinaus können anhand der Datenlage noch weitere Hypothesen gebildet werden, beispielsweise über den Einfluss der übrigen Quellenarten auf die Zahl handschriftlicher Überlieferungen. Insgesamt entstammen 439 der Manifestationen handschriftlichen Quellen. Um einen möglichen Einfluss nachzuweisen, wird für jedes Werk festgelegt, ob es über Manifestationen in Ausgaben, Tabulaturen oder musiktheoretischen Schriften verfügt. Zu beachten ist, dass für jede Kategorie einzeln ermittelt wurde, ob ein Werk die damit verbundene Bedingung (mindestens eine Manifestation der entsprechenden Quellenart) erfüllt. Aus diesem Grund summieren sich sowohl Werke als auch Manifestationen der einzelnen Kategorien nicht auf deren Gesamtzahl auf:

Art der Überlieferung	Anzahl hs. Manifestationen	Anzahl Werke
nur handschriftlich	121	72
mit Ausgaben	294	37
mit Musiktheorie	207	22
mit Tabulaturen	160	10
insgesamt	439	109

Hierzu werden drei unabhängige Tests durchgeführt. In allen drei Fällen zeigt sich ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Manifestationen eines Werkes in anderen Quellenarten und der Zahl an handschriftlich überlieferten Manifestationen. Während der Effekt des Auftretens in Tabulaturen und musiktheoretischen Schriften von mittlerer Stärke ist, kann zwischen der Überlieferung eines Werkes in mindestens einem Musikdruck und der Anzahl dessen handschriftlich überlieferter Manifestationen ein starker Zusammenhang beobachtet werden.<sup>26</sup> Auf

<sup>26</sup> Durchgeführt wurden drei unabhängige Wilcoxon-Rangsummen-Tests, die alle ein Signifikanzniveau von  $p \leq 0,0001$  erzielten. Die weiteren Kennwerte für die Tests

dieser Basis lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Popularität und der Überlieferung eines Werkes in spezifischen Quellenarten vermuten. Es wurde dabei lediglich die handschriftliche Überlieferung ausgewertet, um Effekte der entsprechenden Quellengruppen unabhängig von deren Manifestationen zu berücksichtigen. Allerdings lässt sich eine Direktionalität damit nicht nachweisen. Ob grundsätzlich populäre Werke eher gedruckt, intavoliert oder Gegenstand musiktheoretischer Auseinandersetzung wurden, oder ob ein Werk durch das Auftauchen in einer gedruckten Quelle, einer Tabulatur oder in den musiktheoretischen Schriften der Zeit erst populär wurde, ist an dieser Stelle nicht auszumachen.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass sich im vorliegenden Korpus, das ausschließlich anhand der Provenienz und Datierung einer Handschriftengruppe gebildet wurde, ein verhältnismäßig heterogenes Bild abzeichnet. Aus den neun Quellen des Kernkorpus wurden durch die Hinzunahme der Manifestationen 232 Quellen, damit hat sich die Menge der Quellen mehr als verzwanzigfacht. Mit der Gesamtmenge von 716 relevanten Manifestationen hätte ein Werk im Schnitt über 6 Manifestationen, jedoch nehmen einige wenige Ausreißer hierauf einen starken Einfluss. Zumeist haben Werke nur zwei bis fünf Manifestationen. Außerdem zeigt sich, dass nicht selten auch Quellen, die nicht dem Kernkorpus angehören, mehrere Manifestationen enthalten, wenn auch nur wenige. Darüber hinaus konnte die Sonderstellung Josquins, die ihm und seinem Œuvre bereits früh in der Musikgeschichtsschreibung zugesprochen wurde, anhand des gewählten Korpus auch quantifiziert werden.<sup>27</sup> So stammen von ihm mit großem Abstand die meisten Werke im Korpus, aber darüber hinaus verfügen diese auch über sehr viel mehr Manifestationen. Bei der Betrachtung der chronologischen Verteilung der Überlieferung innerhalb des Korpus ist zudem insbesondere

---

lauten jeweils: ‚mit Ausgabe‘  $W = 423$ ,  $r = -0,58$ ; ‚mit Musiktheorie‘  $W = 408,5$ ,  $r = -0,41$ ; ‚mit Tabulaturen‘  $W = 52,5$ ,  $r = -0,46$ .

<sup>27</sup> Bereits im 16. Jahrhundert kann eine Heroisierung des Komponisten beobachtet werden. Mit einem Fokus auf den deutschsprachigen Raum siehe Mey16.

die bimodale Verteilung bemerkenswert. Neben einer Kernphase der Rezeption zu Beginn des 16. Jahrhunderts existiert noch eine zweite Hochphase in den 1540er und 1550er Jahren, über zehn bis 20 Jahre nach dem Tod des jüngsten der vertretenen Komponisten, Mabrianus de Ortos im Jahr 1529. Ebenso lassen sich Zusammenhänge zwischen der Popularität eines Werkes in der handschriftlichen Überlieferung und dessen Auftreten in gedruckten Quellen, musiktheoretischen Schriften oder Tabulaturen beobachten. Auch ist die nahezu gleichmäßig auf alle Quellenarten aufgeteilte Überlieferungssituation charakteristisch für die zweite Hochphase der Überlieferung um die Mitte des 16. Jahrhunderts.

## **1.2 Makrostruktur vs. Mikrostruktur: Zum Kontinuum komplexer Fragestellungen**

So erhellend dieser sehr weit gefasste Blick auf ein Korpus ist, werden dennoch mehr Fragen generiert als beantwortet. Auf der einen Seite zeigt sich in der Auswertung der Metadaten der große Einfluss des Repertoires, das sonst nicht über die Lebensspanne der Komponisten hinaus tradiert worden wäre. Ebenso zeigen sich die enormen Unterschiede in der Reichweite bestimmter Werke; und darüber hinaus lassen sich auch Indizien feststellen, die einen Einfluss des aufkommenden Musikdrucks auf die Verbreitung vermuten lassen – vor allem die zweite Welle handschriftlicher Überlieferung bietet den Ansatzpunkt für eine derartige Hypothese. Doch gerade mit der Formulierung solcher Hypothesen wird deutlich, dass eine andere Perspektive miteinbezogen werden muss, um diesen Fragen auf den Grund zu gehen – eine Perspektive, die es erlaubt Rückschlüsse auf die konkrete Richtung von Zusammenhängen zu ziehen und es im optimalen Fall erlaubt, Kausalitäten zu formulieren. Damit stellt sich die Frage, nach welchen Mustern die Überlieferung von Musik im 15. und 16. Jahrhundert erfolgte,



darin eingeschlossen auch die Frage nach einer klaren zeitlichen Abfolge. Nun könnte man behaupten, dass die Datierung von Manifestationen es erlaube, Rückschlüsse auf die Abfolge in der Rezeption eines Werkes zu erlangen. Im gleichen Maße könnte damit auch anhand der konkordanten Überlieferung einer größeren Zahl an Werken in mehreren Quellen gefolgert werden, dass diese miteinander in Beziehung standen. Doch macht bereits Allan Atlas deutlich, dass derartige Ansätze nur ein erstes Indiz liefern können. Vor allem seien gerade die äußerst populären Werke hierfür weniger geeignet als Werke, die nur über eine kleine Anzahl an Manifestationen verfügen. Als sehr viel aussichtsreicher sieht er stattdessen den direkten Vergleich varianter Lesarten<sup>28</sup>, auch da dieses Vorgehen prinzipiell auf alle angerissenen Fragestellungen zu konkreten Mechanismen der Musiküberlieferung des 15. und 16. Jahrhunderts anwendbar ist. Atlas schlägt somit vor, die Frage nach größeren abstrakten Beziehungen zwischen Entitäten durch die Fokussierung auf deren atomare Bestandteile zu lösen – also den Blick von der Makrostruktur hin auf die Mikrostruktur zu lenken. Damit führt dieser Blick vor allem zurück auf die eigentliche materielle Basis: die Quelle als Zeugnis einer spezifischen Musikpraxis. Gleichzeitig wird damit textkritischen Verfahren eine zentrale Rolle zugewiesen. Sie werden losgelöst von der editorischen Aufgabe, einen Text als Produkt ihrer Anwendung darzubieten. Stattdessen erschließen sie individuelle Zugangspunkte zu den Quellen und ihrem informativem Gehalt im größeren Geflecht einer Überlieferungstradition.

So ist es genau dieser Perspektivenwechsel, der die Untersuchung von Überlieferungsprozessen auf die Ausgangsfrage lenkt, wie große Repertoires analytisch greifbar gemacht werden können. Gleichzeitig birgt diese grundlegende Verschiebung des Ansatzes eine spezielle Herausforderung. In dem Moment, in dem durch die Fokussierung auf eine kleinteilige Materialba-

---

<sup>28</sup> Vgl. Atl175, S. 39–41.

sis weitreichende Zusammenhänge adressiert werden sollen, ist es absolut notwendig, diese Kette von komplexen Schlüssen auf eine gemeinsame Basis zurückzuführen. Will man Aussagen über die Überlieferungsgeschichte eines großen Korpus treffen, ist damit Vergleichbarkeit in der Durchführung der textkritischen Analyse unverzichtbar. Genau in dieser Funktion können computergestützte Verfahren ihre Stärke ausspielen, ermöglichen sie nicht nur die Verarbeitung großer Datenmengen, sondern stellen dabei zumeist auch die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse sicher<sup>29</sup> – eine wesentliche Bedingung für die logische Validität komplexer Schlussfolgerungen. Darüber hinaus wird mit diesem methodischen Zuschnitt das Kontinuum evident, in dem sich die Modellierung des Überlieferungsbegriffs bewegen muss. Indem ein textanalytisches Verfahren dazu dienen soll, globale Strukturen von Überlieferungsprozessen nachzuvollziehen, ergeben sich bereits wesentliche Grundaspekte einer Operationalisierung. Grundlegend ist hierbei der Leitgedanke, die Kategorien *Ähnlichkeit* und *Varianz* zur Konstitution von Objekt-Relationen zu verwenden. Insofern ist zum einen die Operationalisierung eben dieser Kategorien vor dem Hintergrund des adressierten Repertoires unerlässlich, um diese als quantifizierbaren Vergleichsmaßstab für die konkrete Beurteilung von Textzeugen nutzen zu können. Zum anderen ist es erforderlich, Annahmen darüber zu treffen, wie auf der Basis von Ähnlichkeitsbeziehungen Relationen hinsichtlich eines Entstehungskontextes etabliert werden können. Damit kommt dieser Studie gleichsam eine vermittelnde Position zu. Einerseits fußt sie grundlegend auf den etablierten textkritischen Verfahren zur Konstitution von Überlieferungszusammenhängen – der Filiation –, andererseits ist es notwendig, deren Grundsätze kritisch zu hinterfragen, um sie im Rahmen eines davon divergenten methodischen Ansatzes nutzbar zu machen.

---

<sup>29</sup> Verfahren, die extensiv auf die Nutzung künstlicher Intelligenz setzen, sollen an dieser Stelle bewusst ausgeklammert werden.

Allein durch die starke Bezugnahme auf philologische Verfahren wie auch die Thematisierung der Erschließung musikalischer Texte verfügt diese Studie über zahlreiche Berührungspunkte mit editionswissenschaftlichen Fragestellungen, insbesondere dem Gebiet der *Digitalen Musikedition*. In dieser Hinsicht ist auch die Verfolgung eines genuin computergestützten Verfahrens nicht als innovativ zu betrachten, wie nicht nur die stetig wachsende Zahl von Forschungs- und Editionsprojekten zeigt, die über dedizierte Mittel im Bereich der Entwicklung spezifischer digitaler Werkzeuge verfügen. Wie alt die Idee ist, Computer zur Unterstützung der musikphilologischen Arbeit heranzuziehen, zeigt nicht nur der Blick auf die Gesamtausgaben jüngerer Komponisten<sup>30</sup>, sondern gerade für die Musik des 15. und 16. Jahrhunderts auch die Frühphase der *New Josquin Edition*. Bereits 1975 beschäftigte sich Thomas Hall mit dem Potential computerassistierter Verfahren in der Edition von Renaissancemusik. Dabei behandelte er neben der Sammlung und Dokumentation der historischen Belege auch die Kodierung von Quellenmaterial, die automatische Kollation und darüber hinaus die Herausforderungen einer automatischen Filiation.<sup>31</sup> Gerade weil diese Perspektive aus einer Ära vor der Einführung des Personal Computers stammt, erscheint der erneute Blick auf das Themengebiet der computerbasierten Filiation unter der Berücksichtigung aktueller Tendenzen als lohnenswert. Einen wesentlichen Ausgangspunkt aus der editorischen Perspektive bietet außerdem das CMME-Projekt, 1999 initiiert von Theodor Dumitrescu.<sup>32</sup> Als solches stellt es ein eigenes Kodierungsformat, dynamisch erstellte Ansichten des Notentextes wie auch ein elaboriertes System zur Einbeziehung von Varianten bereit. Auch wenn damit wesentliche Berührungspunkte existieren, insbesondere die Wertschätzung der Originalnotation<sup>33</sup> als auch die Relativierung des *Urtextes* als adäquater Darstellungsform für ‚vor-moderne‘

---

<sup>30</sup> Vgl. Kep11, S. 128–134.

<sup>31</sup> Hal75, siehe hierzu auch Kapitel 3.

<sup>32</sup> Akronym für *Computerized Mensural Music Editing*. Vgl. u.a. DB09; Dum01.

<sup>33</sup> Vgl. Dum01, S. 8–9.

Texte<sup>34</sup>, bleibt CMME dennoch grundsätzlich einem editorischen Ansatz verpflichtet statt einen analytischen Ansatz zu verfolgen: So wurde im Projekt aus pragmatischen Gründen explizit eine gemeinsame Kodierung sämtlicher Varianten im Rahmen eines Apparatus vorgenommen, während die automatische Variantenerkennung auf der Basis unabhängiger Quellenkodierungen als zu aufwendig betrachtet wurde.<sup>35</sup> Im Kontext der Frage nach dem Potential korpusbasierter Forschungsansätze für die Renaissancemusikforschung ist allerdings gerade dieser Aspekt von besonderem Interesse. Die Berührungspunkte sind insofern offensichtlich, als editionsphilologische Methoden einen wesentlichen Teil beitragen; allerdings stellt gerade die Zielsetzung, eine analytische Fragestellung mit quantitativen Verfahren an einem Materialkorpus zu verfolgen, einen methodisch abweichenden Ansatz dar.

Unbestritten kommt der Kodierung von Musik eine wichtige Rolle zu, stellt diese als solche doch den wesentlichen methodischen Zugang zu einem *Text* dar. So ist zwar auf den ersten Blick ersichtlich, dass die Kodierung eines Textes per se nicht den Text selbst darstellt; allerdings bedingt sie das Spektrum an methodischen Perspektiven, die von analytischen Verfahren eingenommen werden können. In dieser Hinsicht hat Dumitrescu zurecht konstatiert, dass der Ausgangspunkt einer robusten wie auch umfassenden Repräsentation Alter Musik die Originalnotation selbst sein sollte. Aufgrund des lediglich in einer Richtung gänzlich erfassbaren Übersetzungsprozesses, so argumentiert er, bietet die Originalnotation die reichhaltigere Datenbasis, solange der Fokus ausschließlich auf Alter Musik liegt.<sup>36</sup> Eine zentrale Stellung nimmt das Musikkodierungsformat der Music Encoding Initiative (*MEI*) ein.<sup>37</sup> Als modulares Format und community-basiertes

---

<sup>34</sup> Vgl. DB09, S. 130.

<sup>35</sup> „it becomes at a certain point a task for *Artificial Intelligence* rather than *Automation*“ (Hervorhebungen im Original), DB09, S. 136.

<sup>36</sup> Vgl. Dum01, S. 9.

<sup>37</sup> Vgl. MEI.

Vorhaben stellt es nicht nur eine große Zahl an Modulen für verschiedene Einsatzzwecke bereit, sondern eröffnet als solches durch seinen weiten Nutzerkreis auch ein umfassendes Weiterentwicklungspotenzial.<sup>38</sup> Neben einer sehr weit reichenden Unterstützung moderner westlicher Musiknotation – als *CMN* bezeichnet – bietet MEI, wenn auch deutlich weniger weit in der Entwicklung voran geschritten, ebenso eine Unterstützung von Neumen- und Mensuralnotation. Doch MEI erfüllt nicht nur diese zentrale Anforderung, sondern bietet darüber hinaus auch Funktionalität, die insbesondere im Umgang mit Quellenmaterial unerlässlich ist. Im Zuge einer automatisierten Analyse von Überlieferungszusammenhängen ist dieser Aspekt nicht weniger relevant. Daher ist nicht nur die Möglichkeit hervorzuheben, notationsunabhängig transkriptionsspezifisches Markup zu verwenden, sondern auch den grundsätzlich multiparadigmatischen Ansatz, welcher zahlreiche Einsatzszenarien erlaubt. So ermöglicht die explizite Modellierung semantischer Domänen nicht nur die Adressierung sämtlicher für die Kodierung von Musik wesentlichen Bedeutungshorizonte<sup>39</sup>, sondern bietet gleichzeitig auch die Möglichkeit, Ambiguitäten transparent zu machen und komplexe Befunde differenziert festzuhalten.<sup>40</sup> Aus diesen Gründen bietet sich das Kodierungsformat der Music Encoding Initiative als Ausgangsformat für die weitere Verfahrensentwicklung an. Es stellt damit eine wesentliche Basis für die weiterführende Modellierung dar.

Sicherlich ergeben sich durch das Bestreben, einen großen Datenbestand mit analytischen Verfahren auszuwerten, grundsätzliche Bezugspunkte zum *Music Information Retrieval* und der automatisierten Musikanalyse. Doch während Formate und Softwarebibliotheken wie *Humdrum*<sup>41</sup>, *Music21*<sup>42</sup>

---

<sup>38</sup> Nach dem Auslaufen der Förderung von CMME ist der Support des Datenformats ungewiss.

<sup>39</sup> Vgl. Sel97, S. 7–8.

<sup>40</sup> Siehe hierzu 6.1.

<sup>41</sup> Humdrum; Wil96.

<sup>42</sup> music21; Tym13.

und *jSymbolic*<sup>43</sup> auf die Analyse von Musik in einem engeren Sinne – beispielsweise in Form der Analyse harmonischer oder rhythmischer Strukturen – ausgerichtet sind, liegt der Fokus dieser Studie stattdessen auf der vergleichenden Auswertung von Quellen. Strukturelle musikalische Eigenschaften sind hierbei zunächst nicht von primärer Bedeutung. Auch das stetig wachsende Korpus des *Josquin Research Project*<sup>44</sup> ist, indem es u. a. moderne Editionen als Datengrundlage nutzt, vielmehr auf eine musikanalytische Nutzung ausgerichtet. Im Hinblick auf die Analyse von Überlieferungsstrukturen bot hingegen ein wiederholt zu beobachtendes Interesse in den Digital Humanities an Verfahren aus der Bioinformatik einen Ausgangspunkt. Die Anwendung in Kontexten wie der Entwicklung von Schrift<sup>45</sup>, der Typographieggeschichte<sup>46</sup>, der Verbreitung von Keilschrift<sup>47</sup>, der Entwicklung indo-europäischer Sprachen<sup>48</sup> und auch zur Konstruktion von Stemmata<sup>49</sup> machen die potentiell hohe Anpassungsfähigkeit dieser Verfahren deutlich. Darüber hinaus wurde ebenso die grundsätzliche Eignung für musikbezogene Belange bereits aufgezeigt. Schon 1990 haben Marcel Mongeau und David Sankoff ein modifiziertes Verfahren zum Alignment von Sequenzen zur Bewertung der Ähnlichkeit bzw. Abweichung von Melodien verwendet.<sup>50</sup> Darauf aufbauend konnte Peter van Kranenburg sowohl die Eignung von Alignmentverfahren zum Retrieval von Volksliedmelodien nachweisen, als auch in diesem Kontext verschiedene Substitutionsmodelle evaluieren.<sup>51</sup> Auch im Rahmen von Incipitsuchen werden Alignmentverfahren mittlerweile angewendet.<sup>52</sup> In mehr als einer Hinsicht wegweisend

---

<sup>43</sup> MF06.

<sup>44</sup> JRP.

<sup>45</sup> Hos16.

<sup>46</sup> Dun16.

<sup>47</sup> Haw18.

<sup>48</sup> GA03.

<sup>49</sup> Vgl. u. a. OR93; für einen Überblick insbesondere Hoe18b, S. 30–37.

<sup>50</sup> MS90.

<sup>51</sup> Vgl. Kra10.

<sup>52</sup> Vgl. NGW17.

ist das Projekt *Aruspix*.<sup>53</sup> Als Werkzeug verbindet es sowohl *Optical Music Recognition* als auch die automatische Kollation für Musikdrucke des 16. und 17. Jahrhunderts. Damit wird nicht nur ein ähnliches Repertoire adressiert, sondern darüber hinaus werden auch besonders eindrücklich Konzepte implementiert, die im Rahmen der Sequenzanalyse Verwendung finden. Neben dem Einsatz von Alignmentverfahren für die Kollation<sup>54</sup> etabliert gerade der Einsatz von *Hidden Markov Modellen*<sup>55</sup> für das OMR die Formalisierung von Notensystemen als „sequence of symbols“.<sup>56</sup>

Aufbauend auf diesen Vorarbeiten erscheint eine Weiterführung des Transfers von Konzepten und Methoden der Sequenzanalyse und insbesondere phylogenetischer Analyseverfahren als vielversprechender Ansatz. Insofern phylogenetische Verfahren auf dem Alignment von Sequenzen aufbauen, um auf dieser Basis Objekt-Relationen zur Beschreibung der evolutionären Entwicklung der Arten zu konstruieren, werden Parallelen klar ersichtlich. Sowohl im Rahmen der Filiation als auch der phylogenetischen Analyse geht es darum, die Ähnlichkeit bzw. Varianz von Objekten zu beurteilen und darauf aufbauend Verwandtschaftsbeziehungen zu konstituieren. Gerade indem bereits in mehreren Ansätzen die prinzipielle Eignung von Alignmentverfahren für die Bewertung von Ähnlichkeit von Musik ersichtlich wird, verschiebt sich gleichzeitig die Perspektive dieser Studie. Als verbindendes Element beider Verfahren rückt damit gerade das Spektrums von Ähnlichkeit und Varianz ins Zentrum der Bemühungen. Einerseits muss geklärt werden, auf welcher Basis die Beurteilung von Varianz in der Filiation zur Etablierung von Beziehungen zwischen Quellen genutzt wird. Andererseits gilt es, eine für den Einsatz in Bezug auf mensural notiertes Repertoire adäquate Operationalisierung zu erarbeiten, um einen Methodentransfer erfolgreich vollziehen zu können. Hierbei ist es auch von

---

<sup>53</sup> Pug09.

<sup>54</sup> Vgl. Pug09, S. 151.

<sup>55</sup> Siehe hierzu 3.1.

<sup>56</sup> Pug06, S. 56.

zentraler Bedeutung, dem spezifischen Kontext der Fragestellung gerecht zu werden. Wie bereits angerissen wurde, erfordert das Vorhaben weitreichende Zusammenhänge anhand einer kleinteiligen Materialbasis zu beobachten, die Etablierung einer gemeinsamen Vergleichsbasis. Indem sich ein derartiges Vorgehen als Kette komplexer Einzelschlüsse auffassen lässt, ist somit gleichzeitig auch die Konsistenz dieser Schlussfolgerungen ein wesentliches Qualitätskriterium. Da sich eine computergestützte Analyse in Bezug auf Quellentexte hauptsächlich an deren maschinenlesbaren Repräsentationen vollzieht, ist es notwendig, gerade dieser Konstellation Rechnung zu tragen. Damit ist einerseits ersichtlich, dass die Entwicklung von Analyseverfahren den Quellentext als Gegenstand der Untersuchung ins Zentrum stellen muss. Andererseits müssen damit zugleich die zugrunde liegenden Modelle von Ähnlichkeit und Varianz auf dieser Ebene operieren und damit wiederum den repertoirespezifischen Gegebenheiten entsprechen.

Einer grundsätzlichen Klärung bedarf die für die Mensuralnotation spezifische Beziehung von Zeichen und Bedeutung im Hinblick auf die Bewertung der Ähnlichkeit von Quellentexten und deren Relevanz für die Konstitution von Verwandtschaftsbeziehungen. So klammern einerseits Mongeau und Sankoff wie auch van Kranenburg bewusst repräsentationsbedingte Abweichungen in ihren Verfahren aus, während andererseits Aruspix zwar auf symbolischer Ebene arbeitet, aber in erster Linie so genannte *stop press corrections* in den Blick nimmt.<sup>57</sup> Ebenso ist es im Rahmen der musikalischen Textkritik üblich, Varianten vor allem anhand der Modifikation elementarer musikalischer Parameter – Tonhöhe und Tondauer – zu klassifizieren.<sup>58</sup> In Bezug auf ein Repertoire, das in einer Form der Musiknotation überliefert ist, die sich insbesondere durch ein enorm hohes Maß an graphischer Varianz bei der Repräsentation von im Hinblick auf eben diese elementaren musikalischen Parameter identischen Resultate auszeichnet, ist somit gera-

---

<sup>57</sup> Vgl. MS90, S. 163; Kra10, S. 96; Pug09, S. 148–150.

<sup>58</sup> Vgl. Fed87, S. 60.



de bei einem starken Fokus auf die Quelle als Textzeugen eine derartige Klassifizierung zu hinterfragen. Auch stellt sich die Frage, auf welcher Ebene dieses semantischen Kontinuums eine Formalisierung ansetzen muss, um zur Konstitution von Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Quellentexten nutzbar zu sein. Im gleichen Zuge geht es darum zu eruieren, in welchem Rahmen die Lesefähigkeit, die eine hermeneutische Methode wie die Filiation erfordert, in einem automatisierten Szenario unabdingbar ist bzw. inwieweit diese durch automatisierte Verfahren nachgebildet werden muss. Da von den jeweiligen Antworten in Bezug auf diesen Fragenkomplex das konkrete Potential des verfolgten Ansatzes abhängt, ist eine Klärung dieser Zusammenhänge als Teil eines Methodentransfers unbedingt notwendig.<sup>59</sup>

Damit folgt die konkrete Vorgehensweise eben dieser thematischen Ausrichtung. Da ein Methodentransfer zugleich mit der Anwendung auch auf einer konzeptionellen Ebene vollzogen werden muss, besteht diese Studie aus zwei Teilen: einem theoretischen Teil, der sich methodischen Grundlagen widmet, und einem empirischen Teil, der die Verfahrensentwicklung an einem Fallbeispiel ins Zentrum stellt. Auch muss entsprechend dieser thematischen Ausrichtung der transdisziplinäre Charakter dieser Studie betont werden. Um also einen fächerübergreifenden Dialog unterstützen zu können, ist es unvermeidlich, einen heterogenen Rezipientenkreis anzusprechen. Aus diesem Grund wird in verschiedenen Zusammenhängen fachspezifisches Grundlagenwissen erläutert, wenn dies für das Verständnis notwendig ist, und darüber hinaus ein Glossar beigefügt, das neben spezifischen Abkürzungen auch weitere Begrifflichkeiten in aller Kürze einordnet, die am Rande gestreift werden.

---

<sup>59</sup> Die einleitend angerissene Makroperspektive und damit verbundene Kontextualisierung, in der sowohl die Rolle des Kunstanspruches wie auch das vielschichtige Wechselspiel der Beziehung von intellektuellem Werk und dessen Überlieferungen angesprochen wurden, soll hier zugunsten der Fokussierung auf die umrissenen notationsspezifischen Fragestellungen hintangestellt werden. Dieser Themenbereich wird im weiteren Verlauf lediglich angerissen, wo das besprochene Material eine Einordnung unabdingbar macht.

Im ersten Teil geht es darum, den methodischen Brückenschlag von der Filiation zur phylogenetischen Analyse zu vollziehen. Zunächst wird thematisiert, wie musikalische Überlieferung beschrieben wird und welche zentralen Kategorien in diesem Zuge verwendet werden. Insofern die Beschreibung von Überlieferungsstrukturen auf der Klassifizierung varianter Lesarten beruht, bildet der Variantenbegriff, wie er in der Musikphilologie Anwendung findet, den Ausgangspunkt der Ausführungen. Ausgehend von Konzepten zur Klassifizierung von Varianten wird nachvollzogen, auf welcher Basis Varianten miteinander in Bezug gesetzt werden, um auf diese Weise Verwandtschaftsbeziehungen zu konstituieren. Dass bei der qualitativen Beschreibung von Varianten Kategorien verwendet werden, die nicht der Musik des 15. und 16. Jahrhunderts entstammen, ist dabei zunächst weniger bemerkenswert als die Tatsache, dass diesen keine alternativen Konzepte gegenüber gestellt werden – insbesondere da zur Filiation der Musik des 15. und 16. Jahrhunderts ein reger wissenschaftlicher Diskurs vorhanden ist. Eben dieser Diskurs bietet die Möglichkeit, im Folgenden zentrale Theorien und Konzepte einzugrenzen, um anhand derer wesentliche Argumentationslinien zu verfolgen. Auf diese Weise können grundlegende Vorannahmen herausgearbeitet werden, anhand derer die Konstruktion von Stemmata erfolgt. In einem dritten Teil wird an Fallbeispielen die Anwendung dieser Argumentationsmuster bei der Konstruktion von Stemmata beobachtet, indem die Erläuterungen zur Konstruktion konkreter Stemmata gezielt im Hinblick auf die ihnen zugrundeliegenden Vorannahmen untersucht werden. Daran anschließend wird der Fokus auf die Konzepte und Verfahren der algorithmischen Sequenzanalyse sowie einige zentrale Verfahren der phylogenetischen Analyse gelenkt. Im Hinblick auf einen vertiefenden Methodentransfer werden hierbei wiederholt Schlaglichter auf konkrete Anwendungen der Verfahren auf musikbezogene oder editorische Fragestellungen geworfen. Um zentrale Vorgehensweisen und Konzepte phylogenetischer Analysemethoden im Rahmen einer vergleichenden Be-

trachtung eruieren zu können, ist es gleichzeitig unumgänglich, zunächst deren grundlegende Funktionsweise zu erläutern. Da die vorgestellten Verfahren grundsätzlich nur bedingt auf biologischem Vorwissen beruhen, sondern zumeist mathematische Modelle implementieren, liegt der Fokus auf der Erläuterung eben jener Modelle. Die konkrete Anwendung im Kontext der Biowissenschaften wird nicht tiefergehend thematisiert. Vielmehr werden Bedingungen und Konsequenzen dieser prinzipiell gegenstandsunabhängigen Verfahren vorgestellt, um so mögliche Anknüpfungspunkte für die Anwendung der beschriebenen Modelle auf musikbezogene Fragestellungen zu erarbeiten. Hierzu werden ausgehend von einer Bestimmung des Sequenzbegriffs, wie er der algorithmischen Sequenzanalyse zugrunde gelegt wird, zunächst Alignmentverfahren und daraufhin zentrale Verfahren der phylogenetischen Analyse erläutert. Die konkrete Anwendung des Sequenzalignments auf Musik wird hierbei ebenso thematisiert wie auch Übereinstimmungen und Divergenzen der phylogenetischen Verfahren mit der Filiation betrachtet werden. Insofern Substitutions- und Evolutionsmodelle einen in verschiedenen Zusammenhängen relevanten Themenkomplex darstellen, wird anschließend im Sinne eines Ausblicks auch auf Grundlagen der theoretischen Konzepte eingegangen, die mit diesen verbunden sind.

Dieser theoretischen Dimension des Methodentransfers wird ein empirischer Teil zur Seite gestellt, in dessen Zentrum insbesondere die Thematisierung der Beziehung von Zeichen und Bedeutung in der Mensuralmusik und deren Konsequenzen für die Untersuchung von Überlieferungszusammenhängen als spezifische Fragestellung steht. Um die Auswirkungen unterschiedlicher Annahmen überprüfen zu können, wird im Rahmen der Implementierung ein Fokus auf die Isolierung der semantischen Ebenen gelegt. Aus dem bereits erwähnten Korpus wird hierzu ein Werk als Fallbeispiel gewählt, das als Materialbasis für die gesamte Verfahrensentwicklung dient. Die konkrete Entwicklung folgt einem üblichen Modus Operandi, indem zunächst eine Bestimmung wesentlicher Anforderungen erfolgt, die an das

zu entwickelnde Verfahren gestellt werden müssen. Hierbei werden sowohl methodische als auch gegenstandsbezogene Aspekte beachtet, die bei der Umsetzung relevant sind. Auch wenn das gewählte Fallbeispiel im Zentrum der Anforderungsbestimmung steht, werden situativ auch weitere Beispiele angerissen. Da das auf dieser Basis entwickelte Verfahren mehrschrittig ist, wird im Anschluss jeder Teilprozess unabhängig voneinander betrachtet. Insofern die Materialerschließung sowohl unabdingbar für eine computergestützte Analyse ist, als auch ein methodischer Fokus auf die Anforderungen an eine formelle Beschreibung des Gegenstandes gelegt wird, setzt die Entwicklung des Verfahrens bereits bei der Kodierung an. Auch weil das verwendete Kodierungsformat der Music Encoding Initiative eine Vielzahl an Anwendungsszenarien abdeckt, ist es in diesem Zuge erforderlich, eine genaue Bestimmung der für diesen konkreten Fall notwendigen Kodierung vorzunehmen. Aus diesem Grund werden zunächst grundlegende Konzepte in der Verwendung von MEI kurz angerissen. Insbesondere im Hinblick auf die verfolgte spezifische Fragestellung wird hierbei ein Schwerpunkt auf die Implementierung der verschiedenen semantischen Dimensionen in MEI gelegt, um darauffolgend Strategien zur Umsetzung der damit verbundenen Anforderungen zu entwickeln. In diesem Rahmen werden sowohl die Bestimmung als auch die Beschreibung zentraler Aspekte der in dieser Studie vorgenommenen Kodierung diskutiert, insofern diese über die MEI-Guidelines<sup>60</sup> hinaus reichen oder von diesen abweichen. Nicht nur im Hinblick auf die Überprüfbarkeit der Auswirkungen verschiedener semantischer Ebenen auf eine weitere Analyse, sondern auch aufgrund darüber hinaus bestehender Vorteile, erfolgt die Weiterbehandlung der Kodierungen als musikalische Sequenzen in einem gesonderten Formalisierungsschritt, der im Anschluss thematisiert wird. Auch hier wird wiederum der Fokus auf die Isolierung der semantischen Ebenen gelegt. In einem letzten Schritt wird die Untersuchung der Relevanz der verschiedenen semantischen Di-

---

<sup>60</sup> MEI.3.0.

mensionen für weitergehende Anwendungsszenarien in Form der Evaluation verschiedener Substitutionsmodelle durchgeführt. In dieser Form wendet die Untersuchung dieses Themenkomplexes einerseits bereits thematisierte Konzepte an, andererseits ermöglicht sie eine konkrete Ausrichtung tiefer gehender Modelle und bietet darüber hinaus einen Ausblick auf das Potential algorithmischer Verfahren der Sequenzanalyse für musikbezogene Fragestellungen.

**Teil I**

# **Methodische Grundlagen**



## Kapitel 2

# Variation und Filiation von Musikquellen um 1500

Um einen Überblick über die wesentlichen Bewertungskriterien und gegenstandsspezifischen Besonderheiten der Filiation für Musikquellen des 15. und 16. Jahrhunderts zu erhalten, erfolgt die Betrachtung anhand zweier zentraler Themenkomplexe: Varianten und Relationen. Die Erörterung dieser Themenkomplexe stellt hierbei grundlegende Fragen ins Zentrum: Was ist eine Variante? Wie werden Varianten beschrieben? Welche Arten gibt es? Anhand welcher Kriterien werden Quellen in einem Stemma zueinander in Bezug gesetzt? Auf welcher Informationsgrundlage werden Stemmata entwickelt?

Da die Verwendung textkritischer Methoden in der Musikwissenschaft, vor allem im Rahmen editorischer Arbeit, als etabliert gelten kann, geht es im Folgenden nicht darum, Grundlagen der Textkritik auf den Gegenstand der Musik anzuwenden. Stattdessen soll, vielmehr in Form eines Resümées, anhand einer Auswahl von Forschungsliteratur beobachtet werden, wie die Adaption der Filiation in der musikwissenschaftlichen Praxis erfolgte. Hierbei soll der Fokus in erster Linie auf die Betrachtung der Renaissancemusik und deren spezifische Gegebenheiten gelegt werden, um so nachvollziehen zu können, wie die Methode in der bisherigen Forschungspraxis Verwendung



gefunden hat. Dabei sollen folgende Aspekte berücksichtigt werden: Im Rahmen welcher Fragestellungen wird auf textkritische Studien zurückgegriffen? Wie verlaufen Argumentationsstrukturen? Welche Schwierigkeiten birgt die Methode?

Zuerst wird der Variantenbegriff als solcher eingeführt, bevor Strategien zur Kontextualisierung dieser behandelt werden. Somit stehen zunächst Konzepte zur Beschreibung von Varianten im Vordergrund, die anhand qualitativer Gesichtspunkte aus sich selbst heraus erfolgen können. Da der Diskurs zur Filiation der Musik des 15. und 16. Jahrhunderts hierfür keine spezielle Kategorisierung vornimmt, erfolgt die Begriffsbestimmung zunächst aus einer allgemeineren musikphilologischen Perspektive, auch wenn diese nicht vor dem Hintergrund des hier behandelten Repertoires erfolgt. Erst der daraufhin betrachtete Diskurs zu den wesentlichen Konzepten und Annahmen der Filiation kann somit unter der besonderen Berücksichtigung der Spezifika der Musiküberlieferung des 15. und 16. Jahrhunderts erfolgen. Die im Anschluss untersuchten Fallbeispiele konkreter Stemmata und der ihnen beigefügten Erläuterungen haben ausschließlich die Überlieferung des behandelten Repertoires zum Gegenstand.

### 2.1 Varianten

Grundsätzlich birgt der Variantenbegriff im Kontext von Musik Definitionsschwierigkeiten, da ohne eine weitere Spezifizierung zunächst mehrere verschiedene Dinge bezeichnet werden können. Der „Begriff in seiner allgemeinen Bedeutung“, so Feder, bezeichnet eine „Abwandlung von etwas Vorgegebenem oder Vorgestelltem, wobei jeweils einige Bestandteile sich ändern, während – in unterschiedlichem Verhältnis – andere Bestandteile erhalten bleiben“.<sup>1</sup> So muss gerade aufgrund dieser Offenheit des Varian-

---

<sup>1</sup> Fed94, S. 205.

tenbegriffs zunächst einmal eine Abgrenzung der philologischen Variante von der Variation als musikalischem Prinzip an sich erfolgen. Aus diesem Grund, unterscheidet Appel in seiner Begriffsbestimmung zunächst von den textkritisch relevanten Varianten so genannte „Werktext- und Aufführungsvarianten“<sup>2</sup>. Damit grenzt er strukturelle Variation, Ossia-Varianten, wie auch Funktionsvarianten – z. B. Konzertfassungen von Opernouvertüren – und interpretatorische Freiräume bei der Aufführung als Spielarten musikalischer Variation vom musikphilologischen Variantenbegriff ab, dessen detaillierteren Beschreibungen er sich daraufhin widmet.<sup>3</sup> Deutlich unterschieden wird in den Ausführungen von Feder und Appel in Bezug auf die textkritische Variante zwischen Entstehungs- und Überlieferungsvarianten, je nachdem ob die Variante durch den/die Autor\*in während des Entstehungsprozesses oder im Rahmen der Überlieferung entsteht. Während Feder noch von der begrifflichen Abgrenzung der Autorenvariante, bzw. Entstehungsvariante oder *Variante*, von der Fremdvariante, bzw. Überlieferungsvariante oder *Lesart* spricht, zeigt Appel auf wie unscharf deren Abgrenzung in der musikphilologischen Terminologie erfolgt.<sup>4</sup> Deutlich wird insbesondere in Schilderungen von Feder, wie wichtig die Konsequenz dieser Abgrenzung ist. Sogleich macht Feder deutlich, dass die „Fremdvariante [...] in der Regel eine Verschlechterung bringen“ wird, während es sich bei Autorvarianten meist um „absichtliche Abweichungen und Verbesserungen oder ein[en] gleichwertige[n] Ersatz“ handele.<sup>5</sup> Er klassifiziert Fremdvarianten entweder als sich einschleichende Fehler, oder aber als Emendationsversuche, die „durch einen vorausgegangenen Überlieferungsfehler oder durch eine originale Lesart, die der Abschreiber oder der Drucker für einen Fehler oder mißlungen hielt“, veranlasst würden.<sup>6</sup> Der vor allem von Feder als

<sup>2</sup> App05, S. 23.

<sup>3</sup> Vgl. App05, S. 7–14.

<sup>4</sup> Vgl. Fed94, S. 206; App05, S. 14–16.

<sup>5</sup> Fed94, S. 206.

<sup>6</sup> Fed94, S. 206–207.

allmählich degenerativ geschilderte Prozess musikalischer Überlieferung soll im weiteren Verlauf dieser Ausführungen thematisiert werden. Zunächst aber werden an dieser Stelle weitere Klassifizierungsansätze von Varianten betrachtet. Das Gebiet der musikalischen Variation wird an dieser Stelle nicht weiter behandelt. Wenn in den folgenden Ausführungen von Varianten gesprochen wird, sind damit im philologischen Sinne Varianten in notierter Musik gemeint.

**Varianten als textverändernde Operationen** Zusätzlich zu dieser evaluierenden Perspektive wurde auch ein Instrumentarium zur qualitativen Beschreibung von Varianten etabliert, das sich konkret mit deren Mechanismen und Inhalten beschäftigt. Sowohl von Feder als auch Appel werden anhand ihrer Funktion, nach Appel ihrer „textverändernde[n] Wirkung“<sup>7</sup>, konkrete Formen von Varianten benannt: So benennen beide die grundlegenden Operationen der *Tilgung*, *Hinzufügung* sowie die *Ersetzung* als Kombination der beiden anderen. Außerdem nennt Appel noch die *Umstellung*, die Feder als *Austausch* bezeichnet. Zusätzlich führt Feder als weitere Operation noch die *Verrückung* an, die bei Appel nicht erwähnt wird.<sup>8</sup> Sämtliche dieser Operationen sind sowohl bei Entstehungs- als auch bei Überlieferungsvarianten möglich.

In der Erörterung dieser Operationen, die er als Substitution kategorisiert, bezieht Appel seine Ausführungen speziell auf Entstehungsvarianten. Er wählt in diesem Kontext stattdessen den Begriff *genetische Variante*. So führt er anhand dieses Modells aus, dass Varianten den Gesamttext lokal verändern, während der übrige Kontext unverändert bleibt.<sup>9</sup> Gerade in Bezug auf Entstehungsvarianten betont er, dass „Ähnlichkeitsbezug [...] kein strukturelles Definitionskriterium“<sup>10</sup> sei. So sei es im Falle einer Erset-

---

<sup>7</sup> App05, S. 18.

<sup>8</sup> Vgl. App05, S. 18; Fed94, S. 213–214.

<sup>9</sup> App05, S. 18.

<sup>10</sup> App05, S. 19.

zung nicht notwendig, dass die ersetzten Segmente einander gleichen. Auch im Falle einer Hinzufügung oder Tilgung muss keine Ähnlichkeit vorliegen. Eine Umstellung sei „als isoliertes Textsegment betrachtet überhaupt keine Variante“, sie gewinnt diesen Status erst aufgrund ihrer kontextverändernden Einbettung.<sup>11</sup> Eine wesentliche Rolle, wie sich zeigt, spielen genetische Varianten bei Appel im Zusammenhang mit Textfassungen. So wird der Begriff der Fassung, laut Appel, obwohl in ihm die „Idee von Konstanz“ liegt, durch Varianz begründet.<sup>12</sup> Damit bilden Varianten ein wesentliches Merkmal zur Unterscheidung von Textstufen. Lediglich die von Appel als Sonderfall bezeichneten *rivalisierenden Varianten* – sie bieten mehrere gleichberechtigte Alternativen auf einer Textstufe – heben nicht die Gültigkeit ihrer Vorgängerversion auf.<sup>13</sup> Gerade mit der rivalisierenden Variante als Sonderfall wird deutlich, dass er die anderen Varianten als Ersetzungvarianten auffasst, in dem Sinne, dass sie fassungskonstituierend wirken. Damit definiert Appel Varianten funktional in Bezug auf ihre Wirkung im Gefüge der Textstufen.

Feder kontextualisiert seinen funktionellen Variantenbegriff in Hinblick auf die logischen Strukturen beim Komponieren, indem er diesen auch auf kompositionsgeschichtliche Neuerungen bezieht, die Variation kompositorischer Paradigmen.<sup>14</sup> Deutlich wird vor allem bei seinem funktionalen Modell für Varianten, dass er diese immer auf ein in sich schlüssiges Ganzes bezieht. So wählt er zur Verdeutlichung der genannten Variantentypen als Beispiel die Modifikation einer Buchstabenreihe – das Alphabet. Auch der bei Appel fehlende Typ der *Verrückung* unterstützt diesen Eindruck. Es wird deutlich, dass dieses Variantenverständnis nur in Bezug auf ein aus einzelnen Bausteinen schlüssig zusammengesetztes Ganzes funktionieren kann. So geht es beim Austausch und insbesondere der Verrückung nicht um die Va-

---

<sup>11</sup> App05, S. 19.

<sup>12</sup> App05, S. 19.

<sup>13</sup> Vgl. App05, S. 19–20.

<sup>14</sup> Vgl. Fed94, S. 214–216.

rianz einer lokalen Textpassage, sondern um die Neuordnung identischer Bestandteile. Zusätzlich weist ein Modell, das die logische Operation der Verrückung zulässt, auch immer auf einen Zustand normativer Ordnung hin, die sich manipulieren lässt. Besonders deutlich wird dies auch gerade durch Feders Ausweitung des Varianzbegriffs auf die Auseinandersetzung mit kompositionshistorischen Paradigmen. Diese Definition der Variante über ihre Auswirkung auf ein größeres Ganzes wirkt tatsächlich auch noch bei Appel nach, gerade im Fassungsbeff. Letztlich betont dieser aber im Gegensatz zu Feder viel stärker den Entwicklungsaspekt, gerade durch die Verwendung des Begriffs *genetische Variante*.

**Klassifizierung anhand qualitativer Dimensionen** Eine weitere Ebene der Kategorisierung von Varianten ist in der Frage ihrer Qualität begründet. In seinem Grundlagenwerk zur Musikphilologie nennt Feder als zweites Ergebnis der Kollation die Feststellung der Varianten: „in der Notation, der Tonart, den Vortragszeichen, der Instrumentierung, der Reihenfolge der Sätze, der Anzahl der Stimmen und Takte und in den Noten und im einzelnen.“<sup>15</sup> Bereits aus dieser zunächst unsystematischen Aufzählung ergibt sich eine Vorstellung davon, dass Varianten identischer Ausdehnung dennoch unterschiedliche Wirkungen entfalten können. So sind beispielsweise abweichende Vortragsbezeichnungen oder Anweisungen zu Phrasierung, Dynamik oder Artikulation als solche als Varianten in dem Sinne aufzufassen, dass es sich um Abweichungen handelt. Allerdings wird derartigen Varianten intuitiv eine andere Qualität beigemessen als es bei melodischen oder rhythmischen Abweichungen der Fall wäre. Aus diesem Grund ist auch eine qualitative Klassifizierung von Varianten wesentlicher Teil ihrer Beschreibung wie auch ihrer Bewertung.

Im Rahmen der Beschreibung des copy-text-Verfahrens und der Leithandschrift wird deutlich, dass eine qualitative Einordnung von Varianten eine

---

<sup>15</sup> Fed87, S. 57.

entscheidende Rolle bei deren Behandlung spielt. So basiert das copy-text-Verfahren wesentlich auf der Unterscheidung *substantieller* und *akzidentieller* Varianten. Im Zusammenhang mit der Leithandschrift werden *iterierende* und *nicht-iterierende* Varianten unterschieden.<sup>16</sup> Als akzidentielle Varianten nennt Feder Unterschiede in Orthographie und Interpunktion. Eine konkrete Definition substantieller Varianten gibt er an dieser Stelle dagegen nicht, er schildert lediglich den Unterschied im Umgang mit beiden Variantengattungen. So seien die weniger zahlreichen substantiellen Varianten im Hinblick auf ihre Authentizität besser zu beurteilen. Seine Unterscheidung von iterierenden und nicht-iterierenden Varianten erweist sich als ähnlich. Als nicht-iterierende Varianten gelten hierbei „wesentliche Wortunterschiede“, während Anpassungen an den Sprachgebrauch wie „wiederkehrende Abweichungen der Sprachpartikel, Vor- und Nachsilben, Für- und Bindewörter“ als iterierende Varianten aufgefasst werden.<sup>17</sup> Da beide Verfahren aus der Literaturwissenschaft, bzw. Altgermanistik stammen, überträgt Feder diese Einteilung auf Notentexte:

„Auch in der Überlieferung von Notentexten gibt es substantielle und akzidentielle, nicht-iterierende und iterierende Varianten. Substantiell sind die Unterschiede der Tonhöhe, des Notenwertes, der Taktvorzeichnung, der Tempoangabe, der Besetzungsangabe und ungewöhnlicher Vortragszeichen. Akzidentuell sind Unterschiede der Notation und naheliegender Vortragszeichen. [...]

Substantielle und nicht-iterierende Lesarten sind solche, die Anspruch auf Würdigung im einzelnen haben und auch von

<sup>16</sup> Beide Verfahren wählen eine Quelle als Vorlage, der im Zweifel gefolgt wird. Das copy-text-Verfahren wählt die Quelle, die in ihren akzidentiellen Varianten „im ganzen dem Autor am nächsten steht“, während die Leithandschrift sich auf die iterierenden Varianten bezieht [Fed87, S. 59–60].

<sup>17</sup> Fed87, S. 59–60.

den Kopisten und Druckern im allgemeinen besser beachtet wurden.“<sup>18</sup>

Auffällig ist, dass Feder, obwohl akzidentielle Varianten eine andere Definitionsmenge umfassen als iterierende Varianten, in seiner Übertragung sowohl iterierende und akzidentielle als auch nicht-iterierende und substantielle Varianten gleichsetzt. Allerdings handelt es sich in der Definition, wie sie Feder anführt, bei akzidentiellen Varianten um Phänomene, die sich insbesondere auf den geschriebenen Text beziehen. Iterierende Varianten allerdings umfassen in Feders Wiedergabe der Definition den *Sprachgebrauch*. Es wird an dieser Stelle vielmehr auf feine grammatikalische Unterschiede angespielt. Als Argument für diese zweischichtige Unterteilung führt Feder die Vorgehensweise von Kopisten und Druckern an, aber auch die Auffassung praktischer Musiker:

„Diese Zweischichtigkeit entspricht der Auffassung des praktischen Musikers, der den notierten Tonhöhen und Notenwerten mit möglichster Treue folgt, während er sich bei den weniger präzise notierten und notierbaren Dingen – Tempo, Klangstärke usw. – Freiheiten nimmt und nehmen muß.“<sup>19</sup>

Im Kern handelt es sich bei Feders Begründung damit zunächst um eine Frage der Präzision: Das, was präzise notiert wurde, soll auch präzise befolgt werden. Das, was weniger präzise notiert wurde, kann mit mehr Freiheit behandelt werden. Diese Vorstellung rekurriert so zunächst einmal auf das Konzept, das Appell in seinen Ausführungen als „Aufführungsvarianten“<sup>20</sup> beschreibt. Ein notierter Text, in Appels Worten ein „Werktext“, rechnet immer „mit interpretatorischen Lizenzen und Varianten“.<sup>21</sup> Dies betrifft im aktuellen Kontext aber vor allem das Verhältnis von Notat zu Aufführung.

---

<sup>18</sup> Fed87, S. 60.

<sup>19</sup> Fed87, S. 61.

<sup>20</sup> Vgl. App05, S. 13–14.

<sup>21</sup> App05, S. 13.

Doch sowohl Feders Argumentation als auch die von ihm ins Feld geführte Arbeitsweise von Kopisten und Druckern<sup>22</sup> zeigt ein deutliches Maß an Priorisierung des musikalischen Informationsgehaltes. Als nicht-iterierende Substanz eines notierten Musikwerkes werden sowohl die Tonhöhe als auch die Notenwerte der Noten betrachtet. In diesem Sinne sind alle anderen Parameter als solche als akzidentiell, quasi vergleichbar mit Orthographie und Interpunktion, bzw. als dem Sprachgebrauch nach iterierend betrachtet.

Ein weiterer Typus von Variante, den Appel benennt, soll in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt bleiben, die *orthographische Variante*, auch „Augenvariante“ genannt.<sup>23</sup> Er stellt diese Form der Variante denen entgegen, die eine „veränderte Klangstruktur“ zur Folge haben, weist aber dennoch auf deren Wirkungspotenzial auf Leseverhalten und Textverständnis hin.<sup>24</sup> Der von ihm dabei verwendete Begriff der Orthographie macht gerade in Bezug auf die Ausführungen Feders deutlich, dass das Konzept einer bloßen Zweischichtigkeit des Variantenbegriffs zu kurz greift. So lässt sich gerade in den Schilderungen Appels zur orthographischen Variante die Entsprechung der akzidentiellen Variante finden, unabhängig von Fragen des so genannten ‚Sprachgebrauchs‘. Dass er auch dieses dreischrittige Modell vertritt, zeigt sich anhand seiner Ausführungen in Hinblick auf den editorischen Umgang mit Varianten. Während er bei dem Thema der Augenvariante die Problematik deutlich an einem Beispiel illustriert, konstatiert er dennoch lediglich, dass keine Einigkeit darüber herrsche, ob variante Notationsformen „jeweils aufführungspraktische, das heißt hörbare Konsequenzen nach sich ziehen“, oder ob das Argument der „Bedeutungsnuancierung editorische Entscheidungen begründen darf und soll“.<sup>25</sup>

---

<sup>22</sup> Fed87, S. 60–61.

<sup>23</sup> App05, S. 21.

<sup>24</sup> App05, S. 21.

<sup>25</sup> App05, S. 22.



Anders positioniert er sich hingegen bei den von ihm deutlich abgegrenzten *akzidentiell varianten Parallelstellen*:

„Sind Parallelstellen substantiell, d.h., hinsichtlich der Melodik, Rhythmik oder Harmonik variant, so sind sie natürlich editorisch originalgetreu zu übernehmen. Sind Parallelstellen jedoch substantiell invariant und lediglich akzidentiell, d.h. ihrer performativen Zusätze (Bogensetzung, Dynamik, Agogik etc.) geringfügig variant und erwecken dabei auch noch den Eindruck des Inkonsequenten oder Brüchigen, so stellt sich die meist unlösbare Frage, ob diese akzidentiellen Bezeichnungsdifferenzen als Versehen (Korruptelen), als willkürliche Fremdeingriffe (Überlieferungsvarianten) oder als kompositorisch kalkulierte Ausführungsnuancen (Werktextvarianten) zu betrachten sind.“<sup>26</sup>

Im Zusammenhang mit dem Umgang mit akzidentiellen Varianten vollzieht Appel wiederum die Rückbindung an die evaluierende Klassifizierung von Varianten entsprechend einer Dimension von Authentizität. Wie elementar sowohl dieser Bewertungshorizont als auch der Fehlerbegriff sind, soll sich im Rahmen der Frage zeigen, wie Varianten in Relation zu bringen sind.

Deutlich wird, dass, obwohl diese Begriffsbestimmungen aus einer generalisierenden Perspektive erfolgen, auf die Charakteristika der Musik des 15. und 16. Jahrhunderts nur wenig Rücksicht genommen wird. Auch und gerade in Ermangelung einer systematischen Begriffsbestimmung vor dem Hintergrund Alter Musik, kann dies als symptomatisch angesehen werden. Erst im Kontext der Operationalisierung von Varianten zur Konstitution von Relationen werden repertoirespezifische Belange thematisiert.<sup>27</sup> Insofern dieser Aspekt vor dem Hintergrund einer Klassifizierung von Varianten ausschließlich in Hinblick auf ihre textverändernde Funktion noch nicht

---

<sup>26</sup> App05, S. 23.

<sup>27</sup> Siehe 2.2.2.

thematisiert werden sollte, ist an dieser Stelle auf die weiteren Ausführungen zu verweisen. Allerdings zeigt ein Beispiel, dass in Hinblick auf die textverändernde Funktion von Varianten auch für die Musik des 15. und 16. Jahrhunderts die bereits eingeführten Begrifflichkeiten weitestgehend beibehalten werden, auch wenn den repertoirespezifischen Charakteristika in verschiedener Hinsicht Rechnung getragen wird. So führen Dumitrescu und van Berchum das Spektrum der Varianz in der Musiküberlieferung des 15. und 16. Jahrhunderts exemplarisch am Beispiel der Edition des Occo-Codex vor. Hierbei führen sie als wesentliche Kategorien layout-spezifische Varianten, Fehler, Ornamentierungen, aber auch Unterschiede in der Benennung von Stimmen oder der Schlüsselung an. Ebenso weisen sie darauf hin, dass der Einfluss dieser Varianten auf die Konzeption des musikalischen Textes nicht mit dem Grad an Abweichungen des visuellen Charakters korrelieren muss. Gerade die Überlieferung in unterschiedlichen Quellengattungen – im Chorbuchformat, als Einzelstimmen oder auch Studienpartitur – bedingt wesentliche visuelle Charakteristika, die nicht zwangsläufig die konzeptionelle Ebene des musikalischen Textes beeinflussen.

In dieser Hinsicht greifen sie bewusst auf den Begriff der *substantiellen Variante* zurück und definieren ihn anhand des Einflusses auf diese konzeptionelle Ebene, d. h. Tonhöhe und Rhythmik.<sup>28</sup> Des Weiteren subsumieren sie darunter sowohl konkrete Varianten in der Schlüsselung als auch große Abweichungen in der Textierung. Nicht eingeschlossen seien explizit die Orientierung von Notenhälsen, die Position von Punkten und Systemumbrüchen.<sup>29</sup> In dieser Aufzählung nicht genannt werden somit einerseits Parameter, die in älterer Musik nicht explizit notiert sind, aber auch Phänomene, die als charakteristisch hierfür gelten. Die Aufteilung längerer Noten, visuelle Aspekte wie Ligaturen und Colorierung, aber auch die

---

<sup>28</sup> Dass diese Begriffsbestimmung nicht unüblich ist, zeigen auch die untersuchten Fallbeispiele. Siehe 2.3.

<sup>29</sup> Vgl. DB09, S. 131.

Positionierung expliziter Akzidentien bezeichnen sie als „most common forms of ‚significant‘ variants“, ein Begriff der vielmehr eine Klassifizierung anhand des konkreten Nutzens der Varianten in der Filiation vornimmt.<sup>30</sup> Diese Begriffswahl ist in diesem Kontext allerdings nur begrenzt in Hinblick auf einen filiatorischen Wert zu betrachten. Vielmehr weisen sie mit der Verwendung dieser Begrifflichkeiten auf eine wesentliche konzeptionelle Schwierigkeit in deren Anwendung auf alte Musik hin, die im Wesentlichen in einem anderen Verhältnis zwischen visuellem Notat und der konzeptionellen Ebene des musikalischen Textes zu begründen ist.<sup>31</sup> So machen Dumitrescu und van Berchum deutlich wie brüchig die von ihnen angeführte Klassifikation ist, wenn es um den Einfluss varianter Lesarten auf die konkrete Interpretation des musikalischen Textes geht. In diesem Fall können selbst *nicht-substantielle* Varianten konkrete Auswirkungen manifestieren, beispielsweise indem Umbrüche die Interpretation von explizit notierten Akzidentien bedingen oder in gewissen Notationsstilen selbst die Orientierung von Notenhälsen einen Effekt auf die Rhythmik besitzen können.<sup>32</sup> Welche Auswirkungen diese Unschärfen in der konkreten Beschreibung von Varianten konkret mit sich bringen, soll ebenfalls in Bezug darauf thematisiert werden, wie Varianten in Relation zu bringen sind.

## 2.2 Relationen

Um Quellen einer Überlieferung miteinander in Relation zu bringen, wird auch in der Musikphilologie die Methode der Filiation genutzt wie sie von Paul Maas geschildert wird. So empfiehlt beispielsweise Feder in seinem Werk zur Musikphilologie deren Anwendung bei der „Auswahl der original-

---

<sup>30</sup> Vgl. DB09, S.133–135. Diese Auffassung steht insbesondere im Gegensatz zu Atlas, siehe hierzu 2.2.2.

<sup>31</sup> Siehe hierzu insbesondere 5.2.2.

<sup>32</sup> Vgl. DB09, S. 143.

nächsten Varianten<sup>33</sup> und gibt einen kurzen Überblick über das Verfahren. Dabei schildert er den Hauptzweck der Methode darin, Unabhängigkeit von Quellen nicht nur zu vermuten, sondern dem Versuch, diese nachzuweisen, basierend auf einem Stammbaum der Quellen, der den jeweiligen Grad der Verwandtschaft zum Stammvater angibt. Auch Margaret Bent, Stanley Boorman, Martin Just und Thomas Noblitt setzen sich mit dessen Anwendung in Bezug auf Musik, insbesondere der Musik des 13. bis 15. Jahrhunderts, auseinander. Daneben gilt insbesondere die methodische Einbindung der Filiation in die Renaissancemusikforschung, wie Alan Atlas sie in seiner Studie zum Cappella Giulia Chansonnier zur Untersuchung der Beziehungen von Chansonniers vorgenommen hat, als wegweisend.<sup>34</sup>

Da es um die Auswertung einer vorhandenen Überlieferungstradition geht, beschränkt sich die Anwendung in diesem Sinne auf die Bewertung von Überlieferungsvarianten. So stellt die Analyse der Varianten von Quellen den zentralen Pfeiler der Methode dar. In diesem Zusammenhang erlangt die Bewertung von Varianten als Fehler wesentliche Bedeutung, ebenso wie Fragen der Authentizität:

„Die Filiation beruht auf der Übereinstimmung und Verschiedenheit mehrerer Quellen – nicht in richtigen, sondern in falschen Lesarten. Sie beruht also auf Fehlern in der Überlieferung, gewissermaßen auf Vererbungsfehlern, die von Generation zu Generation zunehmen, wobei allerdings einige Fehler durch Emendation wieder verschwinden können.“<sup>35</sup>

Die folgenden Ausführungen sollen sich zunächst mit dem Kopierprozess an sich beschäftigen. Darauf folgend sollen Strategien erläutert werden, wie die Signifikanz von Varianten zu bewerten ist und basierend hierauf

<sup>33</sup> Fed87, S. 61.

<sup>34</sup> Die Positionen der genannten Personen bilden damit einen essenziellen Teil der folgenden Ausführungen. Konkrete Schriften werden im jeweiligen Kontext besprochen.

<sup>35</sup> Fed87, S. 62.

Beziehungen zwischen Textzeugen etabliert werden. Anschließend wird auf spezifische Aspekte eingegangen, die für die Filiation von Musik des 15. und 16. Jahrhunderts charakteristisch sind.

### 2.2.1 Hypothesen zum Kopierprozess

Da mit Hilfe der Filiation Überlieferungsprozesse analysiert werden, steht es außer Frage, dass ihr bestimmte Hypothesen zur Gestalt dieser Überlieferung zugrunde liegen. So liegt es bereits nahe, dass die gesamte Methode letztendlich auf dem Modell eines Vervielfältigungsprozesses beruht. Abgesehen vom Ursprung der Überlieferung muss damit zwangsläufig jeder weitere Textzeuge von einem anderen abstammen. Darüber hinaus zeigen die in der Forschungsliteratur genannten Voraussetzungen der Methode weitere Hypothesen auf. So soll die Überlieferung sowohl über relevante Abweichungen verfügen als auch möglichst nicht kontaminiert sein.<sup>36</sup> Neben der Forderung nach relevanten Abweichungen<sup>37</sup> ist damit die Voraussetzung, dass ein Textzeuge lediglich von einer einzigen Vorlage abstammt, wesentlich zur Bestimmung der Relation von Textzeugen und der Identifikation von Überlieferungssträngen – die Überlieferung soll *vertikal* verlaufen.<sup>38</sup> Somit hat die Methode einen Überlieferungsprozess im Sinne, der sich von einem Ursprung vervielfältigend über eine gewisse Zeit hinweg entwickelt, in dem ein/e Schreiber\*in von einer einzelnen Vorlage ausgeht, der möglichst gewissenhaft gefolgt wird. Ob damit nun das möglichst detailgetreue Folgen der Vorlage gemeint ist oder die möglichst ‚fehlerfreie‘ Wiedergabe, soll an dieser Stelle lediglich zur Diskussion gestellt werden, da dieser Aspekt über den Kontext des Vervielfältigungsprozesses hinaus zu hinterfragen

---

<sup>36</sup> Vgl. Maa57, S. 6; Jus83, S. 129; Fed87, S. 64; „most surviving sources were probably copied from more than one exemplar“ Boo81a, S. 320.

<sup>37</sup> Siehe hierzu 2.2.2.

<sup>38</sup> Vgl. Atl75, S. 47.

ist. Stattdessen soll an dieser Stelle auf die spezifischen Umstände der musikalischen Überlieferungsprozesse vor 1600 eingegangen werden.

Ein wesentlicher Faktor, der zunächst zu nennen ist, besteht in der Anwendbarkeit externer Informationen. Da Maas von griechischen und lateinischen Klassikern ausgeht, ist für ihn die Altersbestimmung der Textzeugen ein wesentlicher Hinweis für die Entscheidung, welcher Zeuge als Vorlage in Betracht kommt.<sup>39</sup> Auch Atlas nennt als wesentliche Voraussetzung für die Nutzbarkeit der Stemmata eine wenigstens zum gewissen Grad erkennbare chronologische Unabhängigkeit, wie auch die Kenntnis über die chronologische Anordnung der Quellen.<sup>40</sup> Margaret Bent schließt diese Möglichkeit für Musik vor 1600 aus, da die Überlieferungszeiträume nicht groß genug seien, um sich auf rein paläographische Datierungen zu verlassen. So beschreibt sie vielmehr die Möglichkeit, bestimmte Musikquellen aufgrund ihrer stemmatischen Abhängigkeiten chronologisch zu verorten.<sup>41</sup> Tatsächlich muss deutlich gemacht werden, dass es sich bei der Untersuchung der Überlieferung mensuraler Musik nicht um eine sich über mehrere Jahrhunderte erstreckende Tradition handelt. Auch wenn die Tradierung üblicherweise mehrere Dekaden umfasst, wird dabei das Ausmaß eines Jahrhunderts wenn überhaupt nur selten überschritten.<sup>42</sup> Zusätzlich zu der damit bereits schwierigen Situation bei der Nutzbarkeit externer Information, zeigt sich, dass dies wenn überhaupt nur unter größter Vorsicht erfolgen sollte. Wenn chronologische Angaben zu Quellen auf stemmatischen Indizien beruhen, ist es zur Vermeidung von Zirkelschlüssen ausgeschlossen, diese wiederum zur Filiation zu nutzen.

Ebenso muss beachtet werden, auch wiederum im Vergleich zu klassischen Texten, dass in der Musiküberlieferung vor 1600 sehr viel kürzerer Einhei-

---

<sup>39</sup> Vgl. Maa57, S. 6.

<sup>40</sup> Vgl. Atl75, S. 47.

<sup>41</sup> Vgl. Ben81, S. 298.

<sup>42</sup> Siehe hierzu exemplarisch das frühe Repertoire der Päpstlichen Kapelle, 1.1.

ten überliefert wurden. Selbst vollständige Messzyklen sind vergleichsweise kurz und bieten damit nur begrenztes Beweismaterial.<sup>43</sup> Denn auch wenn ein Chorbuch einen beträchtlichen Umfang erreichen kann, ist es nicht im Ganzen analysierbar, da es sich bei nahezu jeder Quelle polyphoner Musik um eine Anthologie handelt.<sup>44</sup> Dieser Umstand ist wesentlich für die Musiküberlieferung bis 1600 und schlägt sich seit ihrer Nutzbarmachung für die Renaissancemusikforschung auf die Filiation nieder. So bemerkt Alan Atlas, dass die Feststellung einer engen Beziehung zwischen zwei Manuskripten nicht nur darauf begründet werden könne, dass diese eine große Zahl an Konkordanzen teilen.<sup>45</sup> Stattdessen beruft er sich als Grundlage seiner Vorgehensweise auf Charles Hamms Theorie der *fascicle manuscripts*<sup>46</sup>: Lose Einzelfaszikel, aus denen musiziert wurde und die unter den musikausübenden Institutionen zirkulierten. Diese Einzelfaszikel können dann wiederum zu größeren Sammlungen zusammengebunden worden sein<sup>47</sup>, bzw. den einzelnen Stücken der großen Anthologien als Vorlage gedient haben.<sup>48</sup> Auf dieser Basis entwickelt Atlas Theorien dazu wie Beziehungen zwischen Manuskripten auf der Basis der in ihnen enthaltenen Einzelstücke analysiert werden können. So gibt er zu bedenken, dass die bloße Zählung von Konkordanzen nicht berücksichtige, dass einige Stücke über eine extreme Popularität verfügten. Vielmehr sei hier die Auswertung von Konkordanzen mit geringer Verbreitung zielführend. Als weiteres Kriterium der Beziehung führt er schließlich den Lesartenvergleich ein.<sup>49</sup> Damit ergibt sich aus der textkritischen Analyse der Einzelstücke das wesentliche Kriterium für die Beziehung größerer Anthologien zueinander:

---

<sup>43</sup> Siehe Ben81, S. 298; Boo81a, S. 320.

<sup>44</sup> Ben81, S. 298.

<sup>45</sup> Vgl. Atl75, S. 40.

<sup>46</sup> Vgl. Ham62, S. 166–169.

<sup>47</sup> So wurde auch in der Päpstlichen Kapelle häufig aus Einzelfaszikeln musiziert, die erst später zusammengebunden wurden. Siehe 1.1.

<sup>48</sup> Vgl. Ham62, S. 167.

<sup>49</sup> Atl75, S. 41.

„There can be no doubt that one of the most valid indications of source relationships at the level of the individual piece is offered by conjunctive and separative errors, provided that these are significant errors, that is, not such mistakes as two scribes are likely to make independently, or such as a scribe could easily remove by conjecture.‘ Naturally, it is possible for an error to be both conjunctive and separative at the same time.“<sup>50</sup>

„A second valid indication that two or more sources are related with respect to their readings for a specific chanson is provided by the presence in those sources of a significant variant or set of variants. These generally involve quite distinctive melodic differences in one or more voices that could not possibly have been conceived by two musicians or scribes working independently of one another.“<sup>51</sup>

Der Einfluss der Hypothese Hamms sowie die Arbeit von Atlas auf die Anwendung der Filiation im Bereich der Renaissancemusikforschung ist enorm. So bestreitet Bent zwar einerseits Hamms Beispiele für nachträgliche zusammengebundene fascicle manuscripts, weist aber auf die enorme Bedeutung hin, die die Trennung von Frage nach der Manuskriptanordnung und der Vergleich von Lesarten mit sich bringt: Der Nutzen einer verfeinerten Variantenbetrachtung für die Entwicklung von Überlieferungsmustern unabhängig von der Gruppierung des Repertoires erhaltener Quellen.<sup>52</sup> Cristina Urchueguía geht in ihrer Studie detaillierter auf die Vorteile ein, die Hamms Theorie und darauf aufbauend Atlas’ Methodik bei der Untersuchung von Überlieferungssituationen bieten: Zwar bestreite Hamm, so Urchueguía, auf der einen Seite die „unmittelbare Verwandtschaft zwischen

---

<sup>50</sup> Atl175, S. 42.

<sup>51</sup> Atl175, S. 43.

<sup>52</sup> Vgl. Ben81, S. 300–304.



großen gebundenen Kodizes“<sup>53</sup>, aber dennoch bleiben Szenarien mittelbarer Abhängigkeiten bestehen. Der Zusammenhang großer Prachthandschriften, die aus denselben Werkstätten stammen, bliebe insofern bestehen, als diese von Vorlagen aus einem gemeinsamen Vorrat abhängig wären. Ebenso ermöglicht das Modell der Vermittlung durch fascicle manuscripts – insbesondere da diese Einzellagen als Teile der Überlieferungskette nicht erhalten sein müssen – mittelbare, aber dennoch direkte Beziehungen, auch zwischen Quellen, die räumlich und zeitlich getrennt sind. Vielmehr ließen sich die hohen Verluste von fascicle manuscripts durch ihre materielle Anfälligkeit begründen. Darüber hinaus erklärt die Überlieferung und Verbreitung der Vorlagen einzelner Stücke, warum selbst in Handschriften, die sich viele Messen teilen, diese nicht in derselben Reihenfolge angeordnet sind. Und letztlich muss zudem, auch unter Betracht des Handelsnetzes, konstatiert werden, dass daraus folgend stemmatologische Verwandtschaft lediglich auf dieselbe Vorlage hindeutet. Damit muss keine geographische Nähe einhergehen.<sup>54</sup>

Ebenso groß wie die Auswirkung der Wahl der zu untersuchenden Einheiten zur Filiation ist auch die jeweilige Vorstellung von der Intention des Kopierprozesses. Feder beispielsweise geht – überspitzt ausgedrückt – als Voraussetzung eines Stemmas von der Vorstellung der ‚misslungenen Kopie‘ aus:

„Voraussetzung des Stemmas ist die mechanische Überlieferung, bei der einer vom anderen abschreibt oder einer den anderen nachdruckt, ohne Absicht einer Veränderung. Es entstehen nur mechanische Fehler. Hat dagegen der Abschreiber oder Drucker das Bestreben, den Text anzupassen, dann interpoliert

---

<sup>53</sup> Urc03, S. 183.

<sup>54</sup> Vgl. Urc03, S. 183–184.

---

er ihn auch da, wo er richtig war, mit Lesarten, die etwas Einleuchtendes an sich haben können, ohne echt zu sein.“<sup>55</sup>

Gleichzeitig schildert er sehr wohl auch die, diesem Bild entgegen stehende, Möglichkeit, dass ein/e Schreiber\*in Anpassungen am Text vornimmt. Deutlich wird allerdings, dass Feder genau diesen Fall als Ursache von Schwierigkeiten ansieht. Im Falle der Musik vor 1600 muss jedoch betont werden, dass hier zu wesentlichen Anteilen von einer Expertenkultur auszugehen ist. Auch wenn prachtvoll illuminierte Chorbücher als repräsentative Geschenke an hochrangige Personen dienten, z. B. bei Fürstenhochzeiten<sup>56</sup>, sind Quellen, wenn sie von Sammlern stammen oder zur Aufführung gedacht waren, an einen Expertenkreis gerichtet. So betont Boorman, zwar vor allem mit einem Fokus auf ältere Quellen, dass die Mehrheit erhaltener Manuskripte offenbar das Werk professioneller Musiker oder auf Musik spezialisierter Schreiber waren.<sup>57</sup>

Margaret Bent schildert in ihren Ausführungen mehrere Szenarien des Kopierprozesses.<sup>58</sup> Darunter ist die möglichst gewissenhafte Wiedergabe der Vorlage, auch in Bezug auf graphische Eigenheiten, nur eine der Optionen, auch wenn Bent dieses Szenario als Indiz einer Beziehung betrachtet. Gleichfalls zieht sie auch Szenarien in Betracht, in denen aufgrund verschiedener Konstellationen ein unterschiedlich hohes Maß an Abweichungen von der Vorlage auftritt. So kann ein/e Schreiber\*in zwar der Vorlage gewissenhaft folgen, aber auch Verbesserungen offensichtlicher Fehler und Mehrdeutigkeiten auch ohne Kenntnis des konkreten Stückes vornehmen. Sollte das Stück der Vorlage dagegen bekannt sein, ist es möglich, dass ein/e Schreiber\*in Emendationen aus der Erinnerung heraus vorgenommen hat. Diese Änderungen, so Bent, können von weitreichender Natur sein

---

<sup>55</sup> Fed87, S. 64.

<sup>56</sup> Siehe TS20.

<sup>57</sup> Vgl. Boo81b, S. 167–168.

<sup>58</sup> Vgl. zu folgenden Ausführungen Ben81, S. 307–310.

und eine Unterscheidung von anderen ‚authentischen‘ unmöglich machen. Auch die Einfügung ‚absichtlicher und überflüssiger Änderungen mehr oder weniger radikaler Natur‘ zieht sie so in Betracht; insbesondere auf der Basis regionaler, institutioneller oder persönlicher Gepflogenheiten. Darüber hinaus können Schreiber\*innen durch Unachtsamkeit Mehrdeutigkeiten produzieren – z. B. im Fall von Tonhöhen oder Textunterlegung – oder unbeabsichtigter Weise Kopierfehler einfügen. Dies wäre das von Feder ins Auge gefasste Szenario. Ebenso können verschiedene Formen melodischer oder rhythmischer Variation in einzelne Stimmen eingefügt werden, wie sie auch legitimer Teil einer Aufführung sein könnten, beispielsweise Kadenzfiguren, Durchgangsnoten oder ähnliches. Diese Änderungen, so Bent, können sowohl spontan erfolgen oder aus der Erinnerung heraus. Sie benötigen nennenswerte musikalische Kenntnisse und zeichnen sich dadurch aus, dass sie keine nennenswerten Auswirkungen auf das polyphone Gefüge haben. Dem letzten Szenario schreibt Bent darüber hinaus ein beträchtliches Änderungspotenzial zu, den notationsspezifischen Änderungen, die von der Eigenschaft der Mensuralnotation herrühren, ähnliche oder identische Sachverhalte unterschiedlich auszudrücken.

Diese Vielfalt an möglichen Ursachen von Abweichungen erfordern allerdings eine genauere Betrachtung, die im weiteren Verlauf erfolgen wird, da sie Themenkomplexe tangiert, die auch aus systematischen Gründen noch behandelt werden sollen. An dieser Stelle soll vielmehr zu den Hypothesen bezüglich des Kopierprozesses noch eine letzte Anmerkung erfolgen. In seinen grundlegenden Ausführungen betont Maas das Fehlen autographischer Quellen im Falle der griechischen und lateinischen Klassiker, wie auch den Mangel an mit dem Original verglichenen Abschriften.<sup>59</sup> Ebenso macht er deutlich, dass es sich beim Archetypus nicht um das Original handeln muss, sondern dieser vielmehr als die Vorlage definiert ist, „bei der die

---

<sup>59</sup> Maa57, S. 5.

erste Spaltung begann“.<sup>60</sup> Feder dagegen, betrachtet den Archetypen als „Stammvater“, bei dem es sich „um das Autograph, eine Abschrift oder einen Druck handeln“ könne, existent oder verschollen.<sup>61</sup> Dies unterscheidet sich maßgeblich von der Position Maas', wie auch von der Überlieferungssituation vor 1600. In seinen Ausführungen bezieht Feder sich zwar auch explizit auf frühe Ausgaben des 16. bis 18. Jahrhunderts und geht auf die wohl erheblichen Verluste an Exemplaren ein<sup>62</sup>, dennoch beachtet er nicht weiter den Mangel an bekannten autorisierten Quellen – sicherlich auch, da der Zeitraum um 1500 nicht sein Hauptinteresse darstellt. Es ist zudem bezeichnend, gerade auch mit Blick auf die Frage des editorischen Anliegens der Rekonstruktion der „composer's original intentions“<sup>63</sup>, dass bei der Betrachtung polyphoner Musik bis ca. 1500 der Verlust des Archetypen ebenso wenig in Zweifel gezogen wie eine mögliche Autorisierung vorliegender Quellen regelmäßig in Betracht gezogen wird.<sup>64</sup> Neben dem schlichten Mangel an Möglichkeiten, eine eventuelle Autorisation evident zu machen, kann dieser Sachverhalt auch durch die Hypothese der  *fascile manuscripts*, die hohe Verluste dieses Quellentyps bewusst in Betracht zieht, begründet werden. Damit ist zum einen deutlich, dass bis zum Beginn des 16. Jahrhunderts die Maßgaben zur Musiküberlieferung sich sehr viel näher an denen Maas' befinden, als es für spätere Fälle gelten kann. So gibt Atlas als Grenze des Geltungszeitraums seiner Methode die Verbreitung des Musikdruckes an, wobei Urchueguía zeigt, dass auch noch jüngere Quellen Hamms Modell entsprechen.<sup>65</sup>

---

<sup>60</sup> Maa57, S. 6.

<sup>61</sup> Vgl. Fed87, S. 61–62.

<sup>62</sup> Vgl. Fed87, S. 62.

<sup>63</sup> Nob83, S. 112.

<sup>64</sup> Eine Ausnahme findet sich beispielsweise bei Boo81b, S. 174.

<sup>65</sup> Vgl. Atl75, S. 39; Urc03, S. 184.

### 2.2.2 Der Begriff der Signifikanz

**Varianten und Fehler** Bereits bei der Frage nach den qualitativen Unterschieden von Varianten wurde deutlich, dass eine in der Literatur maßgebliche Unterscheidungsweise die Differenzierung von Varianten und Fehlern ist. Dass diese begriffliche Differenzierung nicht genuin musikwissenschaftlich ist, kann auch bei Maas aufgezeigt werden. In seinen Ausführungen verwendet er den Begriff *Fehler* im Zuge der Erstellung eines Stemmas für die im Rahmen der Kollationierung aufgedeckten Abweichungen.<sup>66</sup> Dahingegen spricht er explizit von *Lesungen*, bzw. *Varianten*, wenn es an einer Verzweigung eines Stemmas nicht möglich ist, sich für eine Rekonstruktion zu entscheiden.<sup>67</sup> Der Begriff Variante ist nach Maas' Verständnis somit für zwei oder mehr – im Kontext der Recensio numerisch – gleichwertigen Lesungen einer Passage eines Textzeugen zu verwenden. Im Gegensatz zu Maas, dessen Begrifflichkeiten im Kontext zu erschließen sind, nimmt Feder zu Beginn seiner Erläuterung der Filiation eine explizite Definition des Fehlerbegriffs vor:

„Als Fehler sind alle Abweichungen vom Urtext in seiner notierten Form anzusehen, also unwillkürliche oder unvermeidliche Notationsänderungen, Irrtümer, falsche Konjekturen, willkürliche Bearbeitungen.“<sup>68</sup>

Damit schließt er sich in diesem Kontext unter der Betonung der Bedeutung eines Urtextes einem technischen Fehlerbegriff an, der letztendlich neutral auf Abweichungen rekurriert. Der Begriff der Variante, so wie Maas ihn verwendet, findet bei Feder keine Verwendung, auch der Begriff der *Lesart* bezieht sich nicht explizit auf gleichwertige Optionen. Den Begriff der *Variante* hat Feder bereits zuvor eingeführt und die qualitative Unter-

---

<sup>66</sup> Vgl. Maa57, S. 6–7.

<sup>67</sup> Vgl. Maa57, S. 6.

<sup>68</sup> Fed87, S. 62.

scheidung von Varianten zur Grundlage einer unterschiedlichen Relevanz für den Editionsprozess gemacht.<sup>69</sup> Explizit bezieht er alle seine weiteren Ausführungen nur auf *substantielle Varianten*, die für Feder der alleinige Gegenstand der Filiation sind.<sup>70</sup>

Ein völlig anders gelagerter Fehlerbegriff findet sich dagegen beispielsweise bei Martin Just, aber auch bei Margaret Bent. Hier wird vielmehr eine qualitative Eingrenzung vorgenommen statt einer kontextabhängigen, ähnlich wie sich auch bei Feder ein rein qualitativer Variantenbegriff konstituiert, unabhängig von der Verortung innerhalb eines Stemmas. Statt einen *Fehler* schlichtweg als Abweichung zu sehen oder, analog zu Maas' Variantenbegriff, diesen in Bezug zu den übrigen Textzeugen zu definieren, wählt Just dagegen eine rein satztechnische Abgrenzung:

„Die neutrale Bezeichnung Variante bleibt zunächst jenen Abweichungen vorbehalten, die satztechnisch möglich sind und über geringfügige rhythmische Verschiedenheiten und notationstechnische Unterschiede hinausgehen. Die Grenzen zu den unverkennbaren Fehlern sind aber fließend; so kann z. B. nicht nur eine, auch zwei oder mehrere Varianten können ihren Ursprung in der Verbesserung des gleichen Fehlers haben, und bei vielen Varianten bleibt unklar, wie sie entstanden sind.“<sup>71</sup>

Im Rahmen der weiteren Ausführungen werden die Folgen dieses Fehlerbegriffs noch deutlicher betrachtet. An dieser Stelle soll zunächst, um die Begriffsbestimmung vor der Schilderung der Strategien zur Konstruktion von Stemmata abzuschließen, noch der Begriff des Leitfehlers betrachtet werden.

---

<sup>69</sup> Siehe 2.1.

<sup>70</sup> Vgl. Fed87, S. 61.

<sup>71</sup> Jus83, S. 130.

Seit der zweiten Auflage des Textes von Maas ist diesem eine ältere Abhandlung über „Leitfehler und stemmatische Typen“ angefügt, die sich detaillierter als der Haupttext mit der Beschaffenheit stemmatisch verwendbarer Fehler beschäftigt.<sup>72</sup> Als *Leitfehler* (*errores significativi*) bezeichnet er stemmatologisch verwendbare „Fehler, die beim Abschreiben entstehen“<sup>73</sup>. Diese bilden die Grundlage seiner Beweisführung, die nicht direkt über den Nachweis der Abhängigkeit eines Zeugen erfolgt, sondern über den Ausschluss der Unabhängigkeit. Direkt nachweisbar sind ausschließlich die Unabhängigkeit zweier Textzeugen durch *Trennfehler* sowie die Zusammengehörigkeit zweier Textzeugen gegenüber einem dritten durch ihnen gemeinsame *Bindefehler*.<sup>74</sup> Wesentlich bei der Bestimmung von Leitfehlern ist, wenn man Maas Ausführungen folgt, ein qualitativ bestimmter Begriff von Signifikanz. So müssen Leitfehler anhand des Standes der Konjekturealkritik über die Zeit zwischen den relevanten Quellen bewertet werden. Trennfehler dürfen als solche „in dieser Zeit nicht durch Konjektur entfernt worden sein“.<sup>75</sup> Bindefehler dagegen weisen „aller Wahrscheinlichkeit nach“ auf eine Zusammengehörigkeit hin, insofern ein Fehler nicht unabhängig voneinander in mehreren Quellen begangen wurde – so Maas’ Einschränkung. Der theoretischen Unmöglichkeit dieses Ausschlusses ist er sich bewusst, dennoch führt er weiter aus, dass die „Wahrscheinlichkeit der Zusammengehörigkeit [...] umso größer [ist], je seltener der gleiche Fehler oder ein ähnlicher im übrigen Text von B oder von C oder von beiden Zeugen auftritt“.<sup>76</sup>

Er gibt damit zwar keine direkten Kriterien bezüglich der Beschaffenheit an, die Fehler als Leitfehler qualifizieren, stattdessen nennt er aber inhaltlich zu begründende Qualitätsstandards. Hierdurch erlangt die Methode, die

---

<sup>72</sup> Vgl. Maa57, S. 3; Maa57, S. 27.

<sup>73</sup> Maa57, S. 27.

<sup>74</sup> Vgl. ebenso Maa57, S. 27.

<sup>75</sup> Maa57, S. 27.

<sup>76</sup> Maa57, S. 27–28.

an sich bis zu diesem Punkt als mit kombinatorischen Mitteln zu lösende Aufgabe gesehen werden kann, eine Rückbindung an inhaltliche Kriterien, die sich spätestens in Maas' Ausführungen zur *Examinatio* in aller Deutlichkeit widerspiegeln. Gerade wenn es darum geht, sich zwischen gleichwertigen Varianten entscheiden zu müssen oder eine Überlieferung – wie es Maas ausdrückt – „zu heilen“<sup>77</sup>, rekurriert er insbesondere auf Sachkenntnisse und Wissen über Stilistik. Ebenso verweist er als mögliche Entscheidungsgrundlagen auf Überlegungen psychologischer Natur, Fehlertypologien sowie detaillierte Kenntnisse zur jeweiligen Überlieferungsgeschichte, Sprachgeschichte sowie Geschichte der Schrift, Orthographie, Kultur und dergleichen.<sup>78</sup> Während aber zu bemerken ist, dass sich diese detaillierten Ausführungen nur auf *Examinatio*, *Divitatio* und *Selectio* beziehen, weisen seine Beispiele zur Erläuterung von Trenn- und Bindefehlern Bezüge auf ähnliche Argumentationsstrukturen auf, wenn auf spezifische Gegebenheiten der Konjunkturalkritik oder Charakteristika der vorliegenden Textzeugen rekurriert wird.<sup>79</sup>

Im Rahmen der Adaption der *Filiation* durch die Musikwissenschaft finden sich diese Eigenheiten ebenfalls. Es wird sowohl das Konzept der Leitfehler in Form von Trenn- und Bindefehlern übernommen als auch die Beschreibung der Fehler anhand von Bewertungsmaßstäben, die sich insbesondere am Begriff der *Signifikanz* von Fehlern zeigen. Auch hier wird zunächst einmal die Signifikanz in Bezug auf die Wahrscheinlichkeit des unabhängig voneinander wiederholten Auftretens eines Fehlers wie auch dessen Korrigierbarkeit definiert:

„There can be no doubt that one of the most valid indications of source relationships at the level of the individual piece is offered by conjunctive and separative errors, provided that these are

<sup>77</sup> Maa57, S. 10.

<sup>78</sup> Vgl. Maa57, S. 10–11.

<sup>79</sup> Vgl. Maa57, S. 27–28.



significant errors, that is, ‘not such mistakes as two scribes are likely to make independently, or such as a scribe could easily remove by conjecture.’ Naturally, it is possible for an error to be both conjunctive and separative at the same time.“<sup>80</sup>

Feders Beschreibung fällt lediglich etwas detaillierter aus in Hinblick auf das Verhältnis von Binde- und Trennfehlern. Er bleibt dabei sehr viel näher als Atlas an Maas, indem er die jeweiligen Signifikanzkriterien jeweils nur einer Fehlergattung zuweist und auf die prinzipielle Unabhängigkeit dieser Kriterien hinweist:

„Beweiskräftig sind nur signifikante oder Leitfehler. Ein Fehler, der nicht zufällig mehrfach entstehen kann, ist ein Bindefehler; er bindet die Quellen, die ihn aufweisen [...]. Aber der Bindefehler ist nicht notwendigerweise unverbesserbar. [...] Anders bei einem Trennfehler. Ein Trennfehler ist ein solcher, der zwar vielleicht von mehreren Abschreibern oder Druckern gemacht, aber von keinem mehr richtig verbessert werden konnte [...]. Der Trennfehler trennt also die Quellen, die ihn aufweisen, von jenen, die nicht aufweisen. Die letzteren sind unabhängig von den ersteren.

Am brauchbarsten sind solche Fehler, die die nützlichen Eigenschaften beider Arten von Fehlern vereinigen: die also zufällig weder mehrmals gemacht noch jemals richtig verbessert werden konnten.“<sup>81</sup>

Auf die Beschaffenheit von Fehlern muss Feder allerdings nicht mehr eingehen, da er an diesem Punkt seiner Beschreibung der Methode bereits die qualitative Beschreibung von Varianten vorangestellt hat und hier nur noch substantielle Varianten berücksichtigt – also damit Abweichungen in

---

<sup>80</sup> Atl75, S. 42.

<sup>81</sup> Fed87, S. 62.

Tonhöhe und Tondauer meint. Dass Feder sich bei seinem Variantenbegriff argumentativ vor allem auf Musik nach 1600, die bereits in moderner Notation vorliegt, bezieht<sup>82</sup>, ist dabei aber ein wesentlicher Unterschied zu den Ausführungen Atlas', dessen Gegenstand Chansonniers des 15. Jahrhunderts sind. So stellt letzterer seinen Ausführungen keinen definierten Variantenbegriff voran, sondern gibt stattdessen auf die spezifischen Eigenschaften von mensural notierter Musik des 15. Jahrhunderts bezogene Kriterien zur Unterscheidung signifikanter von nicht-signifikanten Varianten an.<sup>83</sup> Er folgt dabei der Maßgabe, dass die Wahrscheinlichkeit eines unabhängigen Wiederauftretens möglichst auszuschließen sei. Dabei zeigen sich gegenstandsbedingt teilweise deutliche Unterschiede zu Feder.

Als *signifikant* beschreibt Atlas – zunächst analog zu Feder – insbesondere Varianten, die substantielle Unterschiede entweder in ihrer gesamten polyphonen Anlage oder der melodischen Linie einer einzelnen Stimme aufweisen, seien diese (letztere) nun besonders umfangreich oder auch völlig ohne klangliche Konsequenz.<sup>84</sup> Darüber hinaus nennt er aber noch weitere Beispiele signifikanter Varianten, beispielsweise das mehrfache Auftreten derselben *si placet*-Stimme, charakteristische Schreibungen in Textincipits, die jeweilige Komponistenzuschreibung im Falle widersprüchlicher Zuschreibungen, aber auch in der Anzahl der Seitenöffnungen und Seitenumbrüche der Stimmen.<sup>85</sup>

Als *nicht signifikant* bezeichnet Atlas verschiedene notationspezifische Charakteristika, die sehr gut unabhängig voneinander auftreten können. Dazu zählt er Varianten bezüglich stereotyper Kadenzformeln, Akzidentien, Schlüsselung – außer identischer Schlüsselwechsel –, Ligaturen, minor color,

---

<sup>82</sup> Siehe 2.1.

<sup>83</sup> Hier sei bemerkt, dass die Ausführungen Dumitrescus und van Berchums in Opposition hierzu zu verstehen sind. Siehe 2.1.

<sup>84</sup> Vgl. Atl75, S. 45.

<sup>85</sup> Vgl. Atl75, S. 46.

die Verwendung längerer Töne statt Tonwiederholungen oder umgekehrt sowie das Einfügen von Durchgangsnoten in Terzsprünge.<sup>86</sup>

In dieser Zusammenstellung der Kriterien signifikanter und nicht signifikanter Kriterien nach Atlas zeigen sich deutlich die Unterschiede zu Feders Konzept substantieller Varianten. Es werden Kriterien, die keine klanglichen Auswirkungen haben bzw. nicht einmal die Musiknotation an sich betreffen, Signifikanz zugeschrieben, während dies bei Abweichungen mit klanglichen Auswirkungen nicht immer der Fall ist. Zusammengefasst lässt sich bezüglich der visuellen Charakteristika sagen, dass Atlas Abweichungen, die die Notation an sich betreffen – wie beispielsweise Ligaturen – als nicht signifikant erachtet, während quellenspezifischen Eigenschaften, wie die Komponistenzuschreibung, die Seitenaufteilung oder die Schreibung der Textincipits, einen indikativen Wert zuspricht. Bezüglich der Abweichungen in Tonhöhe und Tondauer sind Atlas' Ausführungen uneinheitlich. Außer Frage steht die Signifikanz weitreichender musikalischer Unterschiede. Auch erweist sich die nicht ausreichende Signifikanz kleinerer Abweichungen, insbesondere bei Kadenzformeln, der Fragmentierung langer Noten bzw. der Zusammenfassung von Tonwiederholungen oder die Einfügung von Durchgangsnoten, soweit als naheliegend, als diese im Rahmen sängerischer Improvisation gesehen werden können. Widersprüchlich erscheint dagegen in diesem Zuge der indikative Wert melodischer Abweichungen ohne klangliche Auswirkungen, wie das Kürzen einer Note begleitet von einer eingefügten Pause um den entsprechenden Wert.<sup>87</sup> Auf mögliche Auswirkungen von Varianten auf die Interpretation des Textes geht Atlas nicht ein. Ebenso ist in Hinblick auf diese Einteilung die Entscheidungsgrundlage für die Nennung nicht signifikanter Eigenschaften als zwiespältig zu sehen:

---

<sup>86</sup> Atl75, S. 46–47.

<sup>87</sup> Siehe hierzu Beispiel 6: Atl75, S. 45.

„That the above types are not significant becomes evident when one recognizes that there are many instances in which two or more sources are demonstrably related on the ground that they share one or more significant variants or errors, but at the same time disagree with respect to their individual use of the above notational characteristics. There are also instances in which the reverse is true, that is, the sources agree with respect to the minor variants, but disagree with respect to important significant variants.“<sup>88</sup>

Um diese Vorgehensweise zusammenzufassen: Es kann festgehalten werden, dass zwei nicht miteinander vereinbare Muster an Gruppierungen von Quellen basierend auf deren Abweichungen einander gegenüberstehen, die letztlich gegeneinander aufgewogen werden müssen, um zu einer eindeutigen Entscheidung zu kommen. Sofern dies pauschal erfolgt, ohne eine detaillierte Charakterisierung der zur Debatte stehenden Varianten, ist ein derartiges Verfahren fragwürdig. Die Argumentation, bestimmte Abweichungen als insignifikant zu betrachten, weil sie dem Verteilungsmuster signifikanter Varianten widersprechen, birgt das Risiko einer Tautologie. Lediglich durch die Beschränkung derartiger Entscheidungswege auf Einzelfälle, bei denen klare Unterschiede im Ausmaß der jeweiligen Abweichungen auszumachen sind, kann dieses Risiko minimiert werden. Darüber hinaus bedarf es einer externen Informationsbasis, sollen generalisierbare Aussagen getroffen werden. Ebenso ist es noch möglich, Aussagen über Tendenzen zu treffen, die aber dennoch stets eine sorgfältige Einzelprüfung erfordern. Dies fordert Atlas selbst, auch wenn sich der Verdacht des Zirkelschlusses nicht gänzlich ausräumen lässt:

„While we must evaluate the nature of each variant carefully before deciding if it is significant or not, our own experience—

---

<sup>88</sup> Atl175, S. 47.

based on the collation of almost two hundred and fifty chansons— has led us to regard certain types of variants as being always significant, while others are always insignificant.“<sup>89</sup>

Deutlich wird in jedem Fall, dass die von Maas genannten Qualitätskriterien für Leitfehler, letztlich die sicherste Möglichkeit bieten, ein notwendiges Signifikanzniveau zu formulieren. Die jeweilige hierzu erforderliche Beschaffenheit hängt darüber hinaus nicht nur vom jeweiligen Gegenstand ab, sondern erfordert auch eine sorgsame Einzelfallbetrachtung. Grundsätzliche Aussagen über die Signifikanz bestimmter Varianten bergen dagegen immer das Risiko unzulässiger Schlussfolgerungen, wenn diese tautologisch erfolgen oder nicht auf ein bestimmtes Repertoire übertragbar sind.

Den hohen Wert der Einzelfallbetrachtung, wie auch die Beurteilung der Beziehung von Textzeugen basierend auf der Evaluierung signifikanter Leitfehler, lässt sich im Kontext der untersuchten Forschungsliteratur als zentral ansehen. Als besonders pointierte Äußerung hierzu sei ein Statement von Margeret Bent angeführt:

„It has often been said that manuscripts – and variants – should be weighed and not counted. Statistcal counts of readings tell us nothing unless it is clear that the versions are stemmatically independent. However, although the strongest evidence for relating sources comes from variants that are not only shared but ‚significant‘ (that is, variants not likely to be arrived at independently by two scribes)“.<sup>90</sup>

**Modelle und Strategien zur Etablierung direktonaler Beziehungen** Basierend auf dem Auffinden sowie dem Vergleich und der Bewertung von Varianten ist zur Entwicklung eines Stemmas auch die Etablierung

---

<sup>89</sup> Atl75, S. 45.

<sup>90</sup> Ben81, S. 307.

direktionaler Beziehungen zwischen den einzelnen Textzeugen notwendig. Auch hierzu gibt es Strategien, die neben der bloßen variantenbedingten Gruppierung von Textzeugen insbesondere klären müssen, durch welche Faktoren sich die Richtung der Abhängigkeit ergibt. Deutlich wird, dass Maas sich nur am Rande mit der Frage nach der Direktionalität von Beziehungen im Stemma beschäftigt. Hauptsächlich wird die Frage implizit geklärt. So konstituiert sich die Beziehung zweier Textzeugen nach Maas vor allem durch das Muster der Fehler, beispielsweise indem ein Textzeuge alle Fehler eines anderen zeigt und darüber hinaus mindestens einen zusätzlichen Fehler.<sup>91</sup> In diesem Fall ist sowohl die direkte Beziehung der beiden Zeugen angezeigt, aber auch die Richtung der Abhängigkeit aufgrund des Maßes an Übereinstimmung in falschen Lesarten. In der weiteren Auswahl der Lesarten im Zuge der Rekonstruktion sind diese abhängigen Lesarten dann nicht weiter zu berücksichtigen – *eliminatio codicum descriptorum*.<sup>92</sup> Davon abzugrenzen ist die indirekte Beziehung zweier Textzeugen nach Maas. Hier konstituiert die bei beiden übereinstimmende Abweichung gegenüber weiteren Textzeugen eine Beziehung. Diese kann aber nicht direkt sein, da beide Textzeugen jeweils über eigene – nicht in Übereinstimmung zu bringende – Abweichungen verfügen. Sind in dieser Weise mindestens drei Textzeugen miteinander indirekt verbunden, ergibt sich bei der Rekonstruktion die Eliminierung der vereinzelt Lesungen – *eliminatio lectionum singularium*.

Auch Feder nennt die *Eliminatio* als die beiden Grundsätze, die zur Lesartenauswahl führen<sup>93</sup>, konkretisiert diese aber nicht weiter. Margaret Bent wiederum konkretisiert – gerade auch in Bezug auf spätmittelalterliche Polyphonie – Ansätze zur Konstituierung von Beziehungen zwischen Textzeugen, die nicht unmittelbar auf der Basis der Eliminierung ‚wertloser‘

---

<sup>91</sup> Vgl. Maa57, S. 6.

<sup>92</sup> Vgl. Maa57, S. 5.

<sup>93</sup> Vgl. Fed87, S. 63–64.

Lesarten in Bezug auf die Rekonstruktion eines Archetypus argumentieren. Vielmehr geht sie von den Grundprinzipien aus, die auch bei Maas etabliert werden, konkretisiert diese aber und grenzt dabei auch *direktionale* Beziehungen von *direkten* Abhängigkeitsbeziehungen ab:

„A directional or filial relationship may exist if all omissions and errors of the exemplar are transmitted to the copy and no more than about half of its ambiguities correctly resolved. The extent to which allowance should be made for scribal initiative will depend on the picture of that scribe’s habit yielded by his other work. Allowing for this factor, there should be nothing correct in the copy that is wrong in the exemplar. Any further errors or omissions in the copy should not be such as could derive from another extant source.

In order to demonstrate that such a relationship is not merely directional but also direct, further evidence must be present, such as the reproduction of calligraphic idiosyncrasies, details (not necessarily errors) relating to the physical layout and notably associated with line ends, clef changes and accidental placing. (To copy a passage in a different clef is not to miscopy it, but the chances of pitch error by a third in the affected portion will be greatly increased.)“<sup>94</sup>

Deutlich wird, insbesondere in Bezug auf die zuvor betrachteten Ausführungen Atlas’, zum einen die Miteinbeziehung von Schreibergewohnheiten in die Bewertung der Beziehung, auch wenn diese nicht als signifikant erachtet werden. Es kann vielmehr festgehalten werden, dass derartigen nicht signifikanten Schreibereigenheiten nicht die Fähigkeit zugesprochen wird, Beziehungen zu konstituieren. Allerdings sind sie, nach Maßgabe Bents, notwendig, um darüber hinaus direkte Abhängigkeiten zu diagnostizieren.

---

<sup>94</sup> Ben81, S. 306–307.

Einen ähnlichen Ansatz vertritt auch Feder in Bezug auf „akzidentielle Textbestandteile“.<sup>95</sup>

Zum anderen zeigt sich die Relevanz des konkreten Schriftbildes einer Quelle auch in anderer Hinsicht, vielmehr auf den physischen Zustand bezogen. So bewertet Bent nicht nur die bloßen Abweichungen in Hinblick auf eine mögliche Beziehung, sondern berücksichtigt auch die mögliche Folgewirkung von Ambiguitäten. Wie sie allerdings hierbei zu einem Richtwert der korrekt geklärten Ambiguitäten kommt, wird nicht deutlich. Die hohe Beweiskraft solcher Passagen ist dabei nicht nur ein rein musikbezogenes Phänomen. Auch Maas erwähnt zusätzliche Möglichkeiten, durch die eine Abhängigkeit nachweisbar ist.<sup>96</sup> So weist er darauf hin, dass beispielsweise im Fall der mechanischen Beschädigung einer Vorlage, diese als offenkundige Ursache für Auslassungen in Abschriften ausgemacht werden könne. Da im Falle der Überlieferung von Musik Ambiguitäten notationsbedingt als recht häufig erachtet werden können, ist hier die Entwicklung von Strategien ausgehend von mehrdeutigen Lesarten naheliegend. Als weitere Möglichkeit eines externen Nachweises für die Abhängigkeit von Quellen nennt Maas zudem auch den Rückgriff auf die Altersbestimmung der Quellen anhand von Schriftuntersuchungen. Während aber Atlas die chronologische Abgrenzbarkeit der Quellen voneinander, ebenso wie das Wissen über deren zeitliche Reihenfolge, als Voraussetzung für die Anwendung der Methode nennt<sup>97</sup>, wird diese Möglichkeit von Bent aufgrund der verhältnismäßig kurzen Überlieferungszeiträume ausgeschlossen.<sup>98</sup>

Ist eine Zuhilfenahme externer Informationsquellen zur Konstituierung von Beziehungen zwischen Quellen nicht möglich, werden die Folgen der Implikationen über den Prozess von Kopie und Überlieferung, welche

---

<sup>95</sup> Vgl. Fed87, S. 65.

<sup>96</sup> Vgl. Maa57, S. 6.

<sup>97</sup> Vgl. Atl75, S. 47.

<sup>98</sup> Siehe hierzu 2.2.1.



die Stematologie mit sich bringt, besonders virulent. So muss in aller Deutlichkeit konstatiert werden, dass einer Bewertung der Beziehungen unter Textzeugen basierend auf dem Zuwachsen von Reproduktionsfehlern die Annahme zugrunde liegt, dass Überlieferung ein degenerativer Prozess ist. Dass eine derartige Konnotation nicht unbedingt notwendig impliziert sein muss, erschließt sich von selbst, insbesondere wenn das Augenmerk weg von der Terminologie gelenkt wird. Denn in der Basis geht das Modell des Stemmas zunächst von einem Ursprung aus, auf dem alle weitere Überlieferung beruht. Zusätzlich wird der Kopierprozess als prinzipiell anfällig für eine Vielzahl an Störungen betrachtet, die dazu führen, dass dieser Ursprungszustand nicht erhalten bleibt.<sup>99</sup>

Insbesondere im Rahmen von Maas' Ausführungen zur *Examinatio* lässt sich bereits das Potenzial einer Überbewertung dieser Implikationen beobachten.<sup>100</sup> Um basierend auf einer *Recensio*, die nicht zu einem eindeutigen Ergebnis geführt hat, zwischen Varianten unterscheiden zu können, legt er Grundlagen für einen editorischen Entscheidungsprozess, indem er zum einen Qualitätskriterien einer Überlieferung und zum anderen Strategien zu deren weiteren Behandlung bereitstellt. Seine Wortwahl ist dabei recht deutlich, wenn er von Verderbnissen einer Überlieferung spricht und eine Überlieferung als „die beste ausdenkbare oder als gleichwertig mit anderen ausdenkbaren oder als schlechter als eine andere ausdenkbare aber doch erträglich, oder als unerträglich“ bezeichnet.<sup>101</sup> Während er darauf hinweist, dass als Bewertungskriterien sowohl inhaltliche als auch stilistische Maßstäbe heranzuziehen sind, hebt er hervor, dass sich ein Archetypus, der sich „als völlig frei von Verderbnissen [erweist]“, das Original sein kann.<sup>102</sup> Wird dieser Gedanke verfolgt, ist die methodische Definition des Originals fest mit dem Begriff der *Verderbnis* verbunden.

---

<sup>99</sup> Siehe hierzu wiederum 2.2.1.

<sup>100</sup> Vgl. zu den folgenden Ausführungen Maa57, S. 9–15.

<sup>101</sup> Maa57, S. 10.

<sup>102</sup> Maa57, S. 10.

Außerdem erläutert Maas die Notwendigkeit, verdorbene Überlieferung zu heilen, indem Anomalien zu beseitigen sind, sei es durch *divinatio* oder *selectio*. Hierzu soll „in erster Linie die stilistisch und sachlich bessere [gewählt werden], in zweiter diejenige, durch die die Entstehung der Verderbnis am leichtesten begreiflich wird“.<sup>103</sup> Die in diesem Zuge erläuterten Erwägungen umfassen sowohl systematische Strategien, wie die Typologisierung von Anomalien und deren Häufungen sowie die Einschätzung dieser auf Basis überlieferungsgeschichtlicher Einschätzungen. Insbesondere die Betonung des Wertes systematischer Studien hierzu ist nicht von der Hand zu weisen. Als potenziell problematisch zu nennen ist aber Maas’ Hinweis auf den Faktor der „Trivialisierung“. Zwar erscheint es sinnvoll, auf psychologische Erwägungen bei der Typologisierung von „Verderbnissen“ zurückzugreifen, allerdings verbindet die Rechtfertigung, die *lectio difficilior* – die schwierigere Lesart –, zu bevorzugen<sup>104</sup>, mit dem Begriff der Verderbnis einen gewissen Qualitätsanspruch, der das Prinzip der Degeneration deutlich hervortreten lässt. Feder geht sogar so weit, die Bevorzugung der *lectio difficilior* zu einem „Haupt Gesichtspunkt bei der editorischen Interpretation von Varianten“ zu erklären, denn diese sei „vermutlich die echte, und meist ist sie auch die schönere“, da, wie er schildert, „die Normalität und Gleichförmigkeit der einzelnen Stellen innerhalb einer Komposition ständig zu [nimmt]“.<sup>105</sup>

Deutliche Schwierigkeiten bereitet die Implikation dieses Prinzips im Falle von *Interpolationen*, dem Auftreten bewusster Eingriffe. Da Maas’ Modell bisher auf versehentlichen Änderungen beruhte, weist er ausdrücklich darauf hin, dass so die „dornigsten Probleme“ entstehen.<sup>106</sup> Auch Feder, der grundsätzlich von einem mechanischen Überlieferungsprozess ausgeht, hebt diese Schwierigkeit hervor. Wie Maas ist er der Meinung, dass diese

<sup>103</sup> Maa57, S. 11.

<sup>104</sup> Vgl. Maa57, S. 11.

<sup>105</sup> Fed94, S. 213.

<sup>106</sup> Vgl. Maa57, S. 12.

Fälle „etwas Einleuchtendes an sich haben können, ohne echt zu sein“. <sup>107</sup> Dass diese gedankliche Beschränkung auf einen mechanischen Kopierprozess, der lediglich für versehentliche Fehler anfällig ist, sich allerdings als problematisch erweist, zeigt bereits die Vielzahl an möglichen Szenarien, wie sie beispielsweise Margaret Bent aufzählt. <sup>108</sup> Dass es in diesem Zuge zwangsläufig problematisch ist, eine *Verderbnis* mit einem *Fehler* gleichzusetzen, zeigt sich deutlich. Während bisher nur eine unterschiedliche Beschreibung des Begriffes *Fehler* im Raum stand, wird nun deutlich, dass dieser terminologischen Diskussion nun auch der Begriff der *Verderbnis*, bzw. Korruption, hinzugefügt werden muss. So macht auch Noblitt diesen Themenkomplex in seinen Ausführungen deutlich:

„From this self-evident observation it follows that the apparent lack of errors in a source is no insurance against textual corruption.[...] If a source is relatively free from obvious errors, it may be because it has been frequently edited. It is only through collation that it is possible to isolate some of those passages and only through filiation that we are able to remove certain of the corruptions.

In reflecting on the question of textual corruptions, it is worthwhile to consider how they arose in the first place. I see two possible explanations: either (1) they originated from attempts to correct recognized errors, or (2) they came about as a result of deliberate tampering with the text in an effort to ‚improve‘ it. In endeavoring to correct an error in his source, one could take either of two approaches: he could simply guess what the composer might have written.“ <sup>109</sup>

---

<sup>107</sup> Vgl. Fed87, S. 64.

<sup>108</sup> Siehe hierzu 2.2.1.

<sup>109</sup> Nob83, S. 118.

Wie weit die Interpretation in Einzelfallbetrachtungen zu solchen Interpolationen reichen, zeigt der Ansatz von Martin Just, in dessen Kontext auch der oben vorgestellte Fehlerbegriff von zentraler Bedeutung ist.<sup>110</sup> Da die Recensio von Musik um 1500 häufig zu einander gegenüberstehenden Variantenträgern führt, bespricht er Strategien der Variantenbeurteilung im Rahmen der Examinatio. Kern seiner Ausführungen liegt in der detaillierten Einzelfallbetrachtung kurzer Stücke, die in wenigen Quellen überliefert sind, speziell der Genese konkreter Varianten. Der bereits ausgeführte Fehlerbegriff ist insofern von zentraler Bedeutung, dass es Just in seinem Analysegang insbesondere um die Verbesserung bestehender Fehler der Vorlage geht. In seiner Prüfung geht es darum, zu „eruiere, welche der Fassungen die ursprünglich gemeinte sein könnte, oder ob der Autor selbst das Ganze revidiert hat“.<sup>111</sup> Deutlich wird im Rahmen der Betrachtung der Einzelfälle, wie stark die Argumentation auf satztechnischen Qualitätsmaßstäben und Plausibilität beruht. Zentral ist hierbei eine deutliche Unterscheidung von Fehlern und gleichberechtigten Varianten.<sup>112</sup> Sein genetischer Erklärungsansatz führt so weit, dass Bindefehler selbst dann identifiziert werden, wenn Quellen nicht an einer Stelle übereinstimmen, indem eine Korrektur dieses Fehlers angenommen wird.<sup>113</sup> Auch zeigt sich, dass er der Maßgabe *recentiores non deteriores* besonders hohes Gewicht einräumt.<sup>114</sup> Ergebnis seiner, wie er betont nicht-systematischen Betrachtungen<sup>115</sup>, ist die Erkenntnis, dass „stärker als bisher für möglich gehalten, an einem Werk weitergearbeitet“ wurde.<sup>116</sup> Ebenso zeigt er spezifische Eigenarten der Notation in Einzelstimmen auf. Während Schreiber den Stimmverlauf änderten oder rhythmische Fehler ausglich, wurden selbst

---

<sup>110</sup> Jus83.

<sup>111</sup> Jus83, S. 130.

<sup>112</sup> Vgl. Jus83, S. 132, 134, 138, 140, 142, 148.

<sup>113</sup> Vgl. Jus83, S. 132.

<sup>114</sup> Vgl. Jus83, S. 137.

<sup>115</sup> Vgl. Jus83, S. 131.

<sup>116</sup> Jus83, S. 150.

gravierende Tonhöhenfehler nur selten korrigiert. Sein pointiertes Fazit zum Umgang mit Vorlagenfehlern führt die bisherigen Ausführungen zum Kopierprozess weiter und zeigt mögliche Auswirkungen seiner spezifischen Eigenheiten auf:

„[D]er rhythmische Fehler ist leichter zu erkennen und auszugleichen, allerdings sehr schwer in die ursprüngliche Version, weil er sich in den meisten Fällen nicht sofort bemerkbar macht, d. h. eine Abweichung, sei sie fehlerhaft oder einwandfrei, bleibt in der Regel zurück. Der Tonhöhenfehler ist für den Schreiber schwerer, nur unter bestimmten Voraussetzungen zu erkennen; wenn er ihn aber bemerkt, dann ist die Chance, bei der Korrektur den richtigen Ton wieder zu finden, sehr viel größer, der Fehler kann also vollständig wieder verschwinden.“<sup>117</sup>

Dass er hierbei die Änderungen der Schreiber als Änderungen „zu typischen Modellen, Kadenzfloskeln oder anderen Figuren“<sup>118</sup> beschreibt, zeigt deutlich das vorherrschende Paradigma der allmählichen Trivialisierung innerhalb einer Überlieferung. Trotzdem zeigt Just in seinen Ausführungen auch den großen Einfluss des Wandels musikalischer Vorstellungen, der sich in Modernisierungen und Adaptionen zeigt, z. B. in Form von melodischen oder harmonischen Glättungen.<sup>119</sup>

Zum Schluss seiner Ausführungen weist auch Just deutlich auf die Notwendigkeit hin, die er der Betrachtung individueller Faktoren beimisst. Auch wenn er einen Wert in der „Beobachtung sich wiederholender Erscheinungen“ sieht, konstatiert er dennoch, dass „das Urteil über eine Variante oder eine verderbte Stelle sich nicht allein auf Statistik und Parallelfälle berufen darf. Es muß die individuellen Faktoren einkalkulieren und interpretieren.“<sup>120</sup>

---

<sup>117</sup> Jus83, S. 150.

<sup>118</sup> Jus83, S. 150.

<sup>119</sup> Vgl. Jus83, S. 150–151.

<sup>120</sup> Jus83, S. 151.

Damit weisen Justs Ausführungen, wenn es um die Genese von Varianten geht, zunächst auf ein Konzept von wesentlicher Bedeutung für die Frage der Direktionalität von Abhängigkeiten zwischen Textzeugen. Die Abfolge von satztechnisch relevanten Fehlern und deren Korrektur im Laufe des Überlieferungsprozesses, wie auch die offenbar unterschiedliche Qualität von Tonhöhenfehlern und rhythmischen Fehlern aufgrund der spezifischen Notationssituation, bieten ein Modell im Umgang mit Interpolationen, das so in den Grundzügen der Methode nach Maas bereits vorhanden ist und sich nun auch im Rahmen des Umgangs mit Musik um 1500 als nützlich erweist. Einen ähnlich qualitativen Ansatz in der Einzelbetrachtung von Varianten verfolgt auch Margaret Bent, die den Wert der qualitativen Betrachtung von Varianten für die Bestimmung des Beziehungsgrades erkennt:

„A clear perspective should also be maintained on the distinction between agreements, variants, errors and ambiguities. Ambiguities may be immediately apparent as such; readings which differ or agree between sources can be established by comparison. But the distinction between plausible variants and errors is crucial to directional relationships, and errors must be carefully evaluated before source dependency can be claimed.“<sup>121</sup>

Zusätzlich ist auch Justs Vorgehen als zutiefst hermeneutisch zu charakterisieren, was, insofern er keine systematischen Schlüsse ableiten möchte, nicht zu ähnlichen methodischen Schwierigkeiten führt, wie sie die Betrachtungen von Atlas' Signifikanzbegriff ergeben. Dennoch zeigt sich bereits in der zusammenfassenden Betrachtung seiner Arbeit, wie stark ein Paradigma der allmählichen Trivialisierung vorherrscht. Auch wenn seine Ausführungen bei weitem nicht so polemisch die Gestalt der textkritischen Arbeit in den Fokus rückt, wie Feder es tut, lässt sich an dieser Stelle Justs Ansatz

---

<sup>121</sup> Ben81, S. 307.

sehr wohl mit den Positionen Feders vergleichen. Die deutliche Betonung der hermeneutischen Arbeit und des Wertes signifikanter Einzelfälle ist aber, wie bereits die Ausführungen zum Konzept der Signifikanz und der Direktionalität zeigen, eine grundsätzliche Tendenz in der Filiation von Musik. Tatsächlich lässt sich eine Schilderung Feders als symptomatisch anführen:

„Wo der Versuch der Filiation zu keinem Ergebnis oder diese selbst zum Ergebnis der Gleichrangigkeit von zwei oder mehr Varianten führt, hilft die Kenntnis des usus scribendi, nämlich der Notierungsgewohnheit des Komponisten und womöglich auch des Druckers oder Kopisten weiter. Letztlich jedoch entscheidet das durch die zunehmende Kenntnis beglaubigter Lesarten geschulte Geschmacksurteil, ohne das im Grunde schon die Filiation nicht auskommt.“<sup>122</sup>

Wie weit sich dieses Bild im Rahmen der Betrachtung von Argumentationsgängen konkretisieren oder relativieren mag, wird sich im weiteren Verlauf deutlicher zeigen. Zunächst einmal sollen noch weitere Aspekte vorgestellt werden, die insbesondere für die Beschäftigung mit der Musik des 15. und 16. Jahrhunderts zentral sind.

### **2.2.3 Spezielle Aspekte zur Musik des 15. und 16. Jahrhunderts**

Einige spezielle Aspekte, die die Musik des 15. und 16. Jahrhunderts in Hinblick auf die textkritische Arbeit auszeichnen, sind im Verlauf bereits thematisiert worden, da sich gerade an diesen immer wieder methodenspezifische Diskussionen entzünden. Da sich diese wiederum aber nur schwer von den grundlegenden Ausführungen trennen lassen, ist ein gewisses Maß

---

<sup>122</sup> Fed94, S. 208.

an Redundanz nicht vollständig zu vermeiden. Bevor nun zwei weitere Besonderheiten für die Filiation der Musik des späten Mittelalters, die auch wesentlicher Teil der methodenspezifischen Auseinandersetzungen sind, ins Zentrum der Betrachtungen gerückt werden, soll an dieser Stelle mit einem Resumée begonnen werden:

„There are three critical problems that arise in attempting a stemmatic study of early musical sources, and one other which plagues such study in most fields: the three seem to me to be (1) the small size of most individual pieces (even in the case of whole Masses), resulting in relatively little evidence; (2) the fact that most surviving sources were probably copied from more than one exemplar; (3) the possible confusion between editorial and accidental changes to both substantive and non-substantive elements of the text.“<sup>123</sup>

Einer der wesentlichen Faktoren, die relative Kürze der Stücke, die überliefert werden, wird oft als nachteilig für die Filiation spätmittelalterlicher Musik genannt. Das von Boorman in diesem Fall genannte Problem der häufigen Kontamination von Quellen wurde im bisherigen Kontext nicht explizit betrachtet. Doch kann hier vielleicht das wiederholte Insistieren auf der Notwendigkeit einer vertikalen Überlieferung als symptomatisch betrachtet werden. Dass die Kontamination einer Überlieferung auch außerhalb der Musik des 15. und 16. Jahrhunderts ein relevantes Problem ist, merkt nicht nur Boorman selbst an, sondern zeigt sich auch daran, dass Maas in seinen Ausführungen darauf detaillierter eingeht.<sup>124</sup> Letztlich ist es aber so, dass die vertikale Überlieferung nicht einfach eine Voraussetzung, sondern vor allem eine Vorannahme des Verfahrens darstellt. So ist es problemlos möglich, zunächst so lange von einer Überlieferung auszugehen,

---

<sup>123</sup> Boo81a, S. 320–321.

<sup>124</sup> Vgl. Boo81a, S. 320–321; Maa57, S. 8–9, 14.



die nicht kontaminiert ist, bis klare Indizien gegen diese Annahme sprechen. Da ein wesentlicher Teil des angenommenen Modells der Musiküberlieferung auf der Annahme hoch mobiler Einzelmanuskripte sowie hohen Quellenverlusten beruht, ist außerdem von einer Dunkelziffer auszugehen. Dass erkennbare Kontamination für die Musiküberlieferung des 15. und 16. Jahrhunderts auf jeden Fall von Relevanz ist, zeigt sich vereinzelt in der Methodendiskussion.<sup>125</sup>

Charakteristisch für die Überlieferungssituation ist ferner, wie insbesondere die Eingriffe durch Schreiber zeigen, die Notation in Einzelstimmen:

„In some ways, musical notation is less subject than verbal text to serendipitous, correct scribal emendation; music does not ‚make sense‘ horizontally in quite the same way as do words. Polyphony offers the opportunity for setting up objective criteria for musical sense; vertical corroboration of sense or correctness is not available to the scribe at the time of copying each individual part (unless by memory [...]). Thus, whereas the text scribe is in a position to understand and control what he is copying, perhaps making spontaneous emendations as he proceeds, the music scribe, unless he knows the piece, will know that certain kinds of initiative, applied to individual parts, would have consequences for the whole texture, and is less likely to make them, not being at that moment in control of the other parts.“<sup>126</sup>

So argumentiert Bent in diesem Zusammenhang ähnlich wie Just für den speziellen Charakter dieser Überlieferungssituation, in der ein mechanischer Kopierprozess die logischen Zusammenhänge des Inhalts nicht vollständig verfügbar macht. Zudem zeigen Justs Ausführungen, dass hierdurch ein

---

<sup>125</sup> Vgl. beispielsweise Atl75, S. 47.

<sup>126</sup> Ben81, S. 304.

spezielles inhaltliches Fehlerpotenzial besteht, aber sich auch ein spezifisches Bild redaktioneller Eingriffe ergibt.

Die Notation in Einzelstimmen ist aber nicht nur ein Charakteristikum der Überlieferungssituation, sondern auch der Musiknotation an sich. So ist für die Filiation von Musik vor 1600 auch diese als wesentlich zu bezeichnen. Dass den Gegebenheiten des Mediums zu entsprechen ist, erscheint von vornherein selbstevident, auch im Rahmen der Filiation, da der Vergleich von Texten immer an deren jeweilige Überlieferungsform gebunden ist und sich damit inhaltliche Zusammenhänge innerhalb dieses Mediums manifestieren. Einen speziellen Rang nimmt die Frage der Notation im Rahmen der Edition von Musik vor 1600 gerade in Hinblick auf die Perspektive ein. So ist es üblich, in der Edition eben dieses Medium zu ändern und den Text in moderne Musiknotation zu übersetzen, um sie so zugänglich zu machen. Gleichzeitig ist damit aber auch der Verstehensprozess im Rahmen der textkritischen Arbeit durch das gegenwärtige Musikverständnis und die stetige Übersetzung von einem System in das andere geprägt. Dass dieser Prozess der Transliteration ein paradoxer Zustand ist, stellt auch Oliver Huck fest:

„Lassen sich stemmatologisch verwertbare ‚Fehler‘ in der Musik gerade im graphischen Bereich fassen (z. B. Caudierung von uncaudierten Semibreven, überzählige oder fehlende Divisionspunkte und Ligaturen bei gleicher Tonhöhe), so werden diese Informationen einem idealen, in moderne Notation übertragenen Text höchstens mittelbar sichtbar. Umgekehrt werden Bedeutungsnuancen bei einer diplomatischen Wiedergabe aller Textzeugen gerade nicht sichtbar: Unterschiedliche Zeichen, die aus einer unterschiedlichen Notationspraxis (vgl. etwa die Brevis/Longa-Notation bei *ottonaria* und *duodena-ria*) resultieren, führen nicht zwingend zu Bedeutungsverän-

derungen, sondern vor allem zu einer Flut von redundanten Informationen.“<sup>127</sup>

**Schreibergewohnheiten** Das letzte der drei Probleme, die Boorman nennt, betrifft hauptsächlich die Frage der Signifikanz. Obwohl dieses bereits angerissen wurde, zeigt Boormans Formulierung die Schwierigkeit bei der Beurteilung von Varianten in Hinblick auf deren Wert für ein Stemma. So zeigen die vorangegangenen Ausführungen zum einen die Einigkeit darüber, dass die Signifikanz einer Variante ein zentrales Bewertungskriterium ist, zum anderen aber, wie komplex sich die Benennung inhaltlicher Maßstäbe darstellt. Da zudem deutlich wurde, dass sich derartige Kriterien immer nach Gegenstand und Gestalt der Überlieferung richten müssen, ist die Auseinandersetzung darüber, wie Signifikanz zu bemessen ist, eine Frage, die im Lichte der Diskussion relevanter Aspekte der Musik des 15. und 16. Jahrhunderts zu führen ist.

Bisher nur am Rande betrachtet wurde der Einfluss der Notationsgeschichte und der Schreibergewohnheiten. Es darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die Notation sowohl raschen Wandlungsprozessen als auch regionalen Unterschieden unterworfen ist, die sich mit Phänomenen wie Jargon und Dialekt vergleichen lassen.<sup>128</sup> Ein weiteres notationspezifisches Phänomen, das Boorman nennt, sind graphische Unterschiede, die keine oder nur sehr geringe musikalische Auswirkungen haben, so genannte „spelling variants“. Sie scheinen zumeist zufälliger Natur zu sein und wurden wohl auch wegen ihrer visuellen Erscheinung genutzt, auch wenn es womöglich Indizien für eine weitergehende Relevanz in Bezug auf Akzentuierung und Artikulation geben mag.<sup>129</sup> Ein weiteres Phänomen, dass derart häufig auftritt, dass es als charakteristisch gelten kann, ist das Auftreten von „minor performing changes“, Varianten der Ornamentierung, Akzidentien oder ähnlichem, die

---

<sup>128</sup> Vgl. Boo81b, S. 170–171.

<sup>129</sup> Vgl. Boo81b, S. 171–172.

über die Textzeugen eines Werkes selbst innerhalb desselben Zweiges eines Stemmas hinweg kaum konstant bleiben.<sup>130</sup> Diese zahlreichen Unterschiede werden üblicherweise unter dem Begriff *Schreibergewohnheiten* subsumiert. Boorman erläutert an anderer Stelle ausführlicher, welche vielfältigen Phänomene darunter zu verstehen sind:

„The term ‘scribal habit’ covers several things: there is a range of practices of spelling, notation or underlay, for example, that are peculiar to the individual; there is the range proper to his locality and time – what one might call dialect; and there is the range of required changes peculiar to his place of employment. All these are bound up, almost inextricably, with one another and are further confused by the occasional errors and lapses from consistency that are failings of all scribes. However, there will normally be a consistent enough picture for the student to be able to deduce a great deal about the scribe’s habits, conscious or unconscious or, more often, only partly conscious.“<sup>131</sup>

Der Nutzen, den die gezielte Untersuchung von Schreibergewohnheiten haben kann, wird in der Methodendiskussion unterschiedlich bewertet. Bereits in Bezug auf den Signifikanzbegriff, wie er beispielsweise bei Atlas verwendet wird, zeigt sich, dass Schreibergewohnheiten nur eine geringfügige Bedeutung zugesprochen wird. Zwar werden nicht musikbezogene Gewohnheiten wie Schreibweisen in Textincipits eine Signifikanz zugesprochen, aber notationspezifische Varianten werden explizit als nicht signifikant behandelt.

---

<sup>130</sup> Vgl. Boo81b, S. 173.

<sup>131</sup> Boo81a, S. 325.

Ebenso schätzt Thomas Noblitt den Wert der Untersuchung für die Filiation als gering ein und sieht ein mögliches Interesse unter anderen Aspekten:

„The readings of individual sources are, of course, not without interest. They belong, it seems to me, more to the domain of *Aufführungspraxis* than to the editing of texts, for they inform us how, from a textual standpoint, a particular work was performed in a given location and at a certain time. They are part of the history of the transmission of a text and can also shed light on how texts were altered and corrupted. But, of themselves, they cannot tell us what the composer intended.“<sup>132</sup>

Margeret Bent macht zunächst den Nutzen der Überlieferung in Form von Anthologien für die Bewertung von Schreibergewohnheiten deutlich. Sie weist insbesondere in Hinblick auf die zuvor von ihr vorgenommene Typologisierung des Kopierprozesses<sup>133</sup> darauf hin, dass die Analyse notwendig ist, um sich ein vollständiges Bild von der Arbeit eines Schreibers zu machen. Dieses Wissen könne dann in der Examinatio von speziellem Nutzen sein, beispielsweise in der Bearbeitung von Unica innerhalb des Werkes eines Schreibers, aber auch um Rückschlüsse auf das Exemplar des Schreibers zu ziehen.<sup>134</sup> Dennoch, wenn sie im weiteren Verlauf ihrer Ausführungen auf verschiedene editorische Konzepte und den Prozess der Transliteration in der Edition Alter Musik zu sprechen kommt, wird deutlich, dass sie die Prinzipien der Filiation nur in Bezug auf Tonhöhen und Rhythmus – die als substantiell bezeichneten Varianten – anwendet:

„In practice, the modern editor may be able to ‘de-edit’ a source. Changes may have been made to the structure, scoring, text underlay and mensurations in such a way that the original

---

<sup>132</sup> Nob83, S. 123.

<sup>133</sup> Siehe 2.2.1.

<sup>134</sup> Vgl. Ben81, S. 310–311.

written form can be reconstructed with confidence, by analogy with similar compositions and with knowledge of the regional differences that prompted the changes. The editor may then be able to apply text-critical principles to the recovery of pitches and rhythms, establishing dependencies, evaluating alternatives, making emendations. Finally, he will be faced with a variety of evidence at the level of scribal and performing freedom, concerning ligaturing, ornament, *ficta*, underlay. It is only at this level, I suggest, that a copy text may be useful and that a relatively arbitrary decision to follow one source for the majority of such details is justified.“<sup>135</sup>

Lediglich bei Stanley Boorman nimmt die Untersuchung von Schreiber-  
gewohnheiten eine zentrale Position ein. Er verknüpft damit das für ihn  
drängendste Problem bei der Filiation von Musik vor 1600: Die Frage  
danach, wieso Varianten entstehen und woher diese stammen. Nur in den  
wenigsten Fällen, so Boorman, ließen sich Varianten tatsächlich in ihrer  
Entstehung erklären. In den meisten Fällen aber werden diese entweder als  
zufällig – durch den Schreiber entstandene – oder als signifikante Variante  
basierend auf einer verlorenen Vorlage klassifiziert.<sup>136</sup> Dabei, so folgert er  
weiter, sei gerade das Wissen um die Entstehungsumstände von Varianten  
notwendig zur Konstruktion von *Stemmata* und der Auswahl von Lesarten:

„For as long as variants have to be described either as random-  
and-non-significant or as significant-and-related-to-the-exemplar,  
we will continue to get little further, either in attempts at recon-  
structing readings or in essays at constructing *stemmata*. The  
situation will continue in which sources are merely grouped into  
families without further distinction, or else many hypothetical

---

<sup>135</sup> Ben81, S. 315.

<sup>136</sup> Boo81a, S. 321–322.

sources and cross-fertilisations will be produced to account the variants and patterns.“<sup>137</sup>

Der Ansatz zur Untersuchung, der sich bei Boorman findet, stellt insbesondere die für die Filiation bedeutende Frage ins Zentrum, ob ein Charakteristikum auf den/die Schreiber\*in oder dessen/deren Vorlage zurückzuführen ist. So betrachtet er den Text eines konkreten Stückes innerhalb einer Anthologie auch immer im Lichte dieser und in Bezug auf die kodikologischen und paläographischen Befunde. Wesentlich, so seine Schilderung, ist hierbei die Analyse von charakteristischen Eigenheiten der einzelnen Schreiberhände. Grundsätzlich, so die Annahme, ist eine Kopie die Verbindung der Verhaltensweisen des jeweiligen Schreibers und des Kopisten der Vorlage, bzw. auch deren Vorgängern. Jedes dieser Muster spiegelt hierbei, so Boorman, lokale Gewohnheiten wider, das auch durch spätere Quellen in dem Maße weitergegeben wird, wie es von späteren Schreibern nicht geändert wird. Befunde sind dabei hauptsächlich in negativer Form zu treffen: Zeigt sich somit innerhalb des Werkes eines Schreibers ein gewisser Charakter, sollte dieser sich in der gesamten Arbeit dieses Schreibers zeigen. Sollte nun wiederum in kurzen Abschnitten mit diesem Muster gebrochen werden, so schlussfolgert Boorman, ist dies wahrscheinlich eher auf die direkte oder eine weiter zurückliegende Vorlage des Schreibers zurückzuführen.<sup>138</sup> Er demonstriert seine Herangehensweise am Sevilla Chansonier, das sich geteilt in Sevilla und Paris befindet.<sup>139</sup> Die Handschrift weist Arbeiten von drei verschiedenen Händen auf, deren jeweilige Charakteristika Boorman beschreibt, ebenso wie Brüche mit diesen Mustern in einzelnen Lagen. In der beispielhaften Beschreibung von Joyes „Ce qu'on fait“, das von zwei Schreibern stammt, analysiert er die Varianten zu anderen Quellen. Hierbei macht er deutlich, wie die Unterstimmen – das Werk des älteren Schreibers –

---

<sup>137</sup> Boo81a, S. 323.

<sup>138</sup> Vgl. Boo81a, S. 328–329.

<sup>139</sup> SevC 5-1-43; ParisBNN 4379; vgl. Boo81a, S. 326–339.

Ähnlichkeiten zu anderen Quellen aufweisen, als es die später von einem anderen Schreiber notierte Oberstimme tut.<sup>140</sup> Daran anschließend korrigiert er Atlas' Einordnung des Chansonniers in den neapolitanischen Kontext, basierend auf einer Serie individueller stemmatischer Untersuchungen, die dann schließlich aufsummiert werden. Da, so Boorman, Atlas' Ansatz nicht berücksichtigt, dass drei Schreiber an dem Chansonnier beteiligt waren, die somit auch nicht der gleichen Tradition entstammen – für den jüngeren der drei Schreiber sieht Boorman eher eine Nähe zu florentinischen Quellen.<sup>141</sup>

Damit zeigt sich in erster Linie der hohe Umfang, der nötig ist für Untersuchungen dieser Art, da nicht nur mit konkordanten Quellen verglichen wird, sondern darüber hinaus auch die Anthologie, in der sich ein Stück befindet, zu einer zusätzlichen Vergleichsgröße wird. Demzufolge entspricht die Relativierung von Atlas' Einschätzung auch dem detaillierteren Ansatz Boormans, der nicht vollständige Anthologien, sondern vielmehr paläographische Einheiten als Untersuchungsgröße wählt. Darüber hinaus ist für Boormans Vorgehen ein Verständnis von Varianten zentral, das – wie er selbst schildert – sich deutlich vom bereits vorgestellten Konzept signifikanter und insignifikanter Varianten unterscheidet. Er macht in diesem Zuge auch explizit, dass er in dem einen der von ihm zuvor aufgeführten drei Problemen bei der Filiation von Alter Musik – das auch als Grundlage der aktuellen Ausführungen dient – keines sieht. Stattdessen liegt für ihn gerade in der zufälligen nicht-substantiellen Variation der besondere Wert, vor allem der feinen Details in Bezug auf die Überlieferung und den Wandel von Notation und Interpretation.<sup>142</sup> Auch geht er davon aus, dass die Denk- und Verhaltensmuster beim Kopierprozess sich nicht wesentlich unterscheiden. Stattdessen lässt sich in Bezug auf Chansonquellen nachvollziehen, dass verschiedene Schreiber auch hierbei bestimmte Herangehensweisen verfolg-

---

<sup>140</sup> Vgl. Boo81a, S. 330–335.

<sup>141</sup> Vgl. Boo81a, S. 335–339.

<sup>142</sup> Vgl. Boo81a, S. 324–325.



ten. Ebenso seien die bereits angesprochenen Muster von redaktionellen und akzidentiellen Änderungen, abgesehen von weitreichenden Eingriffen, nur selten unterscheidbar, da sich sowohl bewusste als auch unbewusste Entscheidungen im Text widerspiegeln.<sup>143</sup>

Dennoch belegen die Ausführungen zum Sevilla Chansonnier, dass Boormans abweichende Auffassung zur Verortung der Quelle in erster Linie auf der stärkeren Berücksichtigung der einzelnen Schreiber beruhen. Die abweichenden Vorannahmen bei der Beurteilung der Varianten bilden hierfür eine Grundlage. Tatsächlich beruht der argumentative Nutzen der Schreibergewohnheiten in diesem konkreten Fall vor allem darauf, eine erwartungsgemäß sehr wahrscheinliche Vorlage – die Version der Oberstimme des älteren Schreibers – auf der Basis der Beurteilung der Varianten und Gegenüberstellung der als charakteristisch identifizierten Verhaltensmuster der Schreiber zu verwerfen und stattdessen einen anderen (zusätzlichen) Einfluss anzunehmen. Laut Boorman wird damit ersichtlich, dass das, was als zentrale Problemstellungen der Filiation Alter Musik gilt, vielmehr wesentliche Ansatzpunkte zu deren Lösung liefert.<sup>144</sup> In aller Deutlichkeit zeigt sich der Unterschied in der Berücksichtigung der Schreibergewohnheiten und lokalen Charakteristika bei Boorman. Zwar wird das hohe Maß an Varianz von anderen Vertreter\*innen der Methodendiskussion nicht ignoriert, allerdings legen diese in ihren Arbeiten zumeist einen völlig anderen Fokus. Als Hauptanliegen steht zumeist die Rekonstruktion der Komponistenintention im Zentrum der Ausführungen. Dementsprechend werden Varianten erst ab einem gewissen Schwellenwert als relevant erachtet, der zumeist wesentliche Abweichungen der Parameter beinhaltet, die klangliche Auswirkungen zeigen. Gleichzeitig lässt sich konstatieren, dass diese auch Kern des editorischen Transliterationsprozesses sind, in dem sowohl *spelling variants* als auch notationsspezifische Entwicklungen ebenso an Einfluss

---

<sup>143</sup> Vgl. Boo81a, S. 326–328.

<sup>144</sup> Vgl. Boo81a, S. 335.

einbüßen. Dabei drängt sich die Vermutung auf, dass die Vorstellungen darüber, was das Konstitutive eines Werkes ist und wie dieses dargestellt werden soll, deutliche Auswirkungen auf den Prozess der Filiation hat. So wird gerade am Beispiel Noblitts, aber auch den zuvor betrachteten Ausführungen Feders deutlich, dass dieses Verständnis zu einem wesentlichen Teil unabhängig von der historischen Musikpraxis zu sehen ist. Ob allerdings die Vernachlässigung schreiber- und notationspezifischer Charakteristika im Rahmen der Filiation tatsächliche Auswirkungen hat, ist an dieser Stelle nicht umfassend zu klären. Boorman dagegen nimmt einen Standpunkt ein, der die traditions- und schreiberspezifische Variation als wesentliche Eigenart des Gegenstandes zum Teil seiner Analyse macht, statt sie wie ein zufällig variierendes Grundrauschen auszublenden. Damit besitzen für ihn, insbesondere als substantiell zu bezeichnende Varianten noch immer zentralen argumentativen Wert. Allerdings verfolgt er weniger einen traditionellen filiatorischen Ansatz, in dem sich Signifikanz vor allem danach bemisst, dass Abweichungen nicht unabhängig voneinander entstanden sein dürfen. Vielmehr bedient er sich eines genetischen Ansatzes, der – vergleichbar mit den Ausführungen Justs – die Entstehungsprozesse von Varianten nachvollziehen möchte. Dass Boorman hierbei sowohl paläographische Gegebenheiten und notationshistorische Umstände mit einbezieht, erscheint dem Gegenstand angemessen. Es zeigt sich hierbei, dass sein Vorgehen zwar sehr aufwendig ist, zumal es sich um Einzelfallbetrachtungen handelt, dafür aber nicht pauschal eine Gruppe von Variablen aufgrund scheinbarer Unvereinbarkeit mit den Befunden als insignifikant erachtet. Damit kann dieses Vorgehen als eine methodische Weiterentwicklung angesehen werden, das deutlich resistenter gegenüber problematischen Zirkelschlüssen ist als Atlas' Ansatz.

**Text und Autorisation** Ein weiterer Themenkomplex lässt sich an das Vorhaben, die Komponistenintention zu rekonstruieren, direkt anschließen: Die Frage nach dem (Werk-)Text und dessen Autorisation. Wie essenziell diese Kategorien in Bezug auf die Editionspraxis, die Filiation und die Beurteilung von Varianten ist, deutet sich bereits in einigen Zusammenhängen dieser Darstellung an. Bereits in der Beschreibung von Varianten wird anhand der Autorisation zwischen Entstehungs- und Überlieferungsvarianten unterschieden. Auch im Rahmen der Hypothesen zum Kopierprozess wurde die Frage danach, was genau unter einem Archetyp zu verstehen ist, angeschnitten, ebenso wie im Zusammenhang mit der *Examinatio* die Grundannahme eines degenerativen Überlieferungsprozesses diskutiert wurde. Allerdings stellt der Werkbegriff, vom Entwicklungsprozess über die Genese der Komponistenpersönlichkeit, einen in der Fachliteratur in großem Umfang diskutierten Themenkomplex dar, der an dieser Stelle nicht umfassend erörtert werden kann.<sup>145</sup> Da aber, wie bereits konstatiert wurde, das Denken in diesen Kategorien von erheblicher Bedeutung dafür ist, wie Filiation betrieben und welches Ziel mit ihrer Anwendung verfolgt wird, kann dieser Aspekt nicht gänzlich ausgeklammert werden. Allerdings soll sich im weiteren Verlauf dieser Darstellung auf die bereits diskutierte Forschungsliteratur fokussiert werden, die sich vornehmlich mit der Filiation beschäftigt.

Wie zentral die Frage nach dem Kontinuierlichen einer Überlieferung und die nach der Ursprungsgestalt eines ‚Werks‘ ist, zeigt die Filiation bereits in ihren Grundbegriffen, geht es doch um die Rekonstruktion eines möglichen Zustandes einer Überlieferung, der vor einer vermeintlichen Spaltung anzusiedeln ist, bzw. deren Ursprung nahekommt. So ist eben auch eine der wesentlichen Anforderungen der Methode die Geschlossenheit der Überlieferung – es wird somit vorausgesetzt, dass es nur einen einzigen

---

<sup>145</sup> Einen Überblick über die Diskussionspunkte bietet Lüt16, insb. III.

Archetyp gibt.<sup>146</sup> Wie aber bereits die Wahrung anderer Voraussetzungen relativiert werden musste, ist auch in diesem Fall nicht immer von einer vorbildlichen Situation auszugehen. So schildert auch Atlas in Bezug auf die Voraussetzungen ein Beispiel, das hiervon abweicht: Martinis „La Martinella“. Während er die Chanson zum einen als Fall einer besonders signifikanten Variante schildert, anhand derer sich die elf Quellen in drei Familien gruppieren lassen, führt er zum anderen an, dass das eine Ende der Chanson eben nicht die Variation des anderen sein kann. Vielmehr stellt er fest, dass hier zwei unabhängige Versionen vorliegen, von denen nicht gesagt werden könne, welche die originale sei – also jeweils von einem eigenen Archetypen abstammen –, die aber zeitgleich kursierten und somit ein Stemma unmöglich machen. Dennoch vermutet er, dass in diesem Fall eine Revision vorliegt, und zieht auch explizit die Möglichkeit in Betracht, dass diese vom Komponisten selbst stammt.<sup>147</sup> Deutlich wird an seiner Erläuterung dieses Falls zum einen erneut die Problematik von Signifikanz und Direktionalität: Es lassen sich zwar hervorragend einzelne Überlieferungstraditionen bzw. -gruppen separieren, allerdings fehlt aufgrund des Grades an Abweichung auch jegliches Indiz, dass die Konstitution einer direktionalen Relation ermöglichen würde. Aus diesem Grund wird die Möglichkeit einer Revision überhaupt erst in Betracht gezogen – obwohl es sich letztendlich bei einer Revision prinzipiell auch um einen direktionalen Prozess handelt, in dem ein Stadium zeitlicher Vorgänger des anderen ist. Zum anderen wird anhand des Postulats eines weiteren Archetyps die Sonderstellung ersichtlich, die diesem Begriff als eigenständige Größe zugesprochen wird – er beschreibt diese als „distinct archetypes“<sup>148</sup>. Beide Versionen werden somit implizit als selbstständige Entitäten verstanden. Damit ist die Verortung innerhalb eines Stemmas also streng genommen kategorisch nicht mehr möglich. Der Hinweis auf die Möglichkeit, dass beide

---

<sup>146</sup> Vgl. 2.2.1.

<sup>147</sup> Vgl. Atl75, S. 43, 47.

<sup>148</sup> Atl75, S. 47.

von Martini selbst stammen könnten, verdeutlicht in diesem Zuge, wie stark die Frage der Autorisation mit dem Status eines Archetyps verbunden wird. Dieses Beispiel führt somit ein essenzielles Problem vor Augen: Es zeigt den Grenzbereich zwischen der Kategorisierung als bloßem Textzeugen oder eigenständigem Archetypus auf. Dabei verdeutlicht die Hypothese der Revision, die eigentlich ebenso eine zumindest zeitliche Direktionalität impliziert, dass hier dennoch eine Beziehung vorausgesetzt wird, die sich zusätzlich in der Vermutung des identischen Urhebers äußert. Ebenso lässt sich an dieser Stelle nicht entscheiden, ob ein methodisch-technisches Problem vorliegt – da schlichtweg die Bestimmung der Direktionalität nicht möglich ist – oder eine Frage des ästhetischen Ranges berührt wird, bei der zu entscheiden ist, ab wann eine logische – oder provokant gefragt, ästhetische – Eigenständigkeit vorliegt.

Im Rahmen seiner Diskussion der Potenziale der Filiation Alter Musik behandelt Stanley Boorman diesen Themenbereich gemeinsam mit den „minor performing changes“<sup>149</sup>. Er weist dabei auf mehrere Einzelfälle hin, die jeweils eine wesentliche Rolle in seiner Argumentation spielen. Zum einen dient Dufays „Missa sine nomine“ als Beispiel für die Überlieferung zweier sich deutlich voneinander unterscheidenden Versionen, die aufführungspraktische Anforderungen widerspiegeln. So ist das dreistimmig komponierte Werk auch in einer Reduktion für zwei Stimmen überliefert, in der eine Stimme eliminiert und einige notwendige Änderungen an den übrigbleibenden vorgenommen wurden.<sup>150</sup> Deutlich wird hier, so Boorman, dass trotz der gravierenden Unterschiede – auch in derselben Stimme – in beiden Fällen „good musical results“ erreicht werden.<sup>151</sup>

Als zweites Beispiel dient das Werk Guillaume Machauts „De petit po“ – auch wenn es sich hierbei um ein deutlich älteres Werk als das hier be-

---

<sup>149</sup> Vgl. Boo81b, S. 173.

<sup>150</sup> Vgl. Boo81b, S. 172.

<sup>151</sup> Boo81b, S. 173.

trachtete Repertoire handelt, ist Boormans Fazit nicht unwesentlich. Diese Ballade zählt zu denjenigen Fällen, in denen zwei verschiedene Versionen in zwei Gruppen von Handschriften – aus dem nordeuropäischen und dem italienischen Raum – erhalten sind, die sich beide weit zurückverfolgen lassen. Zwei Stimmen bleiben hierbei identisch, während in unterschiedlichen Quellen jeweils eine andere dritte Stimme überliefert ist, die nicht zueinander kompatibel sind. In zwei Handschriften sind sogar beide zusätzlichen Stimmen überliefert. Ebenso existieren auch Handschriften mit der Musik Machauts, die eine Nähe zum Komponisten aufweisen, aber dennoch unterschiedliche Versionen derselben Stücke aufweisen.<sup>152</sup> Boorman schließt daraus einerseits, dass die hoch wandelbare Natur Alter Musik nicht nur überall präsent war, sondern offenbar auch von Komponisten akzeptiert wurde. Vielmehr konnten verschiedene Versionen nebeneinander existieren, ohne dass eine den Vorzug hatte.<sup>153</sup> Aus der Möglichkeit, dass es mehr als eine autorisierte Version geben kann, folgert Boorman ein anderes Verständnis für das, was ein musikalisches Werk als solches ausmacht, und damit auch Konsequenzen für die Filiation:

„Thus the integrity of an early piece of music does not lie in what appears on the page: it is not even defined by how the music sounded. If it exists at all—that is, if the work has any single identifiable form—that form has to lie behind the audible and visual detail, at some level of underpinning structure.

The problem facing the textual critic of early music is therefore that there is no text to criticise, and no value (in these terms) to the surviving variants.“<sup>154</sup>

Damit widerspricht Boorman in aller Deutlichkeit dem Anliegen der Rekonstruktion eines Urtextes, schlichtweg indem er die Existenz eines solchen

<sup>152</sup> Vgl. Boo81b, S. 174.

<sup>153</sup> Vgl. Boo81b, S. 174–175.

<sup>154</sup> Boo81b, S. 175.

infrage stellt. Außerdem hält er diesen Befund auch gerade in Bezug auf die *minor changes* für eklatant, die von einigen – entgegen seiner Ansicht, die er hier vertritt – als wertlos für die Filiation gesehen werden.<sup>155</sup>

Zeitlich in einem vergleichbaren Rahmen wie Boorman bewegt sich auch Oliver Huck, der sich mit der Überlieferung der Musik des Trecento beschäftigt. Dabei rückt er die Begriffe *Text* und *Komponist*, wie auch notwendige editorische Konsequenzen in den Vordergrund seiner Ausführungen. Eindrücklich ist hierbei seine Diskussion des Textbegriffs und der Frage danach, ob die Überlieferung den Erklärungsmodellen einer mündlichen oder einer schriftlichen Praxis folgt – in Gegenüberstellung der Positionen Marie Louise Martinez' und Margaret Bents.<sup>156</sup> Er betont dabei, dass der Kern dieser Erklärungsmodelle in erster Linie in der unterschiedlichen Auffassung von Text und Autorisation liegt und sowohl die Begründung der „Festigkeit bzw. Varianz einer Komposition [...] nicht nur in den Modalitäten ihrer Überlieferung“ zu suchen sein dürfen, sondern auch in Status und Gattung.<sup>157</sup> So sei es vielmehr notwendig, aus den überlieferten Textzeugen auf die jeweilige Art der Überlieferung zu schließen, einen potentiellen Archetypen nicht als autorisierter gelten zu lassen, als jeder einzelne Textzeuge, die Existenz mehrerer Fassungen nicht von vornherein auszuschließen und „auf Begründungen [zu] verzichten, die auf einer Autorintention aufbauen“.<sup>158</sup> Huck widerspricht der Präsentation eines Autortextes als Produkt einer Edition<sup>159</sup> und bekräftigt vielmehr den Fassungscharakter eines Textzeugen und dessen Stimmigkeit:

„Die in einer Handschrift aufgezeichnete Textfassung ist das Produkt aus einer Vorlage und ihrer Redaktion, wobei die Vorla-

---

<sup>155</sup> Vgl. Boo81b, S. 175.

<sup>156</sup> Vgl. Huc00, S. 104–110.

<sup>157</sup> Vgl. Huc00, S. 105–107.

<sup>158</sup> Vgl. Huc00, S. 107.

<sup>159</sup> Vgl. Huc00, S. 107–108.

ge prinzipiell mündlicher oder schriftlicher Art sein kann und die Existenz mehrerer Vorlagen (und ihre mögliche Kontamination) zwar sehr unwahrscheinlich, aber nicht von vornherein auszuschließen ist. Mit textkritischen Methoden lassen sich Aussagen über das Verhältnis der Textzeugen zueinander und damit über den Umfang der redaktionellen Tätigkeit der Schreiber machen. Die vermeintliche Unzulänglichkeit der Schreiber ändert jedoch nichts daran, daß jeder Textzeuge eine Fassung darstellt, die für einen weitgehend zeitgenössischen Rezipienten (ein solcher ist der Schreiber) synchrone und diachrone Stimmigkeit besaß.<sup>160</sup>

Der Wert dieser Ausführungen, auch wenn sie sich auf die Musik des 14. und beginnenden 15. Jahrhunderts beziehen, wird deutlich, wenn diese als Eckpunkt einer Entwicklung begriffen wird, in der das Repertoire um 1500 sich quasi an einer Sattelposition befindet. So entwickelt sich der Begriff der Autorschaft, bzw. des Komponisten, erst im Laufe des 15. und 16. Jahrhunderts, ebenso wie die Veränderung der musikalischen Konzeption von einer sukzessiven zu einer simultanen Praxis erfolgt und in dem Begriff der *musica poetica* kulminiert.<sup>161</sup> Ähnlich wie der Begriff des Autors zu dieser Zeit einem enormen Entwicklungspotenzial unterworfen ist, ist auch der Begriff des Textes von einer enormen Variabilität gekennzeichnet. Dass ein Bewusstsein für das bereits existierende Repertoire um 1500 vorlag, ist als selbstverständlich zu betrachten, allein da wesentliche Kompositionstechniken auf den Umgang mit entlehntem präexistentem Material abzielen. Einhergehend mit dieser Kultur musikalischer Zitation und Transformation kann somit auch ein Bewusstsein für die Identifizierbarkeit musikalischer Elemente festgehalten werden, zumal diese intertextuellen Beziehungen in Quellen auch dokumentiert wurden. Eine exemplarische Studie von *Fors seulement*-Kompositionen von Cristina Urchueguía bietet einen Überblick

<sup>160</sup> Huc00, S. 107.

<sup>161</sup> Vgl. Bla87; Cal14.



über Verarbeitungs- und Kompilationsstrategien und zeigt auch, dass im 16. Jahrhundert kein einzig gültiger Textbegriff vorliegt.<sup>162</sup> Insofern erweist sich Hucks Plädieren für eine Bewertung der Überlieferungssituation basierend auf den erhaltenen Textzeugen auch in diesem Kontext als gültiger Ansatz.

Ein wesentlicher Aspekt Urchueguías, der in diesem Kontext nicht außen vor gelassen werden kann, liegt in der Betonung des Verhältnisses von Schrift und Klang für den Begriff des musikalischen Textes. So führt sie aus, dass die Verortung des Textes in der Notation allein aufgrund der extremen Bandbreite der Verhältnisse zwischen musikalischer Schrift und Klang umstritten sein muss. Ebenso verweist sie darauf, dass Versuche der Hierarchisierung von Elementen der Notation wie das (bereits besprochene) Konzept von Appel zwar in bestimmten Fällen hilfreich seien, aber letztendlich versagen, wenn die Notation sich nicht nach diesen Kategorien richte – dies gilt auch für die Vokalmusik des 16. Jahrhunderts.<sup>163</sup> Auch das gleichberechtigte Spannungsverhältnis zwischen Klang und Schrift muss, so Urchueguía weiter, in einer Begriffsbestimmung berücksichtigt werden. So betont sie zum einen die Eigenständigkeit beider Systeme, zum anderen auch deren einzigartige wechselseitige Beeinflussung als Charakteristika. Auch die Zeichenhaftigkeit der musikalischen Notation bilde einen wesentlichen Unterschied, insofern die Frage gestellt werden muss, „was die Bedeutung von Musik ist“.<sup>164</sup> Gerade aufgrund der Bandbreite der musikalischen Übernahme, die sich „zwischen den Polen einer ausschließlichen Übernahme des Klangbildes bei völliger Vernachlässigung des Schriftbildes [...] bis zur akkuratesten Beibehaltung der Schrift unter vollständiger Opferung der klanglichen Wirkung“ bewegt, wird deutlich, dass Klang und

---

<sup>162</sup> Vgl. Urc00, insbesondere S. 149.

<sup>163</sup> Vgl. Urc00, S. 118–119.

<sup>164</sup> Vgl. Urc00, S. 119.

Schrift somit die beiden Grenzen darstellen, „zwischen denen sich ein stets changierender musikalischer Textbegriff ansiedelt“.<sup>165</sup>

In der gebotenen Kürze sollte deutlich geworden sein, dass hier Grenzbereiche in den Fokus gerückt wurden, die verdeutlichen, in welchem begrifflichen Kontinuum sich die Auseinandersetzungen zur Filiation der Musik des 15. und 16. Jahrhunderts zwangsläufig bewegen. Deutlich wird zum einen die hohe Variabilität der musikalischen Überlieferung, eng gefasst vor allem im Sinne der *minor changes* und der Frage nach dem Fassungscharakter von Textzeugen, weiter gefasst in den verschiedenen historischen Entwicklungslinien der Musikpraxis wie auch lokaler Traditionsbildung und darüber hinaus auch in Bezug auf die zeitgenössische Rezeption und Theoriebildung. Dass sich die Musik um 1500 zu einem wesentlichen Teil der Kategorisierung autorisierter Überlieferung entzieht, ist an dieser Stelle eine zwar allgegenwärtige, aber auch notwendige Feststellung, wenn die bisher betrachtete Methodendiskussion in den Blick genommen wird.

So zeigen sich zum einen die Auswirkungen impliziter Vorstellungen über die Rolle von Autor und Text in Bezug auf die Filiation wie auch die Frage nach deren historischer Angemessenheit. Wird mit der Nutzung textkritischer Verfahren die Vorstellung einer rekonstruierbaren Autorintention verbunden, stoßen diese schnell an ihre Grenzen. Auch zeigt sich, wie begrenzt der Umfang dessen ist, was anhand der Anwendung der bloßen mechanischen Grundprinzipien im Rahmen der *Recensio* ausgesagt werden kann, und wie schnell darauf aufbauend Kategorisierungen und Argumentationslinien grundsätzliche Fragen zur Überlieferungspraxis und deren Akteuren in den Blick nehmen, die dann wiederum auf die editorischen Konzepte wirken. Als symptomatisch kann dabei angesehen werden, dass die Diskussion der Filiation Alter Musik letztlich in der Frage nach ihrem Nutzen mündet. So beschreibt Margaret Bent den Ansatz als fruchtbar für Fragen der Quel-

---

<sup>165</sup> Urc00, S. 120.

lenbeziehungen, wenn selten ein Nachweis über Gruppierungen hinausgeht, und betont in Hinblick auf die Editionspraxis ihre Hoffnung, Texte zu produzieren, die so gewissenhaft wie möglich repräsentieren „what the composer might have written“.<sup>166</sup> Auch Noblitt bezweifelt die Wahrscheinlichkeit, dass die Methode tatsächlich einen Urtext produziert, begnügt sich aber mit der bestmöglichen Annäherung an dieses Ziel. Seine Hoffnung liegt hierbei offensichtlich darin, die Überlieferung zumindest teilweise von Korruptelen zu befreien:

„The fact that we are unlikely to produce an Urtext edition through the use of the stemmatic approach does not, in my judgment, invalidate the technique. It simply recognizes that in an imperfect world it is the method which offers the best possibility of approximating what the composer wrote.“<sup>167</sup>

„It is true that we may rarely succeed in recovering the original text of a complete piece, but if we are able to restore the composer’s intentions only here and there, we will have done the composer a service and have purged the tradition of at least some of the corruptions.“<sup>168</sup>

Einen völlig anderen Aspekt betont dagegen Stanley Boorman, der in Absage eines rekonstruierbaren Textes, das Potential textkritischer Arbeit für die musikhistorische Forschung betont:

„And this points to the main uses of filiation in music, slowly being recognized among musicologists, the most important of which is this pattern of local taste and custom. As I have said, studies have already begun to show different regional approaches to the text, to ornamentation, and to patterns of

---

<sup>166</sup> Vgl. Ben81, S. 316.

<sup>167</sup> Nob83, S. 122.

<sup>168</sup> Nob83, S. 123.

texture, as well as some institutional approaches to setting words and accidentals.“<sup>169</sup>

„Studies of filiation have shown the extent to which notation, in common with other features of the manuscripts, is the product of a local and scribal need—indeed, have confirmed that notation is a prime candidate for change.“<sup>170</sup>

Er bekräftigt zudem, dass diese Muster in einigen Repertoires von 1350–1500 zufriedenstellend nachgewiesen wurden.<sup>171</sup> Somit wird auch deutlich, dass die Beispiele in seiner Argumentation, auch wenn sie tendenziell einen Zeitraum in den Blick nehmen, der deutlich vor 1500 anzusiedeln ist, doch auch für den Zeitraum um 1500 zu berücksichtigen sind, so wie auch Urchchueguía Atlas' Methode auf jüngeres Repertoire anwendet.<sup>172</sup> Aber letztlich macht seine Position nicht nur deutlich, wie stark die Charakteristika einer Überlieferung in die Filiation einzubeziehen sind, sie führt gerade im Rahmen der Zweckbestimmung deutlich weiter. Denn, indem er das Bemühen um eine Komponistenintention als zum Scheitern verurteilt betrachtet, weist er auf ein anderes Potential der Filiation hin. So deutlich wie er die feinen Muster an Variabilität in der Überlieferung betont, wird auch klar, dass jeder Textzeuge von zeitlichen und regionalen Einflüssen geprägt ist, auch eine Originalversion.<sup>173</sup> In dem Moment, in dem ein Textzeuge nicht aus seinem Überlieferungskontext gelöst werden kann und dies auch für einen anzunehmenden Archetypen gelten muss, kann stattdessen die Überlieferungsgeschichte an sich in den Blick genommen werden. Statt danach fragen zu müssen, welche Muster an Variation nun substantiell oder signifikant sind und damit eine Vielzahl anderer Aspekte zu vernachlässigen,

<sup>169</sup> Boo81b, S. 177–178.

<sup>170</sup> Boo81b, S. 178.

<sup>171</sup> Vgl. Boo81b, S. 177.

<sup>172</sup> Siehe 2.2.1.

<sup>173</sup> Vgl. Boo81b, S. 177.

ermöglicht der Blick auf die Variation in der Überlieferung einen tiefer reichenden Blick auf die Musikpraxis des 15. Jahrhunderts.

### 2.3 Fallbeispiele

Basierend auf den bisherigen Ausführungen dieses Kapitels sollen in diesem Teil nun exemplarisch Argumentationsgänge zur Begründung eines Stemmas, bzw. im Verlauf von Quellenbewertungen betrachtet werden, um die Ansätze unterschiedlicher Musikforscher\*innen zu vergleichen. Insbesondere wird darauf Wert gelegt, zugrundeliegende Strategien und Annahmen herauszuarbeiten, die wesentlichen Anteil an den präsentierten Ergebnissen haben. Allein aufgrund der zahlreichen Editionen von Musik des 15. und 16. Jahrhunderts kann dieser Überblick nicht vollständig sein, sondern soll vielmehr die thematisch gegliederten Ausführungen exemplarisch ergänzen. Als Hauptquelle der Beispiele dient die New Josquin Edition – das im Rahmen der Metadatenauswertung<sup>174</sup> in den Fokus genommene Korpus beinhaltet zum größten Teil Messen, die Josquin zugeschrieben werden. Darüber hinaus umfasst jedes edierte Werk in der Reihe einen ausführlichen Kritischen Bericht inkl. einer *Evaluation of sources*, in deren Rahmen zumeist ein Stemma präsentiert und ausführlich diskutiert wird. Darüber hinaus bot sich die Monographie von Cristina Urchueguía als Gegenstand an, da die Rekonstruktion von Überlieferungstraditionen basierend auf textkritischer Arbeit einen wesentlichen Teil der Arbeit ausmacht. Damit bietet sie eine vergleichbar große Menge an Material, anhand dessen Strategien zur Positionierung von Textzeugen innerhalb eines Stemmas verfolgt werden können. Besonders heraus stechen dabei ihre Ausführungen zu Antoine Busnoys M. L’homme armé, da sie hier insbesondere die Einschätzung Taruskins im Rahmen seiner Edition diskutiert und revidiert. Da die vorgestellten Ansätze sich insbesondere nach Autor\*in unterscheiden, werden

---

<sup>174</sup> Siehe 1.1.

nicht die betrachteten Werke einzeln besprochen, sondern dementsprechend eine autorenzentrierte Darstellung verfolgt. Auf einzelne Quellen wurde nur eingegangen, wenn diese essenzieller Dreh- und Angelpunkt in den jeweiligen Ausführungen sind.

### 2.3.1 Gruppierung von Quellen

Josquins *M. Ave maris stella* und *M. De beata virgine* sind Teil des dritten Bandes der *New Josquin Edition (NJE)*, herausgegeben von Willem Elders. Wie bereits erwähnt wurde,<sup>175</sup> sticht die *M. De beata virgine* allein durch die sehr große Anzahl an Quellen, in denen sie als vollständiger Zyklus oder in Teilen überliefert ist, heraus. Eben dieser Herausforderung muss damit auch im Rahmen der Quellenevaluation Rechnung getragen werden. Aus diesem Grund wurde schon 1975 eine Studie von Thomas Hall publiziert, die sich mit der computergestützten Kollation und Recensio von Renaissancemusik beschäftigt.<sup>176</sup> Elders führt hieraus vor allem die 700 detektierten Stellen mit varianten Lesarten wie auch die 25000 verschiedenen Lesarten an, die bei der Konstruktion eines Stemmas in Betracht gezogen werden müssten – darüber hinaus geht er nicht auf diesen Ansatz ein. Vielmehr nutzt er dies als Basis, wie auch die unmögliche Schätzung der Zahl von verlorenen Quellen, um ein verlässliches Stemma als unrealistische Erwartung einzuordnen.<sup>177</sup>

Elders führt aber sowohl für die *M. De beata virgine* als auch die, im Verhältnis ‚nur‘ in 24 Quellen überlieferte, *M. Ave maris stella* keine vollständige Filiation durch, an deren Ende ein Stemma steht. Stattdessen gruppiert er die Quellen anhand ihrer Provenienz und wertet diese dann innerhalb dieser Gruppe aus. In diesem Zuge diskutiert er auch Abhängigkeiten und nimmt eine *Eliminatio* vor. Im Falle der *M. Ave maris stella*

---

<sup>175</sup> Siehe ebenfalls 1.1.

<sup>176</sup> Hal75.

<sup>177</sup> Vgl. NJE 3, S. 87.

wählt er eine Hauptquelle aus, der die Edition in weiten Teilen folgt.<sup>178</sup> Die musikalisch beste Version der *M. De beata virgine* sei wiederum auf der Basis eines Vergleichs von sechs Manuskripten und zwei Druckeditionen vor 1521 zu erreichen.<sup>179</sup> Im Rahmen der Evaluierung einer Quellengruppe legt er zumeist den Fokus auf die ältesten Quellen der jeweiligen Gruppe. Die Beschreibung der Abhängigkeiten erfolgt analog zu einer *Recensio*. Hierbei unterscheidet Elders anhand musikalischer Kriterien konsistent zwischen Fehlern und Varianten. Explizit wird, dass der Begriff der *Variante* immer für Abweichungen in Tondauer und/oder Tonhöhe verwendet wird.<sup>180</sup> Auch im Falle einer Lesart der *M. De beata virgine*, die parallele Primen erzeugt, spricht Elders im Falle dieser „contrapunctal infelicity“ noch von einer Variante.<sup>181</sup> Darüber hinaus werden aber auch Abweichungen in Bezug auf Ligaturen, Colorierung, Kadenzen und Kanonanweisungen angesprochen. Über weite Strecken hinweg werden variante Lesarten abgegrenzt, die beispielsweise nach der Nennung von Atlas<sup>182</sup> nicht als signifikant einzustufen wären.<sup>183</sup> Eine Abhängigkeit konstatiert Elders somit in dem Falle, wenn eine Quelle sämtliche Fehler einer anderen übernimmt, sie darüber hinaus noch Ähnlichkeiten in notationspezifischen Details bzw. Textunterlegung aufweist und zusätzlich neue Fehler einführt.<sup>184</sup> Da er auf die Konstruktion eines Stemmas verzichtet, werden auch Überlieferungstraditionen nicht in Form von Hyparchetypen definiert. Werden Abhängigkeiten dann als solche konstatiert, lassen sie sich zumeist als direkt verstehen, auch wenn aufgrund der nicht streng vorgenommenen Filiation nicht zweifelsfrei nachzuvollziehen ist, wie eng eine solche Abhängigkeit zu verstehen ist. Außerdem werden

---

<sup>178</sup> Vgl. NJE 3, S. 25.

<sup>179</sup> Vgl. NJE 3, S. 87–88.

<sup>180</sup> Vgl. bspw. NJE 3, S. 19.

<sup>181</sup> Vgl. NJE 3, S. 88.

<sup>182</sup> Siehe 2.2.2.

<sup>183</sup> Vgl. bspw. NJE 3, S. 89.

<sup>184</sup> Vgl. NJE 3, S. 92.

im Falle von Fehlern auch deren Korrektur in späteren Quellen in Betracht gezogen und in Form von Abhängigkeiten herausgestellt.<sup>185</sup>

Deutlich wird, dass Elders, auch wenn er Abhängigkeiten von Quellen evaluiert, im engeren Sinne keine Filiation vornimmt, sondern es bei einer gruppierten Betrachtung der Quellen belässt. Sein editorischer Ansatz ist auch nicht auf eine detaillierte Filiation angewiesen, wählt er doch eine lockere Form der Leitquelle – für ein *codex optimus*-Verfahren ist die Bindung an die Leitquelle nicht eng genug. Die Wahl seiner Leitquelle basiert auf der von ihm vorgenommenen Recensio und soll in erster Linie die Anforderung erfüllen, nah an der Intention des Komponisten zu sein. Dieses Anliegen dient hierbei als Grund dafür, häufig auf Lesarten von Sekundärquellen zurückzugreifen, wie er im Falle der *M. De beata virgine* schildert:

„Recension has shown that there is no single source with a complete version of the Mass, free of absolute errors. However, on the basis of the most representative sources from Josquin’s lifetime, it is possible to establish a musical text that is probably close to the composer’s intention. The earliest manuscript with a complete version of the Mass, [...] has been chosen as the principal source, even though it has been found appropriate to prefer the reading of secondary sources in many places.“<sup>186</sup>

Indem er die Gruppierung anhand der Provenienz einer Quelle vornimmt und auch zumeist die ältesten Quellen einer Gruppe ins Zentrum seiner Ausführungen stellt, gibt er diesen Aspekten ein enorm hohes argumentatives Gewicht. Die Bewertung einer Quelle erfolgt somit in erster Linie nach diesen Maßstäben statt nach der Qualität ihres Textzustandes. Jegliche Möglichkeit der Argumentation nach dem Leitsatz *recentiores non*

<sup>185</sup> Vgl. bspw. NJE 3, S. 91.

<sup>186</sup> NJE 3, S. 104.



*deteriores* ist somit in Elders Ansatz von vornherein ausgeschlossen. Vielmehr ergibt sich das Bild, dass jeweils die jüngeren einer Gruppe jeweils mit den ältesten verglichen werden, statt alle Quellen als gleichwertig zu betrachten. Auch wird der Leitquelle in der Evaluation besonders viel Raum gegeben, der dazu dient ausführlich vorgenommene Abweichungen zu diskutieren.<sup>187</sup>

Betrachtet man Elders Quellenbewertung der M. Gaudeamus, verdichtet sich das Bild seiner Vorgehensweise. Auch hier nimmt er zunächst eine Gruppierung der Quellen anhand ihrer Herkunft vor. Im Falle der ersten Gruppe, basierend auf Petruccis erstem Messbuch, nimmt er ausnahmsweise die Konstruktion eines Teilstemmas vor. Hierbei zeigt sich, dass die verorteten Abhängigkeiten als direkt aufgefasst werden.<sup>188</sup> Die Abhängigkeiten werden hierbei explizit basierend auf Fehlern etabliert und gegen weniger signifikante Befunde abgegrenzt.<sup>189</sup> Problematisch erscheint hierbei jedoch, die Abhängigkeit einer Quelle basierend auf der Korrektur zweier Fehler durch eine spätere Hand festzulegen,<sup>190</sup> sofern nicht die Möglichkeit ausgeschlossen wurde, dass die Vorlage einer Quelle nachträglich korrigiert wurde. Im Rahmen der zweiten Gruppe wird, da sich offenbar keine klaren Beziehungen der Quellen untereinander abzeichnen, auf ein Stemma verzichtet. Vielmehr schildert Elders ein Geflecht aus Lesarten, das in einigen Fällen übereinstimmt, in anderen wiederum nicht.<sup>191</sup> Ein wesentlicher Teil seiner Ausführungen ist in diesem Rahmen der Verlässlichkeit der jeweiligen Quellen gewidmet, sowohl in Bezug auf Vollständigkeit als auch auf eine geringe Fehlerzahl – Elders wesentliche Kriterien bei der Entscheidung für eine Hauptquelle. Die Quellen der ersten Kategorie eliminiert er anhand zweier Gesichtspunkte: Zum einen divergieren sie in zu vielen Lesarten von

---

<sup>187</sup> Vgl. NJE 3, S. 19.

<sup>188</sup> Vgl. NJE 4, S. 25.

<sup>189</sup> Vgl. NJE 4, S. 24.

<sup>190</sup> Vgl. NJE 4, S. 24.

<sup>191</sup> Vgl. NJE 4, S. 26–27.

den zuverlässigen Quellen der zweiten Kategorie. Zum anderen führt er insbesondere zwei Quellen als besonders nah am Archetypen an, da diese eine spezielle Notationsweise des *tempus perfectum* im Sanctus teilen, der er symbolischen Wert zumisst.<sup>192</sup> Hierbei wird deutlich, dass sich Elders auch bei einer Edition basierend auf einer Leitquelle einer Komponistenintention verpflichtet fühlt. Ebenso zeigt sich, dass sich diese Intention in einer möglichst hohen Verlässlichkeit wie auch in einer vermuteten Singularität äußert. Auch hier kann also ein Verständnis musikalischer Überlieferung im Sinne eines schleichend degenerativen Prozesses konstatiert werden, in dem sowohl Fehler zunehmen als auch Einzigartigkeit abnimmt.

Noch deutlicher entfernt sich die Quellenbetrachtung der M. La sol fa re mi (NJE 11.2) von James Haar und Lewis Lockwood. Sie wählen [VatS 41] wegen ihrer Qualität wie auch ihrer Provenienz als Leitquelle aus. So geben sie an, dass die Quelle zwar nicht perfekt, gerade in Bezug auf die Textunterlegung, aber dennoch eine sehr gute Quelle sei. Insbesondere, weil sie sich auf die Zeit datieren lässt, in der Josquin noch Kapellmitglied war, geben sie dieser Quelle – die unabhängig von allen anderen ist – den Vorrang.<sup>193</sup> So zeigt sich im Verlauf der Ausführungen zwar, dass der Bewertung ein ausführlicher Lesartenvergleich vorausgegangen sein muss, aber dennoch keine Filiation vorgenommen wurde. Sämtliche im Folgenden erläuterten Quellen werden in Bezug auf die für sich stehende Überlieferung der Leitquelle betrachtet, bzw. der weitreichenden übrigen Tradierung, die auf dem Petrucci-Druck von 1502 [Pet1502] beruht. Darauf folgend stellen sie wichtige Lesarten vor und ordnen diese, wenn überhaupt, in erster Linie stilistisch ein. Im Gegensatz zu anderen Herausgebern gehen Haar und Lockwood recht deutlich von der Möglichkeit einer Quellenkontamination aus, indem der Schreiber einer Quelle neben einer hauptsächlich genutz-

---

<sup>192</sup> Vgl. NJE 4, S. 27.

<sup>193</sup> Vgl. NJE 11, S. 89.

ten Vorlage noch eine weitere für einzelne Lesarten konsultierte,<sup>194</sup> oder willentlichen Eingriffen von Schreibern, die explizit als „recomposition“<sup>195</sup> bezeichnet werden. Aufgrund der geringen Zahl an wichtigen Varianten attestieren sie der Überlieferung der Messe eine außerordentliche Stabilität. Dass sie hierbei lediglich von substantiellen Varianten im deutlichsten Sinne sprechen, zeigt sich unmittelbar bei der Erwähnung des Befundes bezüglich der „small variants“:

„Small variants such as division or agglomeration of notes, adjustment of ornamental figuration, use of ligatures and *minor color* (the latter not reported in this edition) are plentiful. They show a good deal of independence, with even the most faithful to Petrucci among the manuscript sources varying [...] more often than one might expect.“<sup>196</sup>

Auch hier wird deutlich, dass unter der Voraussetzung sich widersprechender Muster eine Entscheidung getroffen wurde, die unter der Bevorzugung von Parametern mit deutlichen klanglichen Auswirkungen sämtliche Phänomene, die unter dem Begriff *Schreibergewohnheiten* subsumiert werden, außen vor lässt. Auf das Risiko dieser Strategie wurde bereits hingewiesen.<sup>197</sup>

### 2.3.2 Der Archetyp im Spiegel seiner Nachfolger

Der achte Band der NJE, herausgegeben von Barton Hudson, enthält von den betrachteten Messen sowohl die M. Faysant regretz als auch die M. Fortuna desperata. Wie Elders wählt auch Hudson jeweils eine Primärquelle, der er in der Edition weitestgehend folgt, doch im Gegensatz zu Elders präsentiert er in beiden Fällen ein Stemma, anhand dessen er die Überlieferung der Messen beschreibt und die Wahl seiner Primärquelle

---

<sup>194</sup> Vgl. NJE 11, S. 89.

<sup>195</sup> Vgl. NJE 11, S. 90–91.

<sup>196</sup> NJE 11, S. 92.

<sup>197</sup> Siehe Ausführungen zu Atlas in 2.2.2.

begründet. In seinen Ausführungen entwickelt er das Stemma nicht, sondern setzt dessen Gestalt voraus, die er im Verlauf erläutert. Abhängigkeiten zwischen Quellen bildet er grundsätzlich nach dem Muster, wie es Maas bzw. Bent erläutert haben, so dienen zumeist unikale Varianten als Begründung dafür, dass eine Quelle nicht der Vorgänger einer anderen sein kann.<sup>198</sup> Sind ganze Gruppen von Quellen abhängig von einer, werden diese nach eingehender Begründung eliminiert. Dass er bei der Filiation grundsätzlich nach Maßgaben der Signifikanz, wie sie bereits diskutiert wurden, vorgeht, macht er zu Beginn der Evaluation der Quellen zur *M. Faysant regretz* deutlich, wenn er auf die äußerst gleichförmige Überlieferung eingeht:

„While there is a sizable number of variants, many are limited to only one source or are of such nature (accidentals, ligatures, *minor color*, etc.) that they do not provide solid evidence for determination of filiation.“<sup>199</sup>

Trotz dieser Einschränkung präsentiert er ein Stemma basierend auf der Auswertung der Varianten und bezieht hierbei insbesondere auch Aspekte wie Proportions- und Mensurzeichen inkl. deren Positionierung, Ligaturen, Colorierung, die Teilung von Noten und auch die Akzidentiensetzung mit ein.<sup>200</sup> Deutlich wird an seinen Erläuterungen, dass er eine Hierarchisierung vornimmt, der er auch einen unterschiedlichen Grad an Beweiskraft zumisst. Zunächst einmal spricht er von Fehlern, sofern diese offensichtlich als solche zu erkennen sind. Abweichungen in Tonhöhe und Rhythmus werden durchgehend als Varianten bezeichnet und besitzen auch Beweiskraft in Form von Leitvarianten. Als kleinere Varianten werden Abweichungen in der Verwendung von Ligaturen, Colorierung, Akzidentiensetzung sowie die Teilung von Noten, zumeist in ergänzender Weise, erläutert.<sup>201</sup> Außerdem

<sup>198</sup> Vgl. u. a. NJE 8, S. 17, 72.

<sup>199</sup> NJE 8, S. 14.

<sup>200</sup> Vgl. NJE 8, S. 15.

<sup>201</sup> Vgl. NJE 8, S. 16, 17, 72.

weist er auf weitreichende Schwierigkeiten im Umgang mit fragmentarischen Quellen hin, wenn Stücke nicht vollständig überliefert und zusätzlich unterschiedliche Stimmbücher verloren gegangen sind. So ist es ihm beispielsweise nicht möglich eine Verbindung zwischen zwei Hyparchetypen aufgrund der schon geringen Dichte an charakteristischen Varianten und der hinzukommenden Reduktion der Vergleichsmenge zu zeigen.<sup>202</sup> Ebenso bezieht Hudson, als letzten Baustein, auch die Provenienz der Quellen in seine Überlegungen mit ein, zumal zur Bestärkung eines bereits vorliegenden Befundes.<sup>203</sup> Von wesentlicher Bedeutung ist die Datierung der Quelle bei der Auswahl der Primärquelle. Hier greift er auf die älteste möglichst fehlerfreie Quelle zurück – wobei die möglichst geringe Fehlerzahl Priorität genießt – und weicht nur von dieser ab, wenn sie offensichtlich falsch ist, oder zwingende Beweise für eine andere Lesart in mindestens zwei Ästen des Stemmas vorliegen.<sup>204</sup> Eine Besonderheit in seiner Argumentationsweise ist, dass – auch weil Varianten über Beweiskraft verfügen – er Fehler im Archetyp nicht ausschließt. In einem Fall zieht er sie sogar als Ursache für inkonsistente Varianten explizit in Betracht.<sup>205</sup>

Wie auch schon bei Elders, lässt sich mit der *M. Malheur me bat* (NJE 9.1) ebenfalls anhand einer dritten Messe die Vorgehensweise von Hudson genauer betrachten. Besonders eindrücklich ist in diesem Fall die auf den ersten Blick leicht abweichende Methode, denn zunächst einmal nimmt er eine Kategorisierung der Quellen vor. Diese erfolgt nicht anhand der Provenienz der Quellen, sondern in Bezug auf die Verwertbarkeit für ein Stemma: So umfasst lediglich die erste Kategorie Quellen, die eine (weitestgehend) komplette Überlieferung enthalten und deren Filiation erschlossen werden kann. Als zweite Kategorie nennt er Quellen, die große Teile der Messe enthalten, die aber keine Fehler oder nicht genügend charakteristische Les-

---

<sup>202</sup> Vgl. NJE 8, S. 17.

<sup>203</sup> Vgl. NJE 8, S. 16, 17.

<sup>204</sup> Vgl. NJE 8, S. 18.

<sup>205</sup> Vgl. NJE 8, S. 17.

arten enthalten, um ihren Platz in der Überlieferung ermitteln zu können; sämtliche dieser Quellen sind in irgendeiner Form unvollständig. Die dritte Gruppe umfasst Quellen, die lediglich einen einzelnen Messsatz in reduzierten Stimmen überliefern.<sup>206</sup> Der dritten Gruppe kann laut Hudson keine beweiskräftige Beziehung zu einer existierenden Hauptquelle nachgewiesen werden. Obwohl direkte oder indirekte Abhängigkeiten durchaus möglich seien, so schildert er, eliminiert er sie dennoch aufgrund ihres fragmentarischen Zustandes, zumal sie nichts Wichtiges zum Verständnis der Messe beitragen würden.<sup>207</sup> Ebenso kann er auch für die zweite Gruppe keine Verortung im Stemma vornehmen. Schwierigkeiten bereiten vor allem fehlende Stimmen und nicht ausreichende Charakteristika. Unikale Varianten zeigen, dass keine der anderen Quellen von einer in dieser Gruppe abstammen kann, wie auch, dass keine der Quellen von einer anderen abstammt.<sup>208</sup> Am Ende seiner Ausführungen präsentiert Hudson zwei alternative Stemmata, die lediglich aus Quellen der ersten Kategorie bestehen.<sup>209</sup> Die Quellen dieser Kategorie teilt er ebenfalls in zwei Gruppen ein. Die erste Gruppe formiert sich um den Erstdruck der Messe in [Pet1505]. Ausgehend von diesem weist Hudson zunächst anhand der stetigen Übernahme kleiner Änderungen eine klare Überlieferungslinie nach, darüber hinaus verortet er noch weitere Quellen in dieser Tradition. Dies erfolgt wiederum anhand der Übernahme kleinerer Abweichungen und der Identifikation unikaler Varianten, um weiterführende Abhängigkeiten auszuschließen. Alle Quellen über den Erstdruck Petruccis hinaus werden von Hudson aufgrund mangelnder Autorität nicht berücksichtigt.<sup>210</sup> Damit konzentrieren sich auch dessen Ausführungen auf die Darstellung der zweiten Gruppe, die dem so genannten ‚netherlands court complex‘ zuzuordnen ist. Er schlägt anhand

---

<sup>206</sup> Vgl. NJE 9, S. 21.

<sup>207</sup> Vgl. NJE 9, S. 26–27.

<sup>208</sup> Vgl. NJE 9, S. 25–26.

<sup>209</sup> Vgl. NJE 9, S. 27.

<sup>210</sup> Vgl. NJE 9, S. 22–23.

der Beurteilung dieser Quellengruppe zwei mögliche Stemmata vor, da abhängig von der Interpretation einer Passage zwei Deutungen möglich sind. Im Sanctus unterscheidet sich die zweite Gruppe von [Pet1505] – letzterer enthält aufeinanderfolgende Quinten, während die gemeinsame Lesart der zweiten Quellengruppe diesen Fehler nicht enthält. Damit entspricht die eine Variante des Stemmas der Option, dass der Fehler bei Petrucci neu auftrat und nicht dem Archetypen entspricht. Die andere Variante bildet die Möglichkeit ab, dass ein gemeinsamer Vorfahre der zweiten Quellengruppe diesen archetypischen Fehler korrigiert habe.<sup>211</sup> Zusätzliches Gewicht, so Hudson, könne der Hypothese eines gemeinsamen Vorgängers der Quellen des *netherlands court complex* durch eine ihnen gemeinsame „cadence figure unusual in Josquin“ zugesprochen werden – das Fehlen dieser Variante in einer Quelle dieser Gruppe mindert in seinen Augen die Beweiskraft nicht, da es sich um eine unikale simplifizierte Lesart handele.<sup>212</sup>

Gerade anhand dieser Abwägung wird deutlich, wie stark die Auswirkungen davon sind, dass Hudson nicht implizit von einem fehlerfreien Archetypen ausgeht. Das Fehlen dieser Erwartungshaltung wird auch an anderer Stelle in seinen Ausführungen deutlich.<sup>213</sup> Stattdessen bringt er einen anderen Faktor in die Argumentation mit ein: Die Frage nach einem Personalstil. Die Abwägung der Argumente für und wider eine der Varianten zeigt deutlich den Einfluss impliziter Vorannahmen. Würde davon ausgegangen, dass sich die Quellen einer Überlieferung anhand der Zunahme falscher Lesarten in Relation bringen lassen, wird der Archetyp implizit als fehlerfrei angenommen. Damit würde die Möglichkeit eines gemeinsamen Vorgängers der niederländischen Quellengruppe verworfen werden. Würde zudem die genannte Kadenz im Sanctus nicht als in Hinblick auf das Œuvre eines Komponisten als untypisch klassifiziert werden, würde dieser Lesart weniger

---

<sup>211</sup> Vgl. NJE 9, S. 23.

<sup>212</sup> Vgl. NJE 9, S. 23.

<sup>213</sup> Vgl. NJE 9, S. 25.

argumentatives Gewicht eingeräumt werden. Letztendlich muss entschieden werden, dass diese Kadenz nicht im Archetyp enthalten war, um ihr das argumentative Gewicht einzuräumen, dass Hudson erwähnt. Dass er beide Varianten eines Stemmas präsentiert, weist wiederum darauf hin, dass er einer derartigen Einschätzung nur eingeschränkt vertraut.

### 2.3.3 Annahmen zur Genese von Varianten

Die Quellenbewertung im Kritischen Bericht zur M. L'ami Baudichon (NJE 5) ist in diesem Kontext von speziellem Interesse. Herausgegeben wurde dieser Band von Martin Just, dessen Ansatz der Beurteilung von Varianten entsprechend ihrer Genese bereits Erwähnung fand.<sup>214</sup> Gerade im Vergleich zu der von ihm vorgenommenen exemplarischen Betrachtung von einzelnen kurzen Stücken in wenigen Quellen kann die Diskussion der Überlieferung eines ganzen Messzyklus in insgesamt 16 Quellen<sup>215</sup> neue Schlaglichter setzen. Auch wenn Just zunächst die Quellen entsprechend ihrer Provenienz gruppiert, ist dies eher cursorischer Natur im Rahmen eines groben Überblicks über die Überlieferungssituation. Hierbei geht er auf den Überlieferungsumfang der Quellen ein, wie auch die Schwierigkeit einer zeitlichen Differenzierung der Quellen aufgrund ihrer Konzentration auf einen Entstehungszeitraum dicht um 1500 – darum sei eine regionale Gruppierung einfacher.<sup>216</sup> Tatsächlich liefert Just aber eine sehr detaillierte Erläuterung der Quellen, eine ausführlich begründete *Eliminatio* und darauf aufbauend eine Einschätzung der verbleibenden Quellen, ein traditionelles Stemma, wie es basierend auf der Methode nach Maas üblicherweise entsteht, inklusive einer Erläuterung jedes Teillastes.<sup>217</sup> Gerade hier wird der Unterschied zur Vorgehensweise von Elders besonders deutlich, der

---

<sup>214</sup> Siehe 2.2.2.

<sup>215</sup> Vgl. NJE 5, S. 1–3.

<sup>216</sup> Vgl. NJE 5, S. 13–14.

<sup>217</sup> Vgl. NJE 5, S. 22–23.



zwar Abhängigkeiten diskutiert, aber zumeist von direkten Abhängigkeiten innerhalb von Quellengruppen ausgeht und im Rahmen der Recensio keine Rekonstruktion von Hyparchetypen vornimmt. Im Rahmen der Eliminatio werden Quellen vor allem dann aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen, wenn sie eine deutliche Nähe zu anderen Quellen aufweisen oder sehr viel später entstanden sind. So werden sämtliche Quellen, die auf dem Erstdruck der Messe von Petrucci [Pet1505] basieren, wie auch eine Quelle aus dem Jahr 1500 eliminiert.<sup>218</sup> Nicht eliminiert werden Quellen insbesondere dann, wenn sie singuläre Varianten überliefern oder durch ihre Beziehung zu anderen Quellen eine relevante Stellung in der Überlieferung einnehmen.<sup>219</sup>

Die bereits erwähnte Diskussion der Genese einzelner varianter Stellen nimmt Just auch im Rahmen dieser Quelleneinschätzung vor. Zum einen diskutiert er den Übergang am Ende eines Superius/Bassus-Duetts im Gloria sehr detailliert. Er stellt die einzelnen Lesarten vor und nimmt dann eine Einschätzung darüber vor, welche die originale Lesart sein könnte. Hierbei wägt er unterschiedliche Hypothesen ab und entscheidet sich schließlich für die, der er die höchste Plausibilität zuspricht. Kern seiner Argumentation ist hierbei ein Abwägen zwischen der Wahrscheinlichkeit der nachträglichen Einfügung bzw. Entfernung einer wiederholten Passage, ungewöhnlicher Kadenzes oder von zwei aufeinanderfolgenden Semibrevis-Pausen. Deutlich wird, dass er zunächst einmal das jüngere Alter einer Quelle nicht als Widerspruch zur Möglichkeit sieht, dass diese die Ursprungsversion überliefern, entsprechend der bereits konstatierten hohen Bedeutung, der er der Maßgabe *recentiores non deteriores* beimisst.<sup>220</sup> Außerdem dient auch hier wiederum die Identifikation einer Lesart als Fehler dazu, sie nicht als ursprünglich zu betrachten – vielmehr entscheidet er sich dafür, die *lectio*

---

<sup>218</sup> Vgl. NJE 5, S. 14.

<sup>219</sup> Vgl. NJE 5, S. 15, 18, 19.

<sup>220</sup> Siehe 2.2.2.

*difficilior* als originale Lesart anzusehen.<sup>221</sup> Auch der vatikanischen Quelle [VatS 23] widmet Just etwas mehr Aufmerksamkeit, obwohl sie schließlich doch aufgrund ihrer Nähe zum Petrucci-Druck eliminiert wird. Hierbei macht er sich den Umstand zunutze, dass Superius und Tenor des Agnus Dei offensichtlich fälschlicherweise doppelt kopiert wurden und diese beiden Versionen geringfügige Unterschiede aufweisen. Aufgrund der Entscheidung, eine abweichende Semiminima als in der Version nach der Seitenöffnung mit dem kompletten Agnus Dei als weniger flüssig zu betrachten, beurteilt er diese im Sinne einer *lectio difficilior* als ursprüngliche, während die Version auf der Seitenöffnung mit dem vollständigen Agnus Dei als korrigiert und damit gültig betrachtet wird. Da die von Just als erste Version bezeichnete Version näher an dem Petrucci-Druck liegt, eliminiert er die vatikanische Quelle letztendlich.<sup>222</sup> Wenn er im Rahmen der Beurteilung der Quellen bereits Entscheidungen mithilfe der im Stemma präsentierten Überlieferungsstadien begründet,<sup>223</sup> wird deutlich, wie weitreichend Justs Fokus auf die Genese von varianten Lesarten ist und wie stark sie in die Einschätzung einer Überlieferung eingebunden sind. Deutlich wird zudem, wie stark hierbei das argumentative Gewicht von Maßgaben wie *recentiores non deteriores* oder der Bevorzugung einer *lectio difficilior* zugemessen wird oder der Vorstellung eines fehlerfreien Archetypen als Grundlage eines Prozesses von Degeneration und Simplifizierung.

### 2.3.4 M. D'ung aultre amer vs. Tu solus qui facis mirabilia: Eine Tradition, zwei Einschätzungen

Ebenso von Interesse ist die M. D'ung aultre amer. Aufgrund der mit ihr verbundenen Motette „Tu solus qui facis mirabilia“, deren erster Teil in der Messe anstelle des Benedictus und Osanna II platziert wurde, findet

<sup>221</sup> Vgl. NJE 5, S. 15–17.

<sup>222</sup> Vgl. NJE 5, S. 19–21.

<sup>223</sup> Vgl. NJE 5, S. 18, 19.

sich eine Quellenbewertung sowohl im Rahmen der Edition der Messe von Thomas Noblitt (NJE 7.3) als auch der Edition der Motette von Bonnie Blackburn (NJE 22.5). Da in beiden Fällen sämtliche Quellen benannt und diskutiert werden, ist hier ein direkter Vergleich zwischen beiden Herangehensweisen möglich. Auf den ersten Blick wird deutlich, dass sich die Stemmata zwar teilweise ineinander fügen ließen, in einigen Punkten jedoch entscheidend voneinander abweichen. Gerade diese Abweichungen sind hierbei von besonderem Interesse. Zunächst einmal teilen beide die Überlieferung prinzipiell in eine Messtradition und eine Motettentradition ein, die sich deutlich anhand des Beginns wie auch des Schlusses und auch den platzierten Fermaten der Motette umreißen lassen.<sup>224</sup> Auch wird hieran erkennbar, wie stark Noblitt, obwohl er die Messe ediert, dennoch auf die Motette eingeht – auch wenn sein Stemma letztendlich nur die Messtradition abbildet.

Einig sind sich beide beispielsweise in der Zuweisung der Quellen zu der Motettentradition: sowohl der Petrucci-Druck der Motette [1503<sup>1</sup>], der Petrucci-Druck der Lauda [1508<sup>3</sup>] als auch das Tschudi-Liederbuch [SGallS463] werden dieser zugeordnet. Auch identifizieren beide den Motettendruck als Vorlage des Tschudi-Liederbuchs.<sup>225</sup> Allerdings verortet Noblitt den Laudendruck Petruccis [1508<sup>3</sup>] in Abhängigkeit zum Motettendruck zum einen aufgrund der späteren Entstehung als auch von Ähnlichkeiten im Layout des Superius.<sup>226</sup> Blackburn dagegen sieht beide Quellen als gleichrangig abhängig von einem gemeinsamen Vorgänger. Zum einen begründet sie auf Basis der Textunterlegung der Lauda, dass diese eine Kontrafaktur sein müsse. Zum anderen zieht sie die Bezüge zur Messtradition stärker in Betracht und weist zudem auf das Fehlen des für Petrucci-Drucke charakteristischen *sesquialtera*-Zeichens  $\frac{3}{2}$  hin, welches allerdings im Motettendruck auftaucht.

---

<sup>224</sup> Vgl. NJE 7, S. 28; NJE 22, S. 39.

<sup>225</sup> Vgl. NJE 7, S. 28; NJE 22, S. 40.

<sup>226</sup> Vgl. NJE 7, S. 28.

Dieses Zeichen bezieht sie wiederum auf den Herausgeber Petruccis – Petrus Castellanus – und weist damit vielmehr den Motettendruck als Zeugnis editorischer Intervention wie auch Kontamination aus.<sup>227</sup>

Auch unterscheidet sich die Einschätzung der beiden bezüglich der Stellung von [FlorBN Panc. 27] im Stemma. Beide weisen auf die Nähe zur Messtradition hin. Noblitt verortet die Quelle in dieser basierend auf „the same pitch content [...] as well as the additional fermatas found in the printed sources of the Mass“.<sup>228</sup> Die Diskrepanzen zwischen beiden Quellen sprächen, so Noblitt, nicht gegen eine direkte Abhängigkeit der Quelle von [Pet1505], zumal diese viele Stücke aus frühen Drucken Petruccis enthielte.<sup>229</sup> Blackburn allerdings veranlassen sie dazu, der Quelle eine Hybridposition zuzuschreiben. Zwar folge die Eröffnung der Messtradition, aber hier werde ebenfalls nur eine **3** als *sesquialtera*-Zeichen verwendet. Gemeinsam mit den beiden Fragmenten, denen auch Noblitt einen Hybridstatus zuspricht, weist Blackburn damit auch [FlorBN Panc. 27] einen Status zu, der von Kontaminationen von beiden Seiten des Stemmas geprägt sei.<sup>230</sup>

[ModD 4] wird von Noblitt ebenfalls in Abhängigkeit des ersten Messdrucks von Petrucci verortet, auch wenn er diese aufgrund der geringen Zahl an Fehlern des Druckes anhand anderer Charakteristika belegen müsse. Hierzu dient ihm zum einen der paläographische Befund, dass die mehrmalige Ersetzung eines längeren Notenwertes durch zwei kürzere erst nachträglich vorgenommen wurde. Die Ligaturen seien ebenfalls weitestgehend mit denen bei Petrucci identisch, zumal selten handschriftliche Quellen so wenig Abweichungen zu dessen Drucken aufweisen würden. Letztendlich begründet er den Befund aber anhand des gemeinsamen Musters an Abweichungen gegenüber der vatikanischen Quelle. Hierbei folge Modena der Lesart des

<sup>227</sup> Vgl. NJE 22, S. 40.

<sup>228</sup> NJE 7, S. 30.

<sup>229</sup> Vgl. NJE 7, S. 30.

<sup>230</sup> Vgl. NJE 7, S. 29; NJE 22, S. 42.

*cantus firmus* im Petrucci-Druck, wie auch dessen konsequenter Vermeidung von Unterterzkadenzen.<sup>231</sup> Blackburn verweist auf die abweichende Positionierung Noblitts, allerdings charakterisiert sie die Quelle als weiter entfernt von [Pet1505] als [VatS 41]. Sie widerspricht ihm wiederum basierend auf dem abweichenden *sesquialtera*-Zeichen.<sup>232</sup>

Wesentlich sind somit im Vergleich der beiden Analysen in erster Linie feine Unterschiede in der Bewertung von Abweichungen. Beide geben den Fermaten, auch wenn diese nach Atlas streng genommen nicht signifikant sein sollten, erhebliches Gewicht, da sie diese vor dem Hintergrund der Tradition von Elevationsmotetten sehen.<sup>233</sup> Noblitt diskutiert recht ausführlich Ähnlichkeiten in Bezug auf Ligaturen, während Blackburn sowohl vertikale Linien (*barlines*) als auch mit besonders deutlichem Gewicht Proportionszeichen einbezieht. Akzidentien erwähnen beide, wenn auch nur mit eingeschränkter Bedeutung, indem diese Befunde unterstützen, aber nicht begründen können. Auch neigt Noblitt im direkten Vergleich stärker dazu, Divergenzen zugunsten der Verortung innerhalb einer der beiden Traditionen zu vernachlässigen als Blackburn es tut. Diese geht vielmehr von kontaminierten Befunden aus. Allerdings mag dies auch der Tatsache geschuldet sein, dass sie die einzelnen Traditionen weniger eng miteinander verbunden sieht, indem sie [1508<sup>3</sup>] und [ModD 4] eine andere Position zuweist. Die Signifikanz, die Blackburn den Proportionszeichen zuweist, machen diese zu ihrer wichtigsten Leitvariante. Dies basiert darauf, dass sie das verwendete 3 letztendlich dem Archetypen zuweist, indem sie die Abweichung davon als Spezifikum von Castellanus' Einfluss charakterisiert. Damit ist zwangsläufig jede Abweichung diesbezüglich auf diesen Urheber zurück zu verfolgen und alle anderen *sesquialtera*-Zeichen eine vom Archetyp abstammende Lesart. Dass die Vorstellung über die Gestalt

---

<sup>231</sup> Vgl. NJE 7, S. 31.

<sup>232</sup> Vgl. NJE 22, S. 42.

<sup>233</sup> Vgl. NJE 7, S. 28; NJE 22, S. 39.

des Archetypus besonders relevant ist, zeigt sich zudem auch bei Noblitt. Während Blackburn aufgrund der Betrachtung der gesamten Überlieferungsgeschichte die direkt auf den Archetypen folgenden Hyparchetypen als Aufspaltung in Mess- und Motettentradition charakterisieren kann, eliminiert Noblitt sämtliche Quellen, die nicht der Messtradition zuzuordnen sind. Trotzdem verortet er, ohne diese Aufspaltung der Überlieferung anzuführen, noch vor dem Petrucci-Druck und der vatikanischen Quelle einen Hyparchetypen. Als Grund hierfür führt er einige Fehler an, die beide Quellen gemeinsam haben<sup>234</sup>:

„One must conclude, therefore, that the extant sources of Josquin’s Mass did not derive directly from the composer’s autograph but are all dependent on another lost manuscript in which that error was already present (designated [b] in the stemma below).“<sup>235</sup>

Zöge er stattdessen die Möglichkeit in Betracht, dass der Archetyp bereits diesen Fehler enthielte, wäre dieser Hyparchetyp obsolet, insofern er nicht die Trennung der beiden Traditionen markiert.

### 2.3.5 Überlieferung im Spiegel der Josquinforschung

Sowohl Josquins *M. L’homme armé super voces musicales* als auch *M. L’homme armé sexti toni* wurden in einem Band (NJE 6) von Jesse Rodin herausgegeben. Beide Messen zeichnen sich vor allem durch ihren Status im Rahmen der Tradition *L’homme armé*-Messen aus. Somit sind beide besonders zahlreich in Quellen vertreten und damit einhergehend auch Gegenstand in musiktheoretischen Traktaten des 16. Jahrhunderts gewesen. Insbesondere die *M. L’homme armé super voces musicales* nimmt hierbei einen besonderen Stellenwert ein, wenn sie aufgrund ihrer men-

<sup>234</sup> Vgl. NJE 7, S. 31.

<sup>235</sup> NJE 7, S. 32.

suralen und modalen Komplexität in 14 Traktaten von 1537–1592 zitiert wurde.<sup>236</sup> An dieser Messe lässt sich zunächst recht gut das grobe Vorgehen Rodins umreißen, das die Quellenbewertung prägt, da hier keine Komplikationen auftreten. Im ersten Schritt nennt Rodin sämtliche Quellen und ordnet diese sowohl ihrer Herkunft entsprechend als auch auf Basis ihrer bekannten Datierung ein, dann schildert er, welche Quellen das Werk in welchem Umfang überliefern. In einem zweiten Schritt bemüht er sich um eine Verortung und Datierung des Werkes unter Einbeziehung biographischer Informationen zum Schaffen Josquins. Im Falle der *M. L’homme armé super voces musicales* ist es ihm möglich, anhand der frühesten Quelle [VatS 197] die Messe in der Zeit von Josquins Anstellung an der Päpstlichen Kapelle anzusiedeln.<sup>237</sup> Da die Quelle zusätzlich hierzu von hoher Qualität ist und über spezifische Eigenarten – „a series of abstruse verbal canons“<sup>238</sup> – verfügt, siedelt er sie nah am Archetypen an und wählt sie damit als Leitquelle aus. Anschließend führt Rodin eine Gruppierung der Quellen im Sinne von Überlieferungstraditionen ein, die anhand von Lesarten begründet werden. Dieser Einteilung folgt eine detaillierte Besprechung der Quellengruppen, in deren Rahmen die einzelnen Textzeugen miteinander in Relation gebracht werden, wie auch die Einschätzung von Spezialfällen vorgenommen wird. Zudem werden auch Betrachtungen der Aspekte, unter denen das Werk in musiktheoretischen Traktaten behandelt wurde, vorgenommen und darüber hinaus – weniger detailliert – eine Beurteilung der überlieferten Intavolierungen. Daran anschließend widmet sich Rodin in beiden Fällen notationspezifischen Aspekten in der Überlieferung wie auch der Frage nach der Authentizität des Titels.

Wie bereits gezeigt werden konnte, verläuft die Quellenbewertung der *M. l’homme armé super voces musicales* (NJE 6.3) weitgehend komplikati-

---

<sup>236</sup> Vgl. NJE 6, S. 133.

<sup>237</sup> Vgl. NJE 6, S. 122.

<sup>238</sup> NJE 6, S. 122.

onsfrei ab. Rodin unterscheidet in diesem Fall zwei Überlieferungstraditionen, eine ‚römische‘ basierend auf [VatS 197] und eine basierend auf dem frühesten Druck Petruccis [Pet1502]. Wesentlich für die Differenzierung der beiden Gruppen sind 17 Fehler in Petruccis Druck, die zwar leicht zu emendieren seien, aber – obwohl in einigen von [Pet1502] abhängigen Quellen Emendationen vorgenommen wurden – allein durch ihre bloße Zahl die Zuweisung einer Quelle zu dieser Tradition einfach machen.<sup>239</sup> In diesem Rahmen sind zwei Aspekte von Relevanz: Zum einen die Argumentation dafür, die Edition auf der römischen Tradition fußen zu lassen, zum anderen die Strategien, anhand derer die Positionierung einer Quelle im Stemma vorgenommen wird. Zu ersterem Punkt liefert Rodin acht Passagen, deren Vergleich und Beurteilung als Basis seiner Entscheidung dienen. Seine Einschätzungen beruhen dabei sowohl auf der Herleitung möglicher Emendationsversuche wie auch der Abwägung der jeweiligen Änderungsrichtung hinsichtlich ihrer Plausibilität. Hierbei wird zumeist der Weg einer Simplifizierung bevorzugt, wie auch an anderen Stellen einer *lectio difficilior* explizit der Vorzug gewährt wird. Darüber hinaus dienen satztechnische Aspekte wie ein „exceedingly unlikely“ Sextsprung oder andere Wendungen, die bezüglich ihrer Charakteristik bewertet werden, der Abwägung einer bevorzugten Version.<sup>240</sup> Der Positionierung der einzelnen Textzeugen innerhalb des Stemmas stellt Rodin zunächst voran, dass sich die gesamte römische Tradition durch die weitgehende Stabilität des Textes auszeichne. Die Begründung von Untergruppen erfolgt dann auf einer kleinen Zahl signifikanter Varianten, insbesondere einiger spezifischer Lesarten von [VatS 197]. Entsprechend dieser Lesarten, von denen einige auf den Archetyp zurück geführt werden, nimmt er die Gruppierung vor. Charakteristisch hierbei ist, dass Rodin zwei Quellen eine direkte Beziehung zum Archetypen zuspricht – basierend auf einer gemeinsamen Lesart,

---

<sup>239</sup> Vgl. NJE 6, S. 122.

<sup>240</sup> Vgl. NJE 6, S. 123.



die er als Klärung eines möglicherweise zu Verwirrung führenden Akzidens im Archetypen herleitet.<sup>241</sup> Die weitere Einschätzung über Subtypen basiert im Wesentlichen auf der Auswertung gemeinsamer bzw. unikalere Varianten. Hierbei bemüht sich Rodin insbesondere darum, die Varianten entsprechend durch eine Entstehungshypothese im Stemma zu verorten, die anhand satztechnischer Gegebenheiten argumentiert und mögliche Ursachen eines Fehlers nennt.<sup>242</sup> Im weiteren Verlauf zeigt sich, dass Rodin sowohl seiner Gruppierung entsprechend widersprüchliche Befunde als möglicherweise „false positive“<sup>243</sup> nennt, wie er auch die Auswirkungen von Kontaminationen diskutiert. So führt er zwei Sonderfälle, die sich nicht klar einer Tradition zuweisen lassen, auf die Verwendung unterschiedlicher Vorlagen für einzelne Messsätze zurück wie auch die Rekomposition ganzer Passagen.<sup>244</sup> Zu erwähnen ist außerdem die Argumentation, anhand der Rodin beide genannten Traditionen in Beziehung zueinander setzt. Hierbei wägt er zwischen zwei Quellen ab, die er als Teil der römischen Quellenfamilie identifiziert hat, die aber sowohl zwei Varianten untereinander als auch Lesarten mit Petrucci teilen, allerdings aber nicht zueinander in Abhängigkeit gebracht werden können. Zur Heranziehung der einen Quelle als mögliche Brücke, verwirft er zunächst basierend auf ihrer hohen Fehlerzahl die Beteiligung der Quelle aus Uppsala. Hierbei schätzt er die Quelle aufgrund der mangelnden Sorgfalt ihres Schreibers, bzw. der Vorlage, als nur wenig signifikant ein und erklärt darüber hinaus die mit Petrucci gemeinsamen Lesarten als Kopierfehler. Die Quelle aus Modena, der Rodin zuvor eine deutliche Nähe zu [VatS 197] zugesprochen hat, bleibt hierdurch übrig. Hierauf aufbauend umreißt er ein Szenario, in dem die Vorlage der Quelle aus Modena ebenfalls vom Archetypen abstammte und sowohl einen falschen Punkt wie auch andere kleinere Abweichungen ein-

---

<sup>241</sup> Vgl. NJE 6, S. 124.

<sup>242</sup> Vgl. bspw. NJE 6, S. 124–126.

<sup>243</sup> NJE 6, S. 126.

<sup>244</sup> Vgl. NJE 6, S. 126, 129.

fürhte. Diesen Hyparchetypen macht Rodin darüber hinaus indirekt als Vorläufer der Petrucci-Tradition aus, in dessen weiterer Linie allmählich die notationsspezifischen Eigenheiten des Archetypen normalisiert wurden.<sup>245</sup>

Einen anderen Fall stellt dagegen die *M. L'homme armé sexti toni* (NJE 6.2) dar. Ohne auf biographische Belege zur Herkunft der Messe rekurreren zu können, teilt Rodin die Überlieferung in zwei Traditionen ein, die er als „italian“ und „northern“ bezeichnet und deren Aufteilung er in 42 Fällen beobachtet. Deutlich macht er zudem, dass das Maß der Divergenz zwischen den Überlieferungstraditionen dieser Messe hervorsticht.<sup>246</sup> Anhand der Abwägung der einzelnen signifikanten Passagen zeigt Rodin auf, dass keine dieser Traditionen über klare Priorität verfügt, sondern dass vielmehr beide von einem gemeinsamen Vorfahren abstammen und Korruptionen nachträglich in beide Seiten des Stemmas eingeführt wurden.<sup>247</sup> Exemplarisch schildert Rodin an fünf Varianten, wie er zu dieser Einschätzung kommt, bevor er im weiteren Verlauf die einzelnen Textzeugen innerhalb der Überlieferungstraditionen verortet.<sup>248</sup> Hierbei nutzt er vor allem den Vergleich mit anderen Josquin sicher zugeschriebenen Werken, basierend auf dem von ihm mitbegründeten *Josquin Research Project*.<sup>249</sup> Ansonsten bezieht er sich auf die Integrität melodischer Gesten, der plausibleren Richtung bei der Entwicklung einer Lesart aus der jeweils anderen oder stilistische Charakteristik. Hierbei zeigt sich deutlich, dass die nördliche Tradition in weiten Teilen als Simplifizierung der italienischen Tradition eingeschätzt wird. Komplikationen entstehen bei der Verortung der Überlieferung in diesen zwei Traditionen anhand zweier Quellen: [SegC s.s.] und [CasAC M(D)].

---

<sup>245</sup> Vgl. NJE 6, S. 127.

<sup>246</sup> Vgl. NJE 6, S. 28.

<sup>247</sup> Vgl. NJE 6, S. 32.

<sup>248</sup> Vgl. NJE 6, S. 28–32.

<sup>249</sup> JRP; Rod20.

So konstatiert Rodin selbst im Falle von [SegC s.s.], das er der nördlichen Tradition zuordnet, 17 gemeinsame Lesarten mit der italienischen Tradition und sieht diese als Indikation, die Quelle an die Spitze der nördlichen Tradition zu setzen.<sup>250</sup> Ebenso setzt sich [VatS 41] gegenüber der beiden anderen Hauptquellen, dem frühesten Petrucci-Druck [Pet1502] sowie [CasAC M(D)], der italienischen Tradition ab und wird dadurch näher an der Spitze des Stemmas verortet. Hierbei werden die beiden anderen Quellen als Resultat einer Umarbeitung einer musikalisch aktiven Person betrachtet. Dennoch verfügt [CasAC M(D)] über einige Fälle, in denen die Quelle als einzige mit der nördlichen Tradition übereinstimmt.<sup>251</sup> Um in diesem Fall eine Umsortierung des Stemmas zu vermeiden, führt Rodin zwei Hypothesen an: Entweder wurden die Lesarten des Archetypen auf beiden Seiten des Stemmas tradiert und unabhängig voneinander auf die gleiche Weise emendiert, oder [CasAC M(D)] oder dessen Vorlage emendierten in zufälliger Übereinstimmung mit nördlichen Lesarten. Im ersten Szenario hätten aber sowohl die vatikanische Quelle als auch der Petrucci-Druck unabhängig voneinander denselben Fehler gemacht.<sup>252</sup> Insbesondere unter Kenntnis des besprochenen Fallbeispiels in [Urc03] erscheinen diese Sonderfälle als bemerkenswert – Urchueguías Analyse von [SegC s.s.] rückt die Handschrift näher an eine italienische Überlieferungstradition.<sup>253</sup> Die Schwierigkeit hierbei liegt aber nicht einfach darin, dass Lesarten nicht berücksichtigt wurden, schließlich basiert die Gruppierung auf der Auswertung einer großen Zahl von Lesarten. Vielmehr erscheinen die Begründungen der jeweiligen Sonderstellung der Quellen problematisch. Jeder Erklärungsansatz ist nur für einen der Fälle gültig und gleichzeitig finden sich Lesarten auf beiden Seiten eines Stemmas, in dem zwei gleichberechtigte Traditionen abgebildet sind. Bei der anschließenden Auswahl von Lesarten für die Edition folgt

---

<sup>250</sup> Vgl. NJE 6, S. 32, 35.

<sup>251</sup> Vgl. NJE 6, S. 32–33.

<sup>252</sup> Vgl. NJE 6, S. 34.

<sup>253</sup> Vgl. Urc03, S. 227–228.

er wiederum Strategien, wie sie bereits umrissen wurden. Hinzu kommt, dass Lesarten von [SegC s.s.] Vorrang eingeräumt wird, wenn sie mit der italienischen Tradition übereinstimmen, da hierdurch auf eine größere Nähe zum Archetypen geschlossen wird.<sup>254</sup> Ebenso dienen Erklärungsansätze zur Tilgung eigentümlicher Lesarten, wie auch die explizite Bevorzugung von *lectiones difficilores* und Verwerfung von Passagen, die als Dekoration klassifiziert werden, zur Lesartenauswahl.<sup>255</sup>

Deutlich wird in beiden Beispielen, dass Rodin als Josquinforscher<sup>256</sup> sich vor allem der Rekonstruktion eines Komponistentextes verpflichtet fühlt.<sup>257</sup> Im Falle der *M. L'homme armé sexti toni* führt die angesprochene Varianz der Versionen zur Hypothese, dass Josquin entweder zwei Versionen komponiert hätte oder nicht an einem einzigen fixierten Text interessiert war<sup>258</sup> – einem Erklärungsmuster, das in solchen Fällen gerne angefügt wird, wenn keine autorisierte Version ausgemacht werden kann.<sup>259</sup> Wie auch Just legt Rodin bei der Gewichtung und Bewertung der Lesarten insbesondere Wert auf qualitative und genetische Erklärungsmuster, die sich stark an kontrapunktischen Gesichtspunkten orientieren. Neu ist allerdings die Auswahl von Lesarten anhand stilistischer Merkmale auf der Grundlage einer großen Datenbasis. Infrage steht allerdings, wie evident diese Methode wirklich ist, wenn zum stilistischen Vergleich im Falle von Werken Josquins das übrige Material der *New Josquin Edition* herangezogen wird, ebenfalls wiederum Produkte eines Editionsprozesses. Im schlechtesten Fall reproduziert man hierbei nicht die stilistischen Merkmale einer Komponistenpersönlichkeit, sondern vielmehr die Merkmale, die ihr im Rahmen der Renaissancemusikforschung zugeschrieben werden. Relativieren lässt sich dieser Zweifel

---

<sup>254</sup> Vgl. NJE 6, S. 35.

<sup>255</sup> Vgl. bspw. NJE 6, S. 38. 40. 41.

<sup>256</sup> Siehe auch Rod12.

<sup>257</sup> Vgl. NJE 6, 124, Fußnote.

<sup>258</sup> Vgl. NJE 6, S. 43.

<sup>259</sup> Siehe auch 2.2.3.

allerdings alleine durch das Verhältnis des Umfangs eines ganzen Messzyklus im Vergleich zum Umfang sämtlicher varianter Lesarten. Anhand der Auswertung des Materials des [JRP] beziffert Rodin die Varianz zwischen ~3% im Falle der *M. L'homme armé seti toni* und 1,28% im Falle der *M. Gaudeamus*.

### 2.3.6 Konträre Strategien zur Kontextualisierung von Befunden

Neben den Fällen aus der New Josquin Edition soll an dieser Stelle noch eine weitere Darstellung besprochen werden. In der Monographie<sup>260</sup> von Cristina Urchueguía nimmt die textkritische Arbeit eine zentrale Position ein für die Rekonstruktion von Überlieferungswegen von Messen in spanischen bzw. portugiesischen Handschriften. Anhand einzelner Werke diskutiert sie bereits in der Literatur vorhandene Stemmata, ordnet diese ein, erweitert sie gegebenenfalls und fertigt auch eigene Stemmata an, deren Genese ausführlich dargelegt wird. Ziel ist dabei in erster Linie die Beurteilung der Quellen, weshalb Fragen der Authentizität außen vor bleiben, diese seien „erst im Rahmen einer kritischen Edition von Belang“.<sup>261</sup>

Besonders eines der Werke erweist sich bei der Analyse von Strategien zur Entwicklung eines Stemmas als besonders nützlich, Antoine Busnoys *M. L'homme armé*. Urchueguía verbindet in diesem Fall ihre Einschätzung mit einer ausführlichen Diskussion der Einschätzung Richard Taruskins<sup>262</sup>, in deren Zuge sie diese verwirft und stattdessen ein eigenes Stemma präsentiert. Bemerkenswert ist hierbei, dass sie ihre Ausführungen auf dem Kollationsverzeichnis in Taruskins Kritischem Bericht<sup>263</sup> vornimmt. Ihre

---

<sup>260</sup> Urc03.

<sup>261</sup> Urc03, S. 196.

<sup>262</sup> Bus90, S. 1–46.

<sup>263</sup> Bus90, S. 37–46.

Kritik übt sie somit nicht an seiner Kollationierung, sondern stattdessen an der Gewichtung, Bewertung und Einordnung varianter Lesarten:

„Taruskin bedient sich heterogener Kriterien zur Bewertung der Quellen: die Authentizität der Lesarten leitet er von musikanalytischen Aspekten ab, ohne den von ihm im Lesartenverzeichnis vollständig wiedergegebenen Kollationsbefund zu beachten, der aber dem vorgeschlagenen Stemma in eklatanter Weise widerspricht.“<sup>264</sup>

Diese Kritik führt dazu, dass Urchueguía drei Quellen wesentlich anders einschätzt: [VatC 234], [VatSM 26] und [BarcBC 454] – im Gegensatz zu drei weiteren Quellen italienischer Herkunft.<sup>265</sup> Beide stellen fest, dass sich die Überlieferung in zwei Gruppen gliedert. Taruskin sieht auf der einen Seite [VatC 234] und [VatSM 26] gegenüber den italienischen Quellen, die er als „Roman redaction“ bezeichnet. Der Quelle aus Barcelona weist er stattdessen eine „maverick position in between“ zu.<sup>266</sup> Seine Einteilung macht er an sieben „major conjunctive errors“ fest, darunter wird als zuerst ein Fehler im *cantus firmus* genannt, der bei bekannter Melodie leicht erkennbar sei. Ebenso produziere die Version in [VatC 234] einen entschieden besseren Konktrapunkt.<sup>267</sup> In der Schilderung der weiteren Fehler unterlaufen ihm auch weitere Bewertungen der römischen Lesarten, die sich auf die nicht mehr vorhandene Koordination mit dem Text wie auch die geringere Fülle der Harmonie beziehen.<sup>268</sup> Als siebten und zentralen Fehler werden falsche Mensurzeichen im *Christe* und *Benedictus* angeführt, die der Struktur der Messe widersprechen, wie sie Taruskin in einem eigenen Abschnitt

<sup>264</sup> Urc03, S. 189.

<sup>265</sup> Auf eine genaue Nennung aller weiterer Quellen wird an dieser Stelle verzichtet. Vgl. hierzu [Urc03, S. 187; Bus90, S. 1].

<sup>266</sup> Vgl. Bus90, S. 8–9.

<sup>267</sup> Vgl. Bus90, S. 9.

<sup>268</sup> Vgl. Bus90, S. 10–11.

ausführlich erläutert.<sup>269</sup> Darüber hinaus führt Taruskin zahlreiche weitere stilistische Details an, in denen sich die ‚Roman redaction‘ vom Chigi-Codex unterscheidet. So verfüge diese über mehr Verzierungen in Kadenzten wie auch die harmonische Glättung der teilweise rauen Dissonanzbehandlung – Züge, die Taruskin mit dem Schlagwort „Italianate“ zusammenfasst.

Urchuguía dagegen positioniert, obgleich sie auch von einer zweiteiligen Überlieferung ausgeht, den Chigi-Codex als isoliert von den anderen Quellen. Ihr Hauptkritikpunkt an Taruskins Einschätzung liegt in der Unterbewertung von [BarcBC 454], obwohl in dieser Quelle als einzige neben dem Chigi-Codex die korrekten Mensurzeichen überliefert werden.<sup>270</sup> Taruskin stellt dies zwar ebenso fest, jedoch spricht er der Quelle aufgrund einiger unikalischer Korruptelen die Glaubwürdigkeit ab und ignoriert sie im Verlauf der Diskussion.<sup>271</sup> Stattdessen nennt Urchuguía einen signifikanten Fehler, der vielmehr die isolierte Position des Chigi-Codex zeige.<sup>272</sup> Taruskin führt dieselbe Stelle in seiner stilistischen Charakterisierung an: Den Korrekturversuch eines scheinbaren Fehlers deutet er vielmehr, da ein Auftreten desselben Fehlers in zwei Stimmen unwahrscheinlich sei, als auktorial intendiert. Er bemerkt stattdessen, dass diese Fehler vielmehr guten Kontrapunkt erzeugen würden.<sup>273</sup> Im weiteren Verlauf ihrer Ausführungen verweist Urchuguía auf Lesarten, die in Taruskins Kollation verzeichnet sind, aber nicht von ihm im Text erläutert werden. Sie problematisiert weiterhin die Stellung von [VatSM 26] und wägt mögliche Szenarien ab. Auf textkritischer Grundlage nimmt sie aber keine Entscheidung zwischen diesen Alternativen vor. Entweder müsste, wenn die italienischen Quellen und [VatSM 26] sich unmittelbar an den Archetypus anlehnten, geklärt werden, wie [BarcBC 454] römische Lesarten gegen [VatSM 26] wie auch den

---

<sup>269</sup> Vgl. Bus90, S. 11, 17–21.

<sup>270</sup> Vgl. Urc03, S. 189.

<sup>271</sup> Vgl. Bus90, 11, Fußnote.

<sup>272</sup> Vgl. Urc03, S. 189–190.

<sup>273</sup> Vgl. Bus90, S. 12.

Chigi-Codex enthalten kann. Oder man postuliere auf der Basis gemeinsamer Lesarten der römischen Quellen und [BarcBC 454] einen gemeinsamen Hyparchetypen, der auch die Bindefehler zu [VatSM 26] überliefert. Dann muss die Frage beantwortet werden, wie diese Quelle wiederum Lesarten enthalten kann, die sonst nur im Chigi-Codex auftauchen. Auch wenn sie letztendlich keine der im Folgenden geschilderten Hypothesen zur Lösung dieser Frage bestätigt, sieht sie in der Annahme, dass [VatSM 26] einen kontaminierten Textzustand überliefere, eine weniger willkürliche Erklärung.<sup>274</sup>

Auf der Grundlage dieses Werks und auch der zahlreichen weiteren diskutierten lassen sich Urchueguías Entscheidungsstrategien gut zusammenfassen. Zunächst einmal wird einer Lesart, die als Bindefehler klassifiziert wird ein enormes Maß an Signifikanz zugewiesen. Ein solcher hat mehr Gewicht als gemeinsame korrekte Varianten und wird als „eindeutiger Beweis für die Stellung [...] im Stemma“<sup>275</sup> betrachtet. Auch nutzt sie im Falle der bereits erwähnten Messe Busnoys’ die Identifikation einer *ad-hoc-Emendation* dazu, einen zusätzlichen Hyparchetypen zwischen dem Chigi-Codex und dem Archetypen zu positionieren, indem sie anhand einer Variante einen möglichen Fehler rekonstruiert und aufzeigt. Dass hierbei der Rhythmus einer anderen Stimme nachgebildet wurde statt der naheliegenderen Verlängerung einer einzigen Note, dient hierbei als Indiz über die Unkenntnis der Fassung in den anderen Quellen.<sup>276</sup> Ebenso werden einzelne Hyparchetypen direkt folgend auf den Archetypen eingefügt, indem ein in allen Quellen vorhandener Bindefehler angenommen wird.<sup>277</sup> Damit wird deutlich, dass im Zweifel der Qualität einer Passage als Fehler mehr Bedeutung eingeräumt wird als der bloßen Feststellung abweichender Lesarten. Zudem zeigt sich hieran wie stillschweigend davon ausgegangen wird, dass der

---

<sup>274</sup> Vgl. Urc03, S. 190–193.

<sup>275</sup> Urc03, S. 192.

<sup>276</sup> Vgl. Urc03, S. 190–191.

<sup>277</sup> Vgl. Urc03, S. 208.



Archetyp keine Fehler enthält. Die Rolle von Hyparchetypen ist insofern bemerkenswert, dass Urchueguía diese im Sinne von Traditionen oder Fassungen auffasst, wenn sie gleichzeitig Varianz auf eine größere Zahl von „interpolierten Quellen“ zurückführt.<sup>278</sup> Auch Zusammenhang stiftenden Elementen weist sie im Zuge des Lesartenvergleichs eine wichtige Rolle zu, zumal wenn ein prägnantes Motiv nicht Teil der Vorlage war. In einem derartigen Fall hält sie die Herstellung eines solchen Elementes in einer Revision für plausibler als dessen Tilgung.<sup>279</sup> Ebenso führt sie an, dass die Veränderung von Ungewöhnlichem zu Gewöhnlichem plausibler sei als in umgekehrter Richtung der Wandel einer „unauffällige[n] formale[n] Anlage in eine ungewöhnliche“.<sup>280</sup> Schreibergewohnheiten misst auch sie grundsätzlich nur wenig Bedeutung bei. So spricht sie explizit von „unfesten Elementen“<sup>281</sup> und schildert auch an anderer Stelle, dass beispielsweise Portamenti bei Klauseln zu den Phänomenen zählen, „die dem Schreiber zur freien Disposition standen“. Dabei spricht sie Klauselbildungen explizit einen stemmatologischen Wert ab, sofern diese keine „Abweichung von der Norm“ beinhalten.<sup>282</sup>

Zwei wesentliche Bemerkungen sind zudem noch zu machen. Zum einen ist auch hier die Betonung des Grundsatzes *recentiores non deteriores* zu erkennen. So dient die Feststellung einer Korrelation „mit dem peripheren Entstehungsort der Quelle“ zur Verortung der Tradition näher am Archetypen.<sup>283</sup> Auch an anderer Stelle betont sie die Stellung als peripheren Zeugen, wenn die jüngste Quelle die älteste Fassung überliefert.<sup>284</sup> Ob dieser Konstellation ein argumentativer Wert bei der Positionierung im Stemma zukommt, ist an dieser Stelle nicht zu sagen. Zum anderen ist zu

---

<sup>278</sup> Vgl. Urc03, S. 196.

<sup>279</sup> Vgl. Urc03, S. 214.

<sup>280</sup> Vgl. Urc03, S. 212.

<sup>281</sup> Vgl. Urc03, S. 193.

<sup>282</sup> Vgl. Urc03, S. 220.

<sup>283</sup> Vgl. Urc03, S. 194.

<sup>284</sup> Vgl. Urc03, S. 207.

bemerkten, dass, obwohl Urchueguía sich – gerade im direkten Vergleich mit Taruskin – stilistischer Bewertungen weitestgehend enthält, sie dennoch auch Gebrauch vom Grundsatz der *lectio difficilior* macht. Im Rahmen der Analyse der Überlieferung von Heinrich Isaacs M. La Spagna begründet sie mit dieser Prämisse die Deutung von „rhythmisch komplizierteren oder graphisch anspruchsvolleren Alternativen als originale Lesarten“ die Entscheidung, die Lesarten einer Tradition als archetypisch zu betrachten.<sup>285</sup> Gerade im Zusammenhang mit der bereits dargestellten starken Gewichtung falscher Lesarten ist dies zu betonen, da sie den Eindruck des implizit vorherrschenden Verständnisses von Überlieferung im degenerativen Sinne verstärken. Ebenso zeigt sich, der hohe Stellenwert der *Examinatio* in ihrem Vorgehen, der sie selbst zentrale Bedeutung zuspricht:

„Die Vorbehalte, die die Musikwissenschaft gegenüber der von Lachmann entwickelten, von Maas erweiterten und von weiteren Wissenschaftlern [...] revidierten Methode der Stemmatologie hegt, sind m.E. grundlos. Entscheidend beim textkritischen Prozeß ist letztlich der Schritt der *Examinatio*, der nur auf der Grundlage höherer Kritik, d. h. *cum grano salis* in unserem Fall der musikalischen Analyse im weitesten Sinne, geleistet werden kann. So verstanden stellt die Methode eine vom Gegenstand völlig unabhängige Arbeitsgrundlage dar.“<sup>286</sup>

### 2.3.7 Fazit – Was ist der Archetypus?

Die unmittelbar daran anschließende Relativierung der Forderung nach absoluter Objektivität<sup>287</sup> eignet sich auch besonders zur Einleitung dieses Fazits. In sämtlichen aufgeführten Fällen zeigt sich, wie deutlich der Maßgabe entsprochen wird, Quellen zu gewichten statt sie zu zählen. Es

<sup>285</sup> Vgl. Urc03, S. 219.

<sup>286</sup> Urc03, 217, Fußnote.

<sup>287</sup> Vgl. Urc03, 217, Fußnote.

wird letztendlich, auch wenn ein ausführliches Bild der Kollation in einer Quellenbewertung geschildert wurde, argumentativ zumeist anhand einiger weniger griffiger Passagen vorgegangen. Ebenso ist zu bemerken, wie eng methodisch stark strukturiertes Vorgehen und auf den ersten Blick mechanistisch anmutende Anteile mit der Entfaltung individueller Argumentationsstrategien und darunter erkennbaren geläufigeren Prämissen einhergehen.

Die Grundlagen der Recensio bleiben hierbei weitestgehend gleich, insbesondere Bents Grundsätzen zur Etablierung direktonaler und direkter Beziehungen wird gefolgt. So zeigt sich auch, dass gerade in Fällen großer Quellennähe zumeist keine Komplikationen auftreten. Ebenso bilden insbesondere die Befunde über die Rolle der Messdrucke Petruccis und der sich auf diesen etablierenden Überlieferungstraditionen über alle betrachteten Fälle hinweg ein stimmiges Gesamtbild in der Vorgehensweise. Entsprechend offensichtlich wird das Überwiegen direkter Beziehungen in diesen Traditionen. Inwiefern die einzelnen Schilderungen sich eventuell überschneiden könnten, wurde an dieser Stelle nicht gezielt überprüft, da der Fokus auf der Vorstellung der jeweilig gewählten Ansätze liegt. Basierend auf genau diesem Vorhaben zeigen sich zudem grundsätzliche Schwierigkeiten in der Vergleichbarkeit, die noch zu thematisieren sind. Im Falle der auf frühen Drucken basierenden Überlieferungen fallen diese aber um einiges geringer aus, als es sonst der Fall wäre. Hierfür eröffnet die Überlieferung in Drucken offensichtlich gute Bedingungen. Gerade Petrucci bietet eine vergleichbar große Menge Material aus bekannter Herkunft. Einen deutlichen Vorteil stellt die große graphische Homogenität dar – allein die Beschränkung auf zweiteilige Ligaturen ist ein für die Kontextualisierung von Quellen besonders wertvolles Charakteristikum. Darüber hinaus sind die Drucke zumeist datiert und gerade der Vergleich über spätere Auflagen und Nachdrucke hinweg bieten einen Untersuchungsgegenstand, an dem sich eine Recensio in ihrer kombinatorischen Grundform, basierend auf mechanistischen

Kopierfehlern, ausüben lässt. Insgesamt zeigt sich, dass hier von einem normierenden Einfluss gesprochen werden kann, durch den viele Aspekte, die unter dem Begriff Schreibergewohnheiten zusammengefasst werden, wesentlich weniger permutieren und auch indikativen Wert erhalten.

Als weiteren Teil des Vorgehens muss darüber hinaus auch die *Examinatio* betrachtet werden. Sie ist, wie anhand der Äußerung *Urchueguías* und im Rahmen der vorangegangenen Ausführungen gezeigt werden konnte, zentral für die Erarbeitung eines Stemmas. Allerdings zeigt sich, dass eine Systematisierung, in der sich *Recensio* und *Examinatio* klar voneinander abgrenzen lassen, anhand der Fallbeispiele nicht vorgenommen werden kann. An wesentlichen Punkten greifen beide Aspekte bei der Positionierung von Quellen innerhalb eines Stemmas untrennbar ineinander, begonnen bereits bei der Klassifizierung von Passagen hinsichtlich ihrer Signifikanz. Sämtlichen Fallbeispielen gemein ist eine klare Gewichtung der Beweiskraft danach, ob eine Lesart als Fehler, Variante, im Sinne einer Abweichung von Tonhöhe und/oder Rhythmus, oder als ‚minor variant‘ klassifiziert wird. Auch zeigt sich, dass üblicherweise ein komplexes Geflecht aus kleineren und größeren Fehlern wie auch Varianten gebildet wird, das argumentativ gegeneinander abgewogen wird. Wird hierbei einem Fehler bzw. einer Variante Leitcharakter zugesprochen, überwiegt die Beweiskraft immer die der – stellenweise auch zahlreichen – anderen Befunde. Deutlich lassen sich gerade in diesem Vorgehen individuell unterscheidbare Strategien wie auch situative Unterschiede beobachten. Gerade das Vorgehen *Hudsons* zeigt, dass insbesondere der Grad an Varianz innerhalb einer Überlieferung das Signifikanzniveau bestimmen kann. Der Fall der *M. Faysant regretz* verdeutlicht, dass auch scheinbar wenig signifikante Parameter für eine Einschätzung herangezogen werden können. Ebenso sticht auch *Blackburns* Argumentation heraus, indem sie den verwendeten Proportionszeichen eine derart hohe Signifikanz zumisst, dass sie diese ins Zentrum ihrer Argumentation stellt. Gerade in Hinblick auf das häufige Auftauchen der Drucke

Petrucis in den anderen Fällen kann dies als Alleinstellungsmerkmal gesehen werden. Auch fällt auf, dass Noblitt sehr viel Wert in der Abgrenzung der einzelnen Traditionen im Überlieferungskomplex M. D'ung aultre amer / Tu solus qui facis mirabilia anhand der Motette legt. Die abschließende Bewertung der Messteile dagegen fällt erstaunlich blass aus; nach der Eliminatio aller vom Erstdruck abhängigen Quellen wählt er die vatikanische Quelle aufgrund ihrer Qualität aus. Ebenso kann beobachtet werden, dass nur Abweichungen von Tonhöhe und Rhythmus in Betracht gezogen werden. Im Falle der Messe Busnoys' thematisiert Urchueguía keine Aspekte wie Ligaturen, Akzidentien oder *minor color*, während Taruskin gerade die Quelle aus Barcelona auch aufgrund des gänzlichen Fehlens von letzterem deutlich abwertet. Auch Martin Just vernachlässigt derartige Faktoren. Noblitt erwähnt Unterschiede hinsichtlich der Ligaturen nur, um ihnen Implikationen hinsichtlich der Textunterlegung abzusprechen.

Ein weiterer Punkt, der auch mit der Frage nach der Signifikanz einhergeht, ist die Verwendung von Strategien zur Positionierung von Quellen, gerade in Bezug auf eingeführte Hyparchetypen und den vermuteten Archetypen. Zentral hierbei sind, wie auch bereits im Rahmen der Kriterien für Signifikanz, Annahmen über mögliche oder plausible Eigenschaften des Archetypen. Gerade in dieser Hinsicht sollte die Rückkopplung der Recensio an Methoden und Befunde der Examinatio unter großer Vorsicht stattfinden. So lässt sich gerade das Einfügen zu Hyparchetypen als einzelne Zwischenstufen auf der Basis falscher Lesarten in erster Linie als Konsequenz qualitativer Ansprüche an einen vermeintlichen Archetypen betrachten, die diesen als makellosen Ausgangspunkt einer allmählichen Degeneration annehmen. Dabei werden die Konsequenzen dieser Annahme nicht einmal nur dann deutlich, wenn sie explizit zur Geltung kommen, sondern vor allem durch die Gegenüberstellung einer Ausnahme. Barton Hudson ist im Rahmen der hier betrachteten Fallbeispiele als einziger dazu bereit, explizit mögliche Fehler im Archetypus anzunehmen. Welchen

Stellenwert er diesem dabei einräumt, kann nicht zweifelsfrei festgestellt werden – wird hierunter der Beginn einer sich spaltenden Überlieferung oder das erste manifeste und autorisierte Zeugnis eines Werkes verstanden? Damit einhergehend zu nennen ist auch die sehr verbreitete Prämisse der *lectio difficilior*, die eine Tendenz zur Simplifizierung impliziert und damit wiederum eine Erwartungshaltung an einen vermeintlichen Archetypus formuliert. Überspitzt könnte diese Haltung als Anspruch einer Einzigartigkeit definiert werden. Ob in der Hinsicht werkkonstituierender Konzepte oder im Gedanken an die Verwirklichung eines Kunstanspruchs, sei hier explizit außen vor gelassen. Gerade wenn auf Argumentationsmodelle zurückgegriffen wird, die die Genese von Lesarten in den Fokus nehmen, wird die Auswirkung dieser Prämisse deutlich. Prinzipiell kann gerade ein derartiger Ansatz als erhellend angesehen werden. So könnte er gezielt die Antithese zur Erwartung einer immer weiter steigenden Zahl *falscher* Lesarten darstellen, indem er gerade dem Bild des rein mechanischen Kopierprozesses widerspricht. Insbesondere in Fällen, in denen die Analyse einer Passage darauf abzielt, einen Eingriff zu rekonstruieren und dabei die Unkenntnis einer naheliegenderen Korrektur des Lapsus darzulegen, kann hier sicherlich ein starkes Argument gefunden werden. Wird in diesem Zuge aber schlichtweg nur zwischen der vermeintlichen Komplexität oder Simplizität von Lesarten abgewogen, ist dies als Basis für eine Direktionalität in der Überlieferung eher kritisch zu sehen.

Wie deutlich der Einfluss der, auch auf der Basis musikhistorischer Erkenntnisse gebildeten, Erwartungshaltung an einen Archetypen ist, zeigt insbesondere auch Blackburn. Die Signifikanz, die sie den Proportionszeichen einräumt, basiert auf einem derartigen Erwartungskonstrukt. Indem sie die Variante auf Petrus Castellanus zurückgeführt hat, definiert sie im Ausschluss die andere Lesart als archetypisch und damit auch auktorial

intendiert.<sup>288</sup> Berührt hiervon wird außerdem die Frage nach einem Personalstil. Auch in dieser Hinsicht wurde eine Erwartungshaltung in den betrachteten Fallbeispielen greifbar, zum einen in der Betrachtung der *M. Malheur me bat*, zum anderen besonders deutlich in den erwähnten *L’homme armé*-Messen. So argumentiert Rodin immer wieder vor dem Hintergrund der Charakteristik, wenn er Lesarten gegeneinander abwägt. Einzigartig ist sein Vorgehen hierbei durch die Konsultation einer großen Datenbasis, auch wenn dieses Vorgehen innerhalb des Kritischen Berichts nicht in den einzelnen Fällen transparent gemacht wird. Ebenso basiert seine Einschätzung zur Überlieferung der *M. L’homme armé super voces musicales* darauf, dass notationsspezifischen Eigenheiten der Status als archetypisch zugewiesen wird. Gerade da die Argumentation der *M. L’homme armé sexti toni* sich nicht in vergleichbarer Weise auf derartige Parameter stützt, zeigt sich hier der exzeptionelle Charakter dieses Falls. Anhand der Einschätzung einer Passage als auktorial lässt sich zudem zeigen, wie weit hier Argumentationsmuster durchbrochen werden können. Exemplarisch ist hierbei die stark abweichende Einschätzung Taruskins und Urchueguías zur Messe *Busnoys’*. Besonders virulent ist hierbei die unterschiedliche Einschätzung der Passage im *Kyrie II*. Während Urchueguía hierin klar eine falsche Lesart sieht und darauf aufbauend dieser Leitcharakter zuspricht, schätzt Taruskin die Stelle völlig anders ein. Er sieht zwar die Möglichkeit, einen Fehler darin zu erkennen, geht aber stattdessen von einer auktorialen Intention aus. Damit legitimiert er eine Lesart und stellt diese in die Nähe des Archetypen, den er insbesondere auch anhand stilistischer Kriterien definiert, während diese andererseits – ohne der Unterstellung intentionalen Wertes – eine zentrale Position in der Klassifizierung einer Quelle als Außenseiter darstellen kann.

---

<sup>288</sup> „Josquin himself normally used “3” to indicate sesquialtera.“ NJE 22, S. 40.

Im Lichte dieser Aspekte erscheint es nicht verwunderlich, wenn auf der Basis desselben Lesartenverzeichnisses zu entscheidend unterschiedlichen Einsichten gelangt wird, wie es gerade im Vergleich von Taruskin und Urchueguía der Fall ist. Indem der Signifikanz von Befunden eine derart große Bedeutung eingeräumt wird, dass explizit eine Auswertung anhand von Häufigkeiten als abträglich betrachtet wird, ist es völlig ersichtlich, wenn unterschiedliche Personen mit unterschiedlichem Hintergrundwissen und Erfahrungsschatz zu anderen Einschätzungen kommen. So zeigt sich, dass selbst über die Klassifizierung einer Variante als Fehler nicht zwangsläufig Einigkeit herrschen muss. Die Thematisierung der Erwartungen an einen Archetypen zeigt die Rolle subjektiver Einschätzungen geradezu exemplarisch, da in einer nicht unbeträchtlichen Zahl von Fällen ganze Argumentationsketten einem Verwerfen dieser Prämissen nicht standhalten würden. Wie fragil diese auch auf dieser Basis bereits sein können, zeigen Fälle wie die *M. L'homme armé sexti toni*, wenn der Möglichkeit unabhängig voneinander entstehenden identischen Lesarten im Vergleich zu anderen Fällen eine hohe Bedeutung beigemessen wird. Die Vergleiche der Stemmata von Noblitt und Blackburn wie auch Taruskin und Urchueguía verdeutlichen auf eindruckliche Weise die Auswirkungen unterschiedlicher Gewichtungen. Letztendlich ist es, will man diese Anmerkungen zu einer – fraglos plakativen – Feststellung fortführen, schon beinahe paradox, welche große Rolle impliziten Erwartungen an einen Archetypen zukommt, obwohl das Verfahren diesen zumeist als verloren annimmt. Sobald also mehr als rein kombinatorische Gründe für die Direktionalität eines Stemmas zum Tragen kommen, ist der Frage nach der Funktion des Archetypus eine enorm hohe Bedeutung beizumessen. Hierbei kann er als bloßer Beginn einer Aufspaltung verstanden werden, als große Unbekannte in einem Netz aus Zeugen, als möglichst unverdünntes Kondensat einer stilistischen Charakteristik oder eben auch als verlorene Inkorporation unfehlbarer auktorialer Intention.





## Kapitel 3

# Konzepte und Verfahren der computerbasierten Sequenzanalyse

Das Potenzial der Computerunterstützung im Rahmen der Edition von Musik des 15. und 16. Jahrhunderts zeigte sich bereits deutlich in den Fallbeispielen des vorangehenden Teils. So nutzt beispielsweise Jesse Rodin eine große Datenmenge, die kodierte New Josquin Edition, um Varianten damit zu vergleichen und darauf aufbauend editorische Entscheidungen zu treffen. Dieses Vorgehen hatte Thomas Hall sicherlich unter anderem auch im Sinne, als er bereits 1975 die Vorteile ansprach, die ein großes Datenrepositorium im Rahmen der Editionsarbeit bringen kann:

„Such a repository will allow us not only to increase the historical validity of our critical editions by better establishing relative authority of the sources, but also to increase our knowledge in general of the compositional practices and the musical life of the Renaissance.“<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Hal75, S. 45.

Seine Arbeit demonstriert bereits das Potential computerassistierter Verfahren im Rahmen des Editionsprozesses, sowohl für die Metadatenverwaltung als auch für Kollation und Filiation – gerade Josquins M. De beata virgine ist hierfür ein besonders geeignetes Beispiel. Doch weist auch Hall in seiner Diskussion der Recensio bereits auf die methodischen Schwierigkeiten hin, die damit verbunden sind: „anomalies almost always occur in a recension and must be reduced by methods which are seldom objectively verifiable.“<sup>2</sup> Als Kernproblem nennt auch er die Bestimmung eines signifikanten Fehlers im klassischen philologischen Sinne, weswegen er nur Teilstemmata unproblematischer Beziehungen in der Überlieferung der Messe präsentiert.<sup>3</sup> Zur Lösung dieser Schwierigkeiten schlägt er ein teilautomatisiertes Verfahren vor, indem entweder Konflikte durch den/die Editor\*in begutachtet und schließlich abweichende Lesarten in der Konstruktion eines Stemmas verworfen werden, oder der/die Editor\*in hypothetische Stemmata vorschlagen und anschließend sämtliche Unregelmäßigkeiten, die dieses Stemma impliziert, ausgegeben werden.<sup>4</sup> Indem er aber die Bewertung von Anomalien der editorischen Expertise überlässt, bleibt ihr damit letztlich auch die Konstruktion des Stemmas an sich überlassen. Halls Programm übernimmt hierbei die rein kombinatorischen Arbeitsanteile der Recensio, die auch in den Fallbeispielen bereits als konfliktarm ausgemacht werden konnten.<sup>5</sup>

Eine schlichte Übernahme dieses Ansatzes ist auch aus anderen Gründen auszuschließen: Ein System, das entsprechend der Entstehungszeit auf der Nutzung von Lochkarten basiert, müsste kompatibel zu aktueller technischer Infrastruktur komplett neu implementiert werden. Über das von Hall entwickelte Kodierungssystem *Fast-Code* sind allerdings keine Details in Erfahrung zu bringen, da es wohl für diesen Kontext speziell

---

<sup>2</sup> Hal75, S. 42.

<sup>3</sup> Vgl. Hal75, S. 41–42, 53.

<sup>4</sup> Vgl. Hal75, S. 43.

<sup>5</sup> Vgl. 2.3.

---

entwickelt wurde und sonst keine größere Verbreitung erfuhr.<sup>6</sup> Vor allem aber muss die Frage gestellt werden, mehr als 40 Jahre später, ob nicht gerade durch die enorme Entwicklung der Computertechnologie auch dieser von Hall noch ausgeklammerte Bereich automatisierbar ist. Gerade eine mögliche Anwendung im Rahmen von Repertoirestudien, beispielsweise zur Überlieferungsgeschichte größerer Korpora, erfordert ein Mindestmaß an Vergleichbarkeit, die eine bloße Auswertung bereits existenter Stemmata nicht bieten kann, wie die Fallbeispiele im letzten Kapitel vor Augen führen. So macht eine vergleichende Untersuchung es vielmehr erforderlich, sicherzustellen, dass die Analyse einzelner Überlieferungswege auf denselben Grundannahmen fußt. Damit ist es auch notwendig, eben diese Grundannahmen explizit zu machen und in einer Weise zu formalisieren, dass diese Teil eines vollständig automatisierten Verfahrens sein können. In diesem Zuge werden jene Modelle und damit auch die Annahmen, auf denen sie basieren, evaluierbar und eröffnen damit wiederum Potential für weitere Beobachtungen.

Genau aus diesem Grund ist die Frage danach, wie sich Modelle musikalischer Überlieferung formalisieren lassen, ein zentraler Punkt im Rahmen einer Automatisierung der Filiation. Statt allerdings eine Eigenentwicklung aus den Konzepten der Textkritik und der Logik der Renaissancemusik(forschung) folgend zu entwickeln, erscheint vielmehr ein Transfer als vielversprechender Ansatz. Zur Analyse von Gen- und Proteinsequenzen haben sich bereits zahlreiche elaborierte Methoden etabliert, die ebenso die Untersuchung systematischer Ähnlichkeiten wie auch von Abstammungsprozessen ermöglichen sollen. Dabei hat gerade der Schritt hin zur Automatisierung eine Weiterentwicklung eines gesamten Forschungsfeldes ermöglicht, der kaum zu unterschätzen ist. Der Transfer von Fragen der Überlieferungsgeschichte von Texten und seinen Anleihen bei der Genealo-

---

<sup>6</sup> Vgl. Sel97, S. 587.

gie hin zu Analogien aus der Biologie ist zudem ein der Textkritik prinzipiell inhärentes Phänomen. So verwendet auch Paul Maas in der Schilderung dessen, was ein Stemma ist, einen – zugegeben tendenziösen – Vergleich:

„Das Schema, durch das wir das Abhängigkeitsverhältnis der Zeugen darstellen, nennen wir Stemma. Das Bild ist der Genealogie entnommen: die Zeugen verhalten sich zum Original etwa wie die Nachkommen eines Mannes zu diesem. Man könnte sich so auch die Vererbung der Fehler klarmachen, etwa indem man alle Frauen als Fehlerquellen betrachtete. Aber das Wesentliche, das Ziel der Rekonstruktion des Originals, ist unvergleichbar. — Eher könnte die Verästelung eines an verschiedenen Stellen verschieden okultierten Baumes ein Bild von den Aufgaben der *recensio* und dem Wesen des Archetypus geben.“<sup>7</sup>

Auch wenn die Frage nach gewissen Implikationen außen vor gelassen werden soll, bietet dieser Vergleich genügend Potential für Diskussionen. So wird deutlich, dass Maas klare Bezüge zur Abstammungslehre wie auch zur Vererbung setzt. Entsprechend der Forderung nach unkontaminierten Textzeugen geht er hierbei zunächst von jeweils einem Vorfahren aus. Ebenso wird aber auch deutlich, dass er Fehlerquellen als einen systematischen Faktor der Variation auffasst. Was in dieser Vorstellung nicht explizit behandelt wird, aber dennoch einen wesentlichen Faktor in der Genetik wie auch der Überlieferung von Texten darstellt, ist der Einfluss des Zufalls. So bietet letztlich auch die klassische Vererbungslehre, beispielsweise im Fall von Blutgruppen, keine eindeutigen Konditionalverbindungen, sondern bestimmt vielmehr eine Ausgangskonstellation Wahrscheinlichkeiten dafür, welches Merkmal sich bei einem Nachkommen beobachten lässt. Will man Maas' Bild weiterdenken, fehlt hier eine eindeutige Verortung. Eher lässt sich hier ein Verständnis eines nahezu vollständig determinierten Prozesses

---

<sup>7</sup> Maa57, S. 14.

sehen. Zieht man aber den verwendeten Signifikanzbegriff heran, wandelt sich dieses Bild. Mit der Auswahl der abweichenden Lesarten soll gerade der Einfluss zufälliger Variation, hier im Sinne eines Grundrauschens, minimiert werden, damit die Rekonstruktion von einem systematischen Faktor bestimmt wird.

Allein diese kurze Diskussion zeigt bereits, dass ein detaillierter Vergleich einerseits möglich und andererseits nötig ist, wenn Filiation und Abstammungsforschung zusammengebracht werden. Aus diesem Grund werden im folgenden Teil wesentliche Grundbegriffe und Verfahren der Sequenzanalyse vorgestellt und hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in der Musikforschung kontextualisiert. Da die Verfahren der Sequenzanalyse vollständig auf mathematischen Modellen basieren, die dazu geeignet sind, biologische Zusammenhänge zu beschreiben, ist dies kein Vergleich von Konzepten der Überlieferungsgeschichte von Musik, oder grundsätzlich von Texten, mit den Modellen der Genetik oder Biochemie. Stattdessen geht es darum abstrakte Modelle, die bestimmte Eigenschaften notwendigerweise mit sich bringen, mit dem Gegenstand zu vergleichen, zu dessen Beschreibung sie genutzt werden sollen. Hierbei zeigt sich dann, ob eine Verwendung angemessen genug ist, um aussichtsreich zu sein, oder verworfen werden sollte.

## **3.1 Der Sequenzbegriff: Reihen von Zuständen**

Um die Konzepte verstehen zu können, auf denen die Verfahren der Sequenzanalyse beruhen, ist es unabdingbar zunächst den Begriff der Sequenz ins Zentrum der Betrachtung zu stellen. Im Rahmen des Methodentransfers ist nicht das biologische Verständnis einer Sequenz von vorrangiger Bedeutung, sondern vielmehr dessen Formalisierung. Zunächst einmal handelt

es sich bei einer Sequenz im biologischen Sinne um ein Molekül, das aus einer Abfolge kleinerer Bausteine besteht. Diese können DNA-Sequenzen, RNA-Sequenzen oder Proteinsequenzen sein.<sup>8</sup> Die Abfolge dieser Bausteine werden in Form einer Zeichenkette abstrahiert – andere Eigenschaften, wie beispielsweise die räumliche Struktur, werden dabei vernachlässigt. Ebenso muss deutlich gemacht werden, dass der Sequenzbegriff in der Informatik ein anderer ist:

„In der Molekularbiologie und der Bioinformatik wird unter einer Sequenz meist eine Zeichenkette verstanden, die ein DNA-Fragment oder ein Protein als Folge von Symbolen beschreibt, Die Sequenz ist eine grobe Abstraktion eines Makromoleküls; sie definiert die lineare Abfolge (*Primärstruktur*) von Basen im Falle der DNA bzw. von Aminosäuren im Falle von Proteinen. [...] Es ist zu beachten, dass der Begriff „Sequenz“ in der Informatik anders belegt ist; biologische „Sequenzen“ würden in der Begriffswelt der Informatik als Zeichenkette (*strings*) bezeichnet.“<sup>9</sup>

Biologische Sequenzen werden somit in Form von Zeichenketten dargestellt, in der jeder Buchstabe einen dieser Bausteine repräsentiert. DNA-Sequenzen bestehen aus vier verschiedenen Basen, daher werden nur vier verschiedene Buchstaben verwendet – A, T, C, G –, während Proteinsequenzen aus 20 verschiedenen Aminosäuren bestehen können. Jede Aminosäure wird ebenfalls mit einem Buchstaben repräsentiert. Wesentlich für alle weiteren Verfahren zum Umgang mit diesen Zeichenketten ist aber deren Beschreibung als diskreter stochastischer Prozess. Die einzelnen durch Buchstaben repräsentierten Bausteine stellen die in diesem Prozess möglichen Realisationen eines Zufallsexperimentes dar. Jede dieser möglichen Realisationen

---

<sup>8</sup> Zu biologischen Grundlagen siehe Mer15, S. 3–29.

<sup>9</sup> Mer15, S. 31.

besitzt eine bestimmte Wahrscheinlichkeit, mit der sie auftreten kann, und aufsummiert ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit  $p = 1$ . Strukturelles Wissen über Sequenzen spiegelt sich daher auch in Annahmen über zugrundeliegende Wahrscheinlichkeiten für bestimmte – komplexe – Ereignisse wieder, die sich im Vergleich mit einem Alternativmodell als Nullhypothese überprüfen lassen. Veranschaulichen lässt sich dies bereits in der Betrachtung von Häufigkeiten von Basenpaaren in DNA-Sequenzen. Ohne weiteres strukturelles Wissen, im Sinne eines Minimalmodells, würde man eine Gleichverteilung der Häufigkeiten aller Basen und damit dieselbe Wahrscheinlichkeit für sämtliche Basen annehmen, also  $p = 0,25$ . Die theoretische Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Basenpaares wäre damit  $p_{xy} = p_x p_y$ . Weicht nun die Beobachtung der Häufigkeiten von Basenpaaren in realen DNA-Sequenzen signifikant von der theoretisch erwarteten Wahrscheinlichkeit ab – was der Fall ist –, lässt sich daraus Wissen über den Aufbau von DNA-Sequenzen ableiten.<sup>10</sup>

Das Prinzip, Folgen von Symbolen zur Repräsentation größerer linearer Makrostrukturen zu verwenden, ist derart abstrakt, dass es sich in einer Vielzahl von Fällen anwenden lässt, ebenso auch die Beschreibung dieser Folgen mit Hilfe stochastischer Modelle. Ein Zeichensystem wie die Notation von Musik bildet da keine Ausnahme. Insbesondere für die Mensuralnotation mit ihrem begrenzten Zeichenvorrat, der im Gegensatz zur modernen Notation noch keine elaborierten Darstellungsformen für Dynamik, Artikulation oder Agogik umfasst, ist eine solche Modellvorstellung nutzbar und bietet ein enormes Potential. So ist gerade die Annahme, dass ein Notensystem eine Sequenz von Symbolen darstellt, eine wesentliche Innovation im Zuge des Verfahrens zur *Optical Music Recognition* (OMR) von Aruspix.<sup>11</sup> Das im Rahmen von Aruspix entwickelte Verfahren zur Notenerkennung von Drucken des 16. und 17. Jahrhunderts stellt ein sehr

---

<sup>10</sup> Vgl. hierzu insb. HD16, S. 92–96.

<sup>11</sup> Vgl. Pug06, S. 56.



gutes Beispiel dafür dar, wie Verfahren, die zum Standardrepertoire der Bioinformatik zählen, einen enormen Nutzen für die Musikforschung entfalten können. Zentral für das verwendete Verfahren ist die Anwendung von Wahrscheinlichkeitsmodellen zur Symbolerkennung, sog. *Hidden Markov Modelle*.

Ein Markov-Modell, bzw. eine Markov-Kette, bietet zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten, darunter auch die Beschreibung linearer Sequenzverläufe.<sup>12</sup> Zunächst einmal ist ein Markov-Modell durch eine Menge möglicher Zustände definiert, die in der Folge eines Prozesses durchlaufen, bzw. erzeugt werden. Innerhalb einer DNA-Sequenz stellen die vier Basen die möglichen Zustände des Modells dar, innerhalb eines Notensystems bilden die dort auftretenden Symbole die Zustandsmenge. Das Regelsystem, anhand dessen die Folge von Zuständen durchlaufen wird, definiert Übergangswahrscheinlichkeiten von einem Zustand innerhalb der Kette zu dem auf ihn folgenden Zustand. In einer Markov-Kette erster Ordnung bestimmt lediglich der aktuelle Zustand die Übergangswahrscheinlichkeiten für den folgenden Prozessschritt. Markov-Modelle höherer Ordnung beziehen mehr als nur einen Zustand ein (siehe Abb. 3.1).

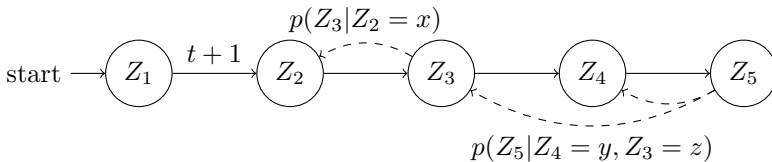


Abbildung 3.1: Eine Kette von Zuständen. In einem Markov-Modell erster Ordnung wird die Wahrscheinlichkeit, dass ein Element einen Zustand annimmt  $p(Z_i = x)$  durch den Zustand von  $Z_{i-1}$  bestimmt.

In einem Markov-Modell zweiter Ordnung gilt:  $p(Z_i = x) = p(Z_i = x|Z_{i-1}, Z_{i-2})$ .

---

<sup>12</sup> Eine gute Einführung in das Konzept bietet u. a. HD16, S. 96–100.

Damit stellt insbesondere ein Markov-Modell erster Ordnung – Modelle höherer Ordnung werden in Darstellungen zumeist nicht detailliert betrachtet – eine enorme Vereinfachung in der Betrachtung von Zustandsketten dar. Allein die Übergangswahrscheinlichkeiten von einem Zustand in den nächsten sind ausreichend, um für jedes beliebige Element in der Kette zu berechnen, welchen Zustand es wahrscheinlich annimmt. Die Übertragung dieses Modells auf Mensuralnotation ist dabei naheliegend. Innerhalb eines Notensystems werden in einer linearen Folge Symbole aus einer bekannten endlichen Menge entsprechend eines Regelsystems angeordnet. Dieses Regelsystem lässt sich prinzipiell auch durch die Formulierung von Übergangswahrscheinlichkeiten formulieren. Beispielhaft lässt sich dies zunächst an den einzelnen verwendeten Symboltypen verdeutlichen. Es gibt: Noten, Pausen, Notenschlüssel, Mensurzeichen, Proportionszeichen, Akzidentien, Punkte, Custodes und vertikale Linien. Deutlich wird zuerst einmal, dass intuitiv der Annahme zu widersprechen ist, dass alle Klassen von Zeichen gleich häufig innerhalb eines Systems auftreten. Vielmehr ist das sehr viel häufigere Auftreten von Notensymbolen essenziell für die Notation von Musik und damit spiegelt sich diese strukturelle Information in einer deutlich erhöhten Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Notensymbols wider.

Sollen Übergangswahrscheinlichkeiten von einem Zustand in einen anderen geschätzt werden, lässt sich eine weitere Beobachtung machen. Einige Übergänge zwischen Zuständen erschließen sich intuitiv, sie folgen den strukturellen Regeln der Notation: Üblicherweise beginnt eine Kette mit einem Notenschlüssel, darauf folgt zumeist ein Mensurzeichen, eventuell können aber noch Akzidentien eine Vorzeichnung für das System angeben. Auf Akzidentien folgen zumeist Noten, ebenso folgen Punkte zumeist auf Noten. Ebenso ist es üblich, dass Noten auf Noten folgen, wie auch – deutlich seltener – Pausen einander folgen können. Auch lassen sich einige Übergänge definieren, die keinen Sinn ergeben würden, da sie den strukturellen Regeln widersprechen, beispielsweise folgen auf Akzidentien zumeist keine Pausen,

Custodes oder weitere Akzidentien. Diese Übergänge sind aus diesem Grund prinzipiell nicht unmöglich, letztlich sind Fehler nicht auszuschließen, aber treten sicherlich deutlich seltener auf.

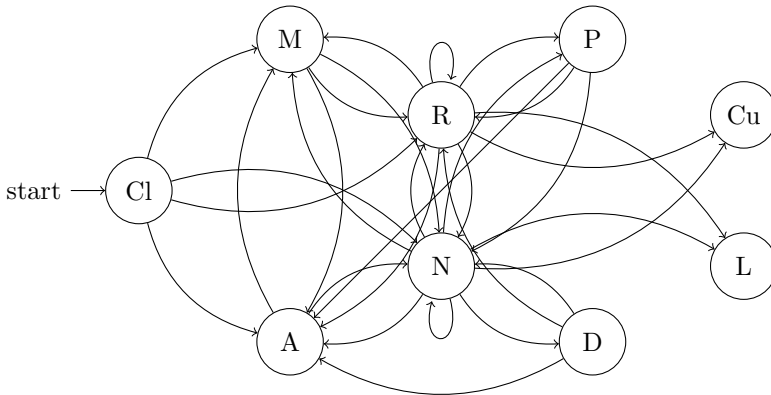


Abbildung 3.2: Reduziertes Beispielmodell eines Markov-Modells für Objekttypen der Mensuralnotation. Pfeile folgen häufigen Zustandsänderungen. Weitere Übergänge sind nicht prinzipiell unmöglich, sondern wären entweder selten oder widersprüchen formellen Regeln und sind daher unwahrscheinlich. (Cl = Notenschlüssel, A = Akzidens, M = Mensurzeichen, P = Proportionszeichen, N = Note, D = Punkt, R = Pause, Cu = Custos, L = Linie)

Verfolgt man dieses Beispiel weiter, lässt sich auch die Erweiterung der Markov-Modelle zu Hidden-Markov-Modellen erläutern. Zunächst einmal soll hierzu eine Sequenz angenommen werden, die ein ganzes Stimmfeld eines Chorbuches abdeckt, also mehrere Notensysteme umfasst. Innerhalb dieses Stimmfeldes lassen sich unterschiedliche Gegebenheiten beobachten, die sich anhand der Übergänge von Zuständen beobachten und beschreiben lassen. Am Beginn eines Stimmfeldes findet sich in der Regel, wie bereits erwähnt, zunächst ein Notenschlüssel und ein Mensurzeichen – auch sind initiale Pausen nicht selten. Ein Zeilenwechsel lässt sich zumeist an der Kombination von Custos und darauf folgendem Schlüssel erkennen, ein

Mensurzeichen folgt in solchen Fällen nicht. Ebenso markieren Linien Enden von musikalischen Abschnitten, ebenso wie Mensur- und Proportionszeichen selten inmitten einer zusammenhängenden Phrase auftreten. Das letzte System endet wiederum zumeist mit einer Linie, davor befindet sich in der Regel eine Note. Bezieht man zudem unterschiedliche Notendauern und Tonhöhen als mögliche Zustände ein, ist es denkbar, auch Kadenzten als funktionelle Abschnitte zu beschreiben. Wenn sich solche Gegebenheiten entsprechend beschreiben lassen, ist zu vermuten, dass innerhalb dieser Bereiche Strukturänderungen vorliegen, die abweichende Übergangswahrscheinlichkeiten zur Folge haben. Will man innerhalb einer längeren Sequenz nun funktionelle Abschnitte ausmachen, die abweichenden Wahrscheinlichkeitsmodellen folgen, ist es naheliegend, diese als mögliche (verborgene) Zustände eines Modells aufzufassen, entsprechend dem Konzept der *Hidden Markov Modelle* (HMM).<sup>13</sup> Wesentlicher Kern ist die Unterscheidung von internen Zuständen und beobachteten Zuständen im Rahmen einer Kette von Ereignissen. Beobachtete Ereignisse in dieser Kette können nun von unterschiedlichen inneren Zuständen herrühren und ein HMM formuliert wiederum ein Modell von Übergangswahrscheinlichkeiten für diese. Unterschieden werden hierbei Übergangswahrscheinlichkeiten für die internen Zustände von Emissionswahrscheinlichkeiten von internen Zuständen zu beobachtbaren Zuständen. Sofern durch Trainingsdaten ein derartiges Modell gebildet wurde, ist es möglich, eine Sequenz zu dekodieren, indem beispielsweise der wahrscheinlichste interne Pfad unter der Beobachtung einer Reihe von Zuständen bestimmt wird. Im Falle der Notenerkennung werden die HMMs dazu genutzt, um von der Auswertung von Mustern in sukzessive verschobenen Ausschnitten eines Notensystems auf die verwendeten Symbole zu schließen.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Auf eine detaillierte Erläuterung soll hier verzichtet werden. Vgl. hierzu wie auch zur Besprechung eines Anwendungsbeispiels u.a. HD16, S. 100–138; Dur+98, S. 47–72.

<sup>14</sup> Siehe Pug06.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Operationalisierung des Sequenzbegriffs, wie sie in der Bioinformatik erfolgt, sehr offen gehalten ist und damit auch vielseitige Verwendungsmöglichkeiten bietet. Unter Vernachlässigung komplexerer biochemischer Zusammenhänge beschreibt er lineare Strukturen, deren Zusammenhänge durch komplexe Ordnungskriterien geprägt sind – diese lassen sich wiederum durch mathematische Modelle, vornehmlich stochastische Prozesse, beschreiben. Algorithmen, die jene Modellvorstellung zur Grundlage haben und in den folgenden Abschnitten näher umrissen werden sollen, zeichnen sich somit ebenso durch ihren hohen Abstraktionsgrad aus. Dies ermöglicht prinzipiell die Anwendung auf eine Vielzahl an Fragestellungen, sofern sich diese mit Hilfe der erforderlichen Modelle beschreiben lassen. Genau diese Offenheit erfordert aber auch, wenn ein Transfer glücken soll, eine sorgfältige Integration gegenstandsspezifischer Charakteristika in das Modell.

Um dies erfolgreich leisten zu können, gilt es unter anderem wesentliche Aspekte zu erfassen. So muss insbesondere der Aspekt der Mehrdimensionalität von Musik bedacht werden, wenn ein lineares Beschreibungsmodell Verwendung finden soll. Insbesondere in Hinblick auf mehrstimmige Musik, die über einen enormen Grad an Komplexität verfügt, je nachdem wie autonom einzelne Stimmen agieren, liegt es nahe, dass hier entweder spezielle Strategien entwickelt werden oder die Reduktion zentraler Aspekte in Kauf genommen werden muss. Doch selbst in der Beschränkung auf Einzelstimmen gilt es, eine Vielzahl von Faktoren zu beachten. So ist es bereits von vornherein selbstverständlich, dass ein mindestens zweidimensionales Phänomen zu beschreiben ist, einerseits im Rahmen einer zeitgebundenen bzw. prozesshaften Dimension, andererseits betrifft dies die Komplexität der Ereignisse innerhalb dieser prozesshaften Struktur. Als schriftlich fixierter Gegenstand einer Überlieferung, wie im Rahmen der Musikphilologie, rücken wiederum andere Aspekte in den Vordergrund. Wesentlich ist hierbei, den Anforderungen der Gestalt eines komplexen

regelgeleiteten Zeichensystems Folge zu leisten. Auch zeichnen bereits die vorangehenden Ausführungen zum Variantenbegriff<sup>15</sup> ein klares Bild, zum einen von den zahlreichen Parametern zur Beschreibung von Musik, zum anderen von den Implikationen, die eine Gewichtung dieser Parameter mit sich bringt.

Zentral ist eben aufgrund der Offenheit des Modells zunächst einmal die inhaltliche Zuschreibung der jeweiligen logischen Größen: Welche Objekte sollen die Grundeinheiten sein, aus denen eine Sequenz modelliert wird? Wodurch definiert sich eine Sequenz in ihrem Umfang, welche Sinneinheit soll durch sie repräsentiert werden? Wesentlich für diese grundlegenden Entscheidungen ist, gerade bei einem semantisch vielseitigen Gegenstand wie Musik, dass auch der weiter reichende Bedeutungshorizont mit einfließt. Im Falle schriftlich fixierter Musiküberlieferung beispielsweise ist damit bereits ein größerer Kontext gegeben, anhand dessen sich eine Vielzahl an Modellierungsoptionen ausschließen lassen: So sind damit sämtliche Operationalisierungen, die auf der Ebene des eigentlichen physikalischen Klangereignisses agieren, hinfällig. Dennoch sind hierbei, auch wenn in diesem Fall die Eingrenzung auf den Kontext der Schriftlichkeit von Musik möglich ist, eine nicht unbeträchtliche Zahl von Aspekten zu bedenken. Allein die Entscheidung, ob nun die eigentliche Schrift Gegenstand der Modellierung sein soll, oder das, was durch die Schrift ausgedrückt werden soll, vielleicht aber auch gerade das komplexe Geflecht dieser Beziehung von Zeichen und Bedeutung, birgt jeweils andere Schwerpunktsetzungen. Wählt man die Schrift als wesentliche Größe, ist die Zuordnung der Einheiten einer Sequenz zu den jeweils linear miteinander in Beziehung stehenden konkreten Zeichen eine naheliegende Option. Steht vielmehr die als solche abstrahierte durch das Zeichensystem vermittelte Klangvorstellung im

---

<sup>15</sup> Siehe 2.1.

Vordergrund, muss eine andere Einheit gefunden werden, da eben nicht ein Zeichen jeweils ein Klangereignis beschreibt.

Das oben gewählte Beispiel zur Verdeutlichung des Prinzips von Markov-Ketten stellt eine Möglichkeit der Operationalisierung dar, die sich auf der Zeichenebene bewegt. Ebenso stellt dieses Beispiel eine sehr weitreichende Form von Vereinfachung dar, indem lediglich eine funktionelle Typologie von Zeichen vorgenommen wurde. Wesentliche Aspekte wie etwa Tonhöhe und Rhythmus wurden dabei vollständig außen vor gelassen. Bezieht man diese mit ein, zeigt sich schnell das enorme Ausmaß an Komplexität. Während biologische Sequenzen mit einem Zeichenvorrat von vier oder auch 20 Objekten auskommen, ergibt die Kombination aller möglicher Zeichen, wenn deren bedeutungstragenden Eigenschaften mit berücksichtigt werden, eine deutlich größere Menge an abzubildenden Zuständen. Je nachdem, welche Aspekte in den Blick genommen werden sollen, erweitert sich der Raum möglicher Symbole erheblich.

Anhand dieser knappen Einführung ist somit ersichtlich, dass der Sequenzbegriff, wie er in der Bioinformatik zugrunde gelegt wird, derart generisch ist, dass er sich prinzipiell auch auf Musik anwenden lässt. Allerdings erfordert gerade diese Offenheit einen sorgfältigen Formalisierungsprozess, um eine adäquate, auf den Untersuchungskontext zugeschnittene Repräsentation zu erreichen. Basierend auf den in diesen Ausführungen erwähnten Grundkonzepten werden im weiteren Verlauf wesentliche Techniken der Sequenzanalyse vorgestellt. Auch die Diskussion möglicher Ansätze zur Modellierung von Sequenzen soll erst im Zusammenhang mit der weiteren Operationalisierung des Konzeptes erfolgen.

## 3.2 Alignment: Operationalisierung von Ähnlichkeit

Ein wesentlicher Grundpfeiler der Sequenzanalyse besteht im Vergleich von Sequenzen. Während die bisherigen Ausführungen sich beispielhaft mit der Analyse der Struktur einzelner Sequenzen widmeten, ist gerade der Vergleich mehrerer Sequenzen eine zentrale Aufgabe der Bioinformatik, sowohl im Rahmen von Strukturanalysen als auch von Retrievalfunktionen. Der paarweise Vergleich von Sequenzen nimmt hierbei eine elementare Funktion ein, auf der zahlreiche weitere Anwendungen aufbauen. Mit dem Ziel „Ähnlichkeiten und Unterschiede“ zu bewerten, um „strukturelle, funktionelle oder evolutionäre Beziehungen abzuleiten“<sup>16</sup>, stellt die wesentliche Leistung dieses Verfahrens eine systematische Operationalisierung von Ähnlichkeit bzw. Distanz dar, die prinzipiell generisch ist und der damit verschiedene domänenspezifische Modelle zugrunde gelegt werden können.

### 3.2.1 Grundprinzipien des Sequenzalignments

Grundsätzlich wird die Ähnlichkeit einer Sequenz zu einer anderen anhand des Grades ihrer Übereinstimmung bewertet – je größer die Menge der übereinstimmenden Elemente ist, desto ähnlicher sind sich zwei Sequenzen. Um diese Bewertung quantifizieren zu können, wird ein Alignment im Zuge dieses Vergleichsprozesses erstellt. Die beiden Sequenzen, bzw. Zeichenketten werden aneinander ausgerichtet und anhand dessen wird der Grad ihrer Übereinstimmung bestimmt. Diese Bewertung zweier Sequenzen beruht somit auf der Summe von Bewertungen aller einzelnen Objekte in der Zeichenkette. Zur Bewertung von einzelnen Objektpaaren dienen ihnen zugewiesene Abstände in einem metrischen Raum. Ein derartiger Abstand zwischen zwei Objekten muss positiv sein und darf nur beim

---

<sup>16</sup> Mer15, S. 145.



Vergleich eines Objektes mit sich selbst 0 sein. Darüber hinaus muss der Abstand symmetrisch sein und die Summe zweier Teildistanzen zwischen zwei Objekten ( $x$  und  $y$ ) und einem dritten ( $x$  zu  $z$  bzw.  $y$  zu  $z$ ) darf nicht kleiner sein als die direkte Distanz zwischen den beiden erstgenannten ( $x$  zu  $y$ ):<sup>17</sup>

$$\begin{aligned}d(x, y) &\geq 0, d(x, y) = 0 \leftrightarrow x = y \\d(x, y) &= d(y, x) \\d(x, y) &\leq d(x, z) + d(z, y), (\forall z \in X)\end{aligned}$$

Diese formalen Bedingungen einer Distanz im mathematischen Sinne stellen insofern Mindestanforderungen dar. Somit ist prinzipiell nicht festgelegt, welche Metrik einem solchen Objektvergleich zugrunde gelegt wird. Im Rahmen der Analyse biologischer Sequenzen hat sich ein Modell als nützlich erwiesen, das neben Punktmutationen in einzelnen Objektpaaren auch andere Editieroperationen abbildet, da so auch Sequenzen abweichender Länge entsprechend repräsentiert werden können.<sup>18</sup> Das Konzept, den Abstand von Zeichenketten entsprechend der Anzahl von Editieroperationen zu bewerten, ist als *Levenshtein-Distanz* bekannt und dient als Grundlage für die exakten Verfahren zum paarweisen Sequenzvergleich.<sup>19</sup> Zusätzlich zur Substitution eines Objektes durch ein anderes wird hierbei das mögliche Einfügen von Lücken an geeigneten Positionen berücksichtigt, um Zeichenketten auf dieselbe Länge zu bringen. Die Einführung der Lücken bildet, je nachdem welche Direktionalität im Vergleich der beiden Zeichenketten angenommen wird, die möglichen Operationen der *Insertion* bzw. *Deletion*

---

<sup>17</sup> Vgl. Mer15, S. 158–159.

<sup>18</sup> Vgl. Mer15, S. 160; NW70, S. 443; Bra+65, thematisiert auftretende Lücken im Mutationsprozess.

<sup>19</sup> Zudem werden auch heuristische Vergleichsverfahren im Rahmen großer Datenbanken verwendet, die bei geringerer Sensitivität eine bessere Laufzeit versprechen. Siehe hierzu Mer15, S. 203; Dur+98, S. 33–35.

von Elementen ab. Als eigentliche Distanz zwischen zwei Zeichenketten wird in diesem Zuge die minimale Distanz unter der Einfügung von Lücken an beliebigen Stellen aufgefasst. Hierbei wird ein Abstand zwischen einem beliebigen Symbol und einer eingefügten Lücke berücksichtigt.<sup>20</sup>

Das grundlegende Verfahren zum vollständigen Vergleich zweier Sequenzen wird als *globales Alignment* bezeichnet, zum Auffinden ähnlicher (Teil-)Abschnitte wird ein *lokales Alignment* verwendet.<sup>21</sup> Das Verfahren zum Erstellen eines globalen Alignments wird auch als Needleman-Wunsch-Algorithmus<sup>22</sup> bezeichnet. Zum lokalen Alignment wird ein modifiziertes Verfahren verwendet, auch Smith-Waterman-Algorithmus<sup>23</sup> genannt. Ebenso sind auch zahlreiche Modifikationen bekannt.<sup>24</sup>

Um ein Alignment durchzuführen, müssen zunächst Kosten für die entsprechenden Editieroptionen festgelegt werden, zunächst für die Substitution eines Symbols in ein anderes. Im einfachsten Fall kann hier, je nachdem ob die Differenz oder die Ähnlichkeit bewertet werden soll, 0 und 1 gewählt werden. Soll ein Ähnlichkeits-Score Teil des Ergebnisses sein, sollte der Fall, dass zwei Symbole identisch sind, mit  $d(x, y) = 1$  bewertet werden. In Abhängigkeit dazu werden die Kosten für das Einfügen von Lücken (Insertion und Deletion) in Form einer so genannten *gap penalty* festgelegt. Da das Verfahren keine Lücke einfügt, solange kein Vorteil in Form einer Maximierung der übereinstimmenden Symbolpaare entsteht, stellen diese Kosten eine Barriere dar, die überschritten werden muss, um Lücken zu erlauben.<sup>25</sup> Durch die Festlegung dieser Kosten kann somit die Wahrscheinlichkeit beeinflusst werden, mit der Gaps eingefügt werden. So muss, wenn entstehende Gaps dazu dienen sollen, die Zahl der Übereinstimmungen zu

---

<sup>20</sup> Vgl. Mer15, S. 161–162.

<sup>21</sup> Vgl. bspw. Mer15, S. 167.

<sup>22</sup> NW70.

<sup>23</sup> SW81.

<sup>24</sup> Vgl. hierzu bspw. Dur+98, S. 25–32; Got82.

<sup>25</sup> Vgl. NW70, S. 444.

maximieren, dieser Wert niedriger sein als die Kosten der unvorteilhaftesten Substitution.

Die weitere Umsetzung folgt dem von Richard Bellman entwickelten Prinzip der *dynamischen Programmierung*<sup>26</sup>, das die Lösung größerer Optimierungsprobleme auf der optimalen Lösung voneinander unabhängiger Teilprobleme basieren lässt. Infolge der Berechnung der Teillösungen wird dann basierend auf den Teilergebnissen die optimale Lösung des Gesamtproblems berechnet. Im Rahmen eines Alignments wird hierzu eine  $(n + 1) \times (m + 1)$ -Matrix ( $F$ ) verwendet, wobei  $n$  der Länge der ersten Sequenz  $A$  und  $m$  der Länge der zweiten Sequenz  $B$  entspricht. Die erste Zeile bzw. Spalte wird je nachdem, ob ein globales oder ein lokales Alignment vorgenommen wird, auf andere Weise initialisiert. Im Fall eines lokalen Alignments werden sämtliche Elemente der Initialzeile wie auch -spalte mit 0 initialisiert. Dieses Verfahren soll an dieser Stelle aber nur dort thematisiert werden, wo es vom globalen Alignment abweicht. Im Fall eines globalen Alignments wird  $F_{0,0} = 0$  initialisiert und dann die Elemente der Initialzeile und -spalte aufsteigend entsprechend ihres Index aufaddierten Kosten für Lücken  $c(\varepsilon)$  initialisiert.

$$F_{0,n} = \sum_{i=1}^n c(\varepsilon) \quad \text{und} \quad F_{0,m} = \sum_{j=1}^m c(\varepsilon)$$

Nachdem diese Matrix initialisiert wurde, wird nun zeilen- und spaltenweise durch sämtliche Elemente iteriert, um dort, basierend auf den direkten Vorgängerspalten – diagonal, links und über der aktuellen Spalte – die kostengünstigste Editieroperation zu wählen. Eine Substitution erfolgt dabei immer basierend auf dem diagonalen Element  $F_{i-1,j-1} + d(a_i, b_j)$  und ergibt einen Wert abhängig vom verglichenen Symbolpaar. Eine Deletion, bzw. Insertion, erfolgt je nachdem ob eine Lücke in  $A$  oder  $B$  eingefügt

---

<sup>26</sup> Vgl. für einen Überblick über das Konzept u. a. Mer15, S. 156–158; bzw. neben anderen Publikationen Bel54.

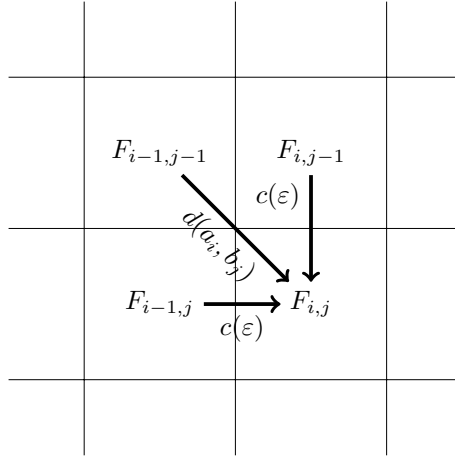


Abbildung 3.3: Berechnung eines Teilschrittes in der Matrix. Der kostengünstigste Wert der drei Operationen wird verwendet und in die Zelle eingetragen. Gleichzeitig wird gespeichert, welche Operation diesem Ergebnis zugrunde liegt.

werden soll. Wird eine Lücke in  $A$  eingefügt, dient das links benachbarte Element  $F_{i-1,j} + c(\varepsilon)$  als Ausgangswert. Soll eine Lücke in  $B$  eingefügt werden, wird stattdessen das darüber gelegene Element  $F_{i,j-1} + c(\varepsilon)$  verwendet. Der günstigste Wert wird dann als Ergebnis für  $F_{i,j}$  gewählt und eingetragen. Die so gewählte Operation für diesen Teilschritt wird zudem in einer Zeigervariable gespeichert. Würden zwei mögliche Operationsrichtungen den gleichen Wert ergeben, sind zusätzliche Kriterien nötig um den Zeiger festzulegen.<sup>27</sup> Auf diese Weise wird die gesamte Matrix befüllt, also jedes Symbol der einen Sequenz mit jedem Symbol der anderen Sequenz verglichen.

Um nun basierend auf den Teillösungen die optimale Gesamtlösung zu ermitteln wird ein *Traceback* durchgeführt. Dieser startet beim letzten Element ( $F_{n,m}$ ) und folgt den Zeigervariablen durch die gesamte Matrix

<sup>27</sup> Vgl. HD16, S. 176.

und ergibt so den optimalen Lösungsweg.<sup>28</sup> Soll ein lokales Alignment durchgeführt werden, wird in diesem Prozess eine weitere Modifikation vorgenommen. Zunächst wird, um negative Ähnlichkeiten zu vermeiden, als vierte Möglichkeit das Eintragen einer  $F_{i,j} = 0$  erlaubt, wenn bis zum aktuellen Element keine positive Ähnlichkeit vorliegt. Auch wird der Traceback modifiziert. Dieser beginnt zunächst bei der Zelle mit dem günstigsten Ähnlichkeitswert und verfolgt die Zeigervariablen bis dieser Weg entweder bei einem Endpunkt ankommt oder an einer Zelle mit dem Wert 0 abbricht. Darüber hinaus existieren nun mehrere mögliche optimale Pfade, weswegen dieser Prozess dann jeweils ausgehend von dem zweitgünstigsten Wert wiederholt wird usw., solange diese Scorewerte nicht bereits Teil eines bereits existierenden Tracebacks sind.<sup>29</sup>

Außerdem können statt einem linearen Gap-Modell sog. *affine* Gap-Modelle verwendet werden. Hierbei werden unterschiedliche Kosten dafür vergeben, dass eine neue Lücke eingeführt bzw. eine bestehende erweitert wird. Auf diesem Weg kann das Einführen längerer Lücken erzwungen werden, wenn die Erzeugung vieler kürzerer Lücken vermieden werden soll. Selbstverständlich ist eine Implementierung affiner Gap-Penalties um einiges komplexer als die Verwendung einer linearen Kostenfunktion.<sup>30</sup>

Damit ist das Prinzip des Needleman-Wunsch-Algorithmus, mit seinen verschiedenen Modifikationen, zum Vergleich zweier Symbolketten grundsätzlich generisch anwendbar: Beide Symbolketten werden auf eine Matrix aufgetragen, die dann systematisch mit den einzelnen Vergleichen von Symbolpaaren gefüllt wird. Diese Vergleiche umfassen die Entscheidung für eine optimale Operation innerhalb einer vordefinierten Menge möglicher Operationen, die jeweils mit einem vordefinierten Aufwand zu bemessen sind. Basierend auf allen möglichen Teilvergleichen wird zuletzt der op-

---

<sup>28</sup> Vgl. NW70, S. 444; Got82, S. 706; Dur+98, S. 21.

<sup>29</sup> SW81, S. 196.

<sup>30</sup> Vgl. Mer15, S. 169–171; Dur+98, S. 16, 29–32.

	G	E	Ä	C	H	Z	E
0	2	4	6	8	10	12	14
G	2	0	2	4	6	8	10
E	4	2	0	2	4	6	8
L	6	4	2	3	5	7	9
Ä	8	6	4	2	4	6	8
C	10	8	6	4	2	4	6
H	12	10	8	6	4	2	4
T	14	12	10	8	6	4	5
E	16	14	12	10	8	6	7
R	18	16	14	12	10	8	9

(a) Die berechnete Matrix inkl. Traceback.

G	E	L	Ä	C	H	T	E	R
G	E		Ä	C	H	Z	E	

(b) Das resultierende Alignment.

Abbildung 3.4: Beispiel für ein globales Alignment mit *Geächze* und *Gelächter*.  
 $(c(\varepsilon) = 2; d(a, b) = 3 \Leftrightarrow a \neq b, d(a, b) = 0 \Leftrightarrow a = b)$

timale Gesamtvergleich ermittelt. Zentrale Bedeutung kommt in diesem Rahmen selbstverständlich der Definition der möglichen Operationen zu, inklusive der damit zu vergebenden Kosten. Genau hier liegt die wesentliche Größe, mit der sich das Verfahren entsprechend gegenstandsspezifischem Wissen über die Anwendungsdomäne beeinflussen lässt.<sup>31</sup> Ebenso ist es

<sup>31</sup> Vgl. Mer15, S. 166.

auch möglich, die Kostenfunktionen für Substitutionen entsprechend auszudifferenzieren. So werden beispielsweise im Rahmen von DNA-Vergleichen sehr einfache Bewertungsverfahren durchgesetzt, während sich für den Vergleich von Proteinsequenzen aufwendigere Modelle etabliert haben, die auf sog. *Substitutionsmatrizen* beruhen.<sup>32</sup> Hierbei handelt es sich um Modelle, die auf der Basis empirischer Beobachtungen angemessene Substitutionskosten für bestimmte Aminosäuren vorgeben.<sup>33</sup> Die Leistungsfähigkeit eines Alignments hängt damit also wesentlich von dem ihm zugrunde gelegten Scoring-Modell ab. Wie an dem obigen Beispiel (siehe Abb. 3.4) zu beobachten ist, muss die zugrundeliegende Menge möglicher Elemente nicht unbedingt der biologischen Domäne entspringen. Die prinzipielle Übertragbarkeit des Konzeptes auf musikbezogene Fragestellungen ist, wie bereits im Rahmen des Sequenzbegriffs festgestellt wurde<sup>34</sup>, unter der Voraussetzung der Nutzung eines entsprechend adäquaten Modells gegeben.

#### 3.2.2 Alignment notierter Musik

Tatsächlich ist die Adaption des paarweisen Sequenzvergleichs auf notierte Musik ebenso bereits erprobt worden, wie auch die Übertragung des Sequenzbegriffs an sich auch kein völlig neues Vorhaben ist. Um auf die grundsätzlichen Prinzipien des Verfahrens folgend spezielle Fragestellungen, die sich im Zusammenhang mit dem Transfer ergeben, zu behandeln, bietet es sich an, einige bereits vorhandene Untersuchungen in diesem Bereich als Fallbeispiele zu betrachten.

In einem Beitrag aus dem Jahr 1990 widmen sich Marcel Mongeau und David Sankoff der Analyse musikalischer Variation mit Hilfe eines globalen bzw. lokalen paarweisen Sequenzvergleichs.<sup>35</sup> Sie stellen hierbei auch die

---

<sup>32</sup> Vgl. HD16, S. 164–165.

<sup>33</sup> Siehe 3.4.

<sup>34</sup> Siehe 3.1.

<sup>35</sup> MS90.

wesentlichen methodischen Unterschiede gegenüber anderen Analysealgorithmen heraus, die lediglich vordefinierte melodische Modifikationen in Betracht ziehen. Im Gegensatz dazu wählen sie ausdrücklich einen distanzbasierten Ansatz, der auf tonaler Kontur und rhythmischer Struktur beruht, um so die als willkürlich betrachtete Vorabdefinition erlaubter Transformationen zu vermeiden. Als weiteren Vorteil distanzbasierter Verfahren nennen sie die Möglichkeit der hierarchischen Klassifizierung.<sup>36</sup> Der Unterschied ist, obwohl der paarweise Sequenzvergleich auch vordefinierte Modifikationen verwendet, dennoch beträchtlich, da diese Definitionen nur lokale Editiervorgänge umfassen. Mongeau und Sankoff grenzen dieses Verfahren deutlich von globalen Transformationen wie Umkehrungen und Krebsgängen ab. Insofern weist der Sequenzvergleich eine höhere Vielseitigkeit auf, indem der Vergleich lediglich in Hinblick auf *Ähnlichkeit/Unterschiedlichkeit* durchgeführt wird. Eine qualitative Klassifizierung globaler Transformationsverfahren ist, da das Verfahren auf der Bewertung von Objektpaaren basiert, logischerweise so nicht möglich. Letzteres entspricht auch nicht der Fragestellung des Beitrages.

Eine methodische Besonderheit der Adaption des paarweisen Alignment durch Mongeau/Sankoff auf *musikalische Sequenzen* stellt ihre Erweiterung der Operationen dar. Statt nur Substitution, Insertion und Deletion zu erlauben, haben sie zur besseren Anpassung an die Erfordernisse musikalischer Variation die Menge möglicher Einzeloperationen um *Fragmentation* und *Consolidation* erweitert. Zu Recht merken sie an, dass die Ersetzung mehrerer kurzer Notenwerte durch eine längere Note gleicher Dauer wie auch umgekehrt die Aufteilung längerer Noten in mehrere kürzere eine nicht unübliche Operation darstellt. So wurde das vergleichsweise häufige Auftreten derartiger Operationen bereits im Rahmen der Ausführungen zur Filiation thematisiert.<sup>37</sup> In einem unmodifizierten Algorithmus würden

---

<sup>36</sup> Vgl. MS90, S. 161–162.

<sup>37</sup> Siehe 2.2.2.



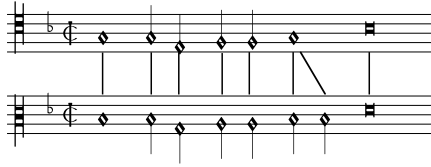


Abbildung 3.5: Beispiel für eine Fragmentation.

solche Ersetzungen allerdings erhebliche Editierkosten verursachen, indem eine Substitution und mehrere direkt folgende Insertionen bzw. Deletionen diesen Vorgang abbilden würden. Durch die Einführung der Fragmentation – die Aufteilung längerer Notenwerte in mehrere kürzere – und der Consolidation – die Zusammenfassung mehrerer kürzerer Noten in eine längere – können die Ersetzung und folgende Insertion/Deletion zu einer einzelnen Operation zusammengefasst und als solche entsprechend mit einem angemessenen Gewicht versehen werden.<sup>38</sup>

Konzeptionell entlehnt sind Fragmentation und Consolidation aus der Spracherkennung. Im Rahmen der Zeitnormierung wird es durch Kompression und Expansion möglich, Objekte unterschiedlicher Ausdehnung miteinander zu vergleichen, im Sinne einer Krümmung der Zeitachse. In der Übertragung dieser Idee wird somit das Gewicht der Operationen als Linearkombination der Gewichte für Tondauer und Tonhöhe verstanden. Bei einer Fragmentation ist das Gewicht der Tonhöhe die Summe der Tonhöhengewichte aller Einzelnoten, während das Gewicht für die Tondauer sich aus der Differenz der Dauer der einzelnen zu ersetzenden Note und der Summe der Dauer aller ersetzenden Noten ergibt.<sup>39</sup> Das Besondere an diesem Verfahren ist, dass nicht wie bisher ein Objekt mit einem einzelnen anderen verglichen wird. Vielmehr werden stattdessen bei einem Teilschritt im Alignment die dem Vergleichsobjekt unmittelbar vorausgehenden Objek-

---

<sup>38</sup> Vgl. MS90, S. 164–165.

<sup>39</sup> Vgl. MS90, S. 164–165.

te im Rahmen der Consolidation und Fragmentation mit einbezogen. Eine Konstante legt hierbei fest, wie weit dieses Vergleichsfenster zurückreichen soll. Zur Optimierung der sich dadurch entsprechend deutlich erhöhenden Laufzeit kann die Maximalgröße dieser Konstante entsprechend der größten vorkommenden Tondauern Differenz begrenzt werden. Der optimale Traceback erfolgt dann anhand der gespeicherten Zeigervariablen.<sup>40</sup>

Wesentlich ist außerdem die Parametrisierung, auf deren Basis das beschriebene Alignmentverfahren erfolgt. Dass die Parametrisierung von grundlegender Bedeutung in der Anwendung des Sequenzmodells ist, wurde im vorhergehenden Abschnitt bereits ausgeführt. Das Verfahren von Mongeau und Sankoff ist nicht nur in Hinblick auf die Erweiterung des Alignments um zusätzliche Grundoperationen von Bedeutung, sondern kann auch in Hinblick auf die Frage nach der Parametrisierung als Fallbeispiel dienen. Das Gewicht, das einer Substitution von Mongeau und Sankoff zugewiesen wird, besteht in der Summe der Parameter Tonhöhe und Tondauer, wobei zur Gewichtung dieses Verhältnisses der Tondauer ein Koeffizient beigegeben wird. Dieser bestimmt, wie stark der Einfluss der Tonhöhe, bzw. der Dauer im Alignment ist und wird anhand der Auswertung von bekannt sehr ähnlichen Sequenzpaaren bestimmt. Ist der Wert nicht optimal gewählt, werden entweder stark dissonante Noten identischer Länge einander zugeordnet oder Einzelnoten durch Fragmentation bzw. Consolidation Notengruppen mit stark abweichender Gesamtdauer zugeordnet. Ist der Koeffizient angemessen gewählt werden zudem nur wenige Objekte über Taktgrenzen hinweg zugeordnet.<sup>41</sup>

Zentral ist außerdem, da Variationen untersucht werden sollen, dass das Verfahren invariant gegenüber Änderungen in Tempo und/oder Tonart sein soll.<sup>42</sup> Die Invarianz der Tonhöhe gegenüber der Tonart erreichen sie allein

---

<sup>40</sup> Vgl. MS90, S. 165–166.

<sup>41</sup> Vgl. MS90, S. 163, 167–168.

<sup>42</sup> Vgl. MS90, S. 163.

durch die Modellierung des Parameters  $w_{interval}$ . Invarianzen bezüglich der Tondauer werden mit Hilfe der Logik zu den Gesetzmäßigkeiten musikalischer Zeiteinteilung wie auch der Einführung von Fragmentation und Consolidation hauptsächlich im eigentlichen Algorithmus zum Alignment abgedeckt. Um nun also  $w_{interval}$  invariant gegenüber Tonartenwechseln zu gestalten, wurde, statt die absolute Tonhöhe zu vergleichen, ein stufenbasierter Ansatz gewählt. Ist die Tonhöhe einer Note innerhalb einer Sequenz Bestandteil der Skala dieser Sequenz, dient die Stufe als Vergleichspunkt, auch wenn hierdurch die exakte Tonhöhe abweichen würde. Hierbei werden die Gewichte entsprechend der Konsonanz der Intervalle unabhängig von deren Oktavlage vergeben. Damit werden Einklänge, Oktaven und deren Vielfache identisch behandelt. Darauf folgend werden entsprechend ihrer Dissonanz Quinten, Terzen, Sexten, Quarten, Septimen und Sekunden wie auch deren Äquivalente in anderen Oktaven mit aufsteigenden Gewichten versehen. Ist eine der zu vergleichenden Töne keine natürliche Stufe der zugrundeliegenden Skala, wird stattdessen ein anderes Gewicht berechnet, basierend auf der benachbarten natürlichen Stufe. Dem Gewicht der benachbarten Stufe werden ein Koeffizient wie auch eine Konstante beigegeben. Hierdurch bestimmt das nächste skaleneigene Intervall einen wesentlichen Teil des Gewichts, die beiden hinzugefügten Konstanten sorgen dafür, dass das Gewicht skalenfremder Intervalle höher ist als das skaleneigener Intervalle und zudem mit zunehmender Dissonanz des Grundintervalls steigt. Dass dieses Verfahren auf die Bedürfnisse tonaler Musik hin modelliert wurde, erwähnen die Autoren. Im Falle atonaler Musik empfehlen sie vielmehr die Wahl konstanter Gewichte.<sup>43</sup>

Als weiteres Beispiel soll die Nutzung von paarweisem Sequenzalignment für das Retrieval von Volksliedmelodien betrachtet werden. Peter van Kranenburg widmet sich im Rahmen seiner Dissertation<sup>44</sup> verschiedenen

---

<sup>43</sup> Vgl. MS90, S. 164, 167.

<sup>44</sup> Kra10.

Retrievalmethoden, darunter auch der Nutzung von paarweisem Sequenzalignment. Sein Hauptfokus liegt hierbei vor allem auf der Repräsentation der Melodien und der Evaluierung des Verfahrens als Retrievalinstrument. Als wesentliche Herausforderung im Design von Retrievalstrategien für Volksliedmelodien nennt van Kranenburg den Umgang mit den überlieferungsbedingten Varianten einerseits wie auch dem Einfluss, den die Transkription der Tonaufnahmen auf das Korpus haben. Denn auch wenn die Transkription gemäß expliziter Richtlinien erfolgt, ist ein Mindestmaß an Varianz nicht auszuschließen. Van Kranenburg unterscheidet deshalb zwischen tatsächlicher Varianz und transkriptionsbedingter Varianz (*actual* und *representational*), gegenüber denen das Verfahren auf unterschiedliche Weise robust sein soll. Während die tatsächlichen Unterschiede – das Hauptinteresse der Volksliedforschung – sich auf die Ähnlichkeitsscores auswirken sollen, muss gewährleistet werden, dass der Score gegenüber der repräsentationsbedingten Varianz invariant ist.<sup>45</sup> Entsprechend werden Strategien vorgestellt, die es ermöglichen sollen robust gegenüber der Notation in unterschiedlichen Tonarten, unterschiedlich langen Kadenztönen, nicht immer vorhandenen Pausen am Phrasenende wie auch Abweichungen bezüglich der notierten Taktart und inkonsistenter Segmentierung zu sein.<sup>46</sup>

Basierend auf diesen Ausführungen werden eine Reihe von Scoringfunktionen vorgestellt, die musikalische Parameter in unterschiedlichen Normalisierungsstufen abbilden sollen, um diese später auf ihre Güte hin zu evaluieren. So wird die Tonhöhe sowohl exakt verwendet, als auch mit einem gewissen Abweichungskorridor. Auch wird eine Bewertung hinsichtlich der Konsonanz einer Tonhöhendifferenz vorgenommen. Darüber hinaus werden statt der absoluten Tonhöhe auch Funktionen basierend auf dem Intervall zur vorhergehenden Note definiert, wie auch auf der melodischen Kontur einer Phrase, bzw. des gesamten Liedes – damit wird die vertikale Position

---

<sup>45</sup> Vgl. Kra10, S. 95–96.

<sup>46</sup> Vgl. Kra10, S. 96–102.

eines Tons in Relation zur höchsten und niedrigsten Tonhöhe einer Melodie bezeichnet. Zur Repräsentation rhythmischer Eigenschaften werden ebenso verschiedene Funktionen definiert. Neben der exakten Tondauer wird auch das metrische Gewicht einer Note, die zeitliche Differenz zwischen dem Einsatz einer Noten und der folgenden wie auch die rhythmische Position einer Note innerhalb einer Phrase verwendet. Ebenso werden auch Kombinationen der genannten Parameter verwendet.<sup>47</sup>

Die Evaluation der Funktionen wird entsprechend ihrer Performance auf einem annotierten Korpus wie auch einem größeren nicht-annotierten Korpus vorgenommen. Eine der Melodien aus dem annotierten Korpus wird dabei als Abfrage verwendet, einmal auf dem annotierten Korpus und dann wiederum auf dem vollständigen Datensatz sowohl annotierter als auch nicht-annotierter Daten.<sup>48</sup> Als Kriterium der Relevanz gilt die Zugehörigkeit zur selben *tune family*.<sup>49</sup> In Hinblick auf die Tonhöhe zeigt sich, dass, obwohl die Varianz als wesentliches Element mündlicher Überlieferung gilt, dennoch die exakte Tonhöhe die besten Ergebnisse gebracht hat – gefolgt von der Tonhöhe mit Toleranzkorridor, die entsprechend auf den niedrigeren Rängen bessere Ergebnisse erzielte. Die Parameter, die explizit nicht die exakte Tonhöhe zum Ausgangspunkt nahmen, um repräsentationsbedingte Varianz auszugleichen, zeigten stattdessen schlechtere Ergebnisse. Stattdessen zeigten sämtliche Parameter basierend auf rhythmischen Eigenschaften, obwohl diese üblicherweise als relativ stabil im Rahmen mündlicher Überlieferung gilt, deutlich schlechtere Ergebnisse. Auch zeigt sich hier, dass die Parameter, die repräsentationsbedingte Unterschiede ausgleichen sollten, nicht deutlich bessere Ergebnisse liefern als die exakte Dauer. Ebenso kann beobachtet werden, dass die komplexeren Funktionen besser abschneiden als die einfacheren Funktionen, die dieselben Parameter bewerten sollen.

---

<sup>47</sup> Vgl. Kra10, S. 104–107.

<sup>48</sup> Vgl. Kra10, S. 107–108.

<sup>49</sup> Siehe Kra10, S. 11–12.

Die besten Ergebnisse aller rhythmischen Parameter lieferte die Position innerhalb einer Phrase, ein Parameter der über die Definition der Tondauer hinaus auch eine segmentierende Funktion inne hat.<sup>50</sup> Die weitere Bewertung der Performance von Kombinationen von Parametern wie auch der Vergleich mit anderen Retrievalmethoden und darüber hinaus die weitere Auswertung zeigen zum einen die grundsätzliche Verwendbarkeit von Alignmentverfahren. Zum anderen machen sie auch deutlich, wie wichtig die Wahl der Parameter und der Scoringfunktionen ist. Hierbei wird ersichtlich, dass die Ergebnisse nicht der Erwartung basierend auf domänenspezifischen Vorannahmen entsprechen müssen. Vielmehr zeigt sich sogar das Potential des Verfahrens, wenn es im Rahmen des Evaluierungsprozesses zu einer veränderten Klassifikation durch die mit eingezogenen Domänenexpert\*innen falsch negativ klassifizierter Melodien kommt.<sup>51</sup>

Bereits anhand dieser zwei Beispiele wird deutlich, wie direkt die Zusammenhänge zwischen Fragestellung, verwendeter Parametrisierung und dem angenommenen Substitutionsmodell sind. Die Festlegung der Parameter folgt hierbei sehr stark dem Domänenverständnis. Mongeau/Sankoff legen für ihre Analyse von Variationen als Parameter die Tonhöhe und Tondauer fest, modellieren diese aber so, dass sie sowohl tonarten- als auch tempounabhängig interpretiert werden können. Ihr Substitutionsmodell basiert stark auf musikalischem Vorwissen, indem sie sowohl die Substitutionskosten abhängig von der Konsonanz des Intervalls abhängig machen, um den sich ein Ton ändert, als auch einen starken Fokus auf die rhythmische Variation legen, ganz im Sinne der Variation als musikalische Gattung. Van Kranenburg legt stattdessen, obwohl es auch im Rahmen seiner Studie um die Aufklärung musikalischer Ähnlichkeitsbeziehungen geht, im Detail andere Schwerpunkte. Zentral ist in dieser Studie die explizite Unterscheidung musikalischer Varianz und repräsentationsbedingter

---

<sup>50</sup> Vgl. Kra10, S. 109–112.

<sup>51</sup> Vgl. Kra10, S. 121–122.

Varianz, ein Phänomen, dem Mongeau/Sankoff keine Beachtung schenken. Ebenso betrachtet van Kranenburg eine andere Art musikalischer Varianz. Während sich Mongeau/Sankoff mit der Variation als Gattung und damit quasi komponierter Variation widmen, ist van Kranenburgs Korpus durch überlieferungsbedingte Variation geprägt – diese zählt zum zentralen Forschungsinteresse. Die repräsentationsbedingten Unterschiede, wie van Kranenburg ausführt, müssen insofern bedacht werden, als sie dem Korpus inhärent sind, aber sich nicht in den Alignments niederschlagen sollen. Aus diesem Grund werden verschiedene Parameter zur Repräsentation von Tonhöhe und Rhythmus und darauf basierende Scoringfunktionen modelliert, die auf unterschiedliche Art und Weise Vorannahmen über Variationsprozesse enthalten. So wird auch hier wiederum ein Parameter zur Darstellung der Tonhöhe danach bewertet, ob eine Abweichung einem konsonanten Intervall entspricht. Beachtenswert sind hierbei insbesondere die unterschiedlichen Konzepte, die sich in der Repräsentation des Rhythmus zeigen. So werden zum einen akzentbasierte Parameter modelliert, die eine Form der Gewichtung darstellen, zum anderen wird der relative Zeitabstand zwischen den Einsätzen bemessen. Darüber hinaus wird Rhythmus als Segmentierung einer musikalischen Formeinheit interpretiert, wie es im Falle von *s<sub>phrpos</sub>* geschieht. Von Interesse ist weiterhin, wie sich im Zuge von van Kranenburgs Evaluierung zeigt, dass Vorannahmen über Variationsprozesse, die auch wesentlich für die Modellierung der Parameter waren, sich nicht unbedingt in dieser Form am Material beobachten lassen – sonst wäre die Performanz der entsprechenden Parameter eine höhere.

Letztendlich lassen sich diese Schlussfolgerungen auch auf andere Fragestellungen übertragen, insofern sie deutlich machen, wie wichtig eine kontextbezogene Modellierung ist, zum einen hinsichtlich des zu untersuchenden Korpus, zum anderen hinsichtlich der Phänomene, die beobachtet werden sollen. So lässt sich gerade auch die Filiation als spezieller Untersuchungsgegenstand von den beiden erläuterten Fallbeispielen abgrenzen. Obwohl die

Untersuchungen an einem Volksliedkorpus ebenso Überlieferungsprozesse in den Fokus nehmen, so spiegeln diese Eigenarten mündlicher Überlieferung wider. Die schriftliche Repräsentation der Melodien ist dem Repertoire nicht inhärent, sondern Teil der wissenschaftlichen Aufbereitung, da es sich um durch Expert\*innen transkribierte Audioaufnahmen handelt. Sollen Methoden des Sequenzvergleichs im Rahmen der Filiation angewendet werden, handelt es sich hierbei um schriftliche Überlieferungsprozesse. Die strikte Trennung von musikalischer und repräsentationsbedingter Variation kann so nicht einfach angenommen werden. Vielmehr ist zu erwarten, dass diese Prozesse durch die Dichotomie von musikalischem Sinn und schriftlicher Repräsentation geprägt sind. Eine wesentliche Einflussgröße stellen zudem Kopierfehler dar, deren Existenz die zentrale methodenspezifische Grundannahme darstellen. Prozesse musikalischer Variation treten hinzu, sind aber nicht die einzige Ursache abweichender Lesarten.<sup>52</sup> Die mündliche Tradierung von Repertoire führt zwar, so lässt sich annehmen, zu einem erheblichen Maß musikalischer Variation, diese kann aber nicht von Schreibfehlern herrühren. Dass aber für Kopierfehler andere Substitutionsannahmen getroffen werden müssen, ist allzu leicht nachvollziehbar. Während sowohl bei Mongeau und Sankoff als auch bei van Kranenburg gewisses musikalisches Vorwissen bei der Modellierung der Scoringfunktionen eine Rolle gespielt hat, entziehen sich Fehler dieser Logik. Dass auch den repräsentationsspezifischen Eigenschaften eines Repertoires Rechnung getragen werden muss, wie auch dessen musikalischer Eigenlogik, ist somit evident. In welchem Rahmen diese Faktoren Einfluss nehmen, ist ohne entsprechende Untersuchungen nicht festzustellen.

---

<sup>52</sup> Siehe 2.2.1, bzw. 2.2.2.



### 3.3 Phylogenetische Analysen: Homologie

Phylogenetische Analysen widmen sich dem Studium evolutionärer Zusammenhänge auf der Basis experimenteller Daten.<sup>53</sup> Die Darstellung dieser evolutionären Zusammenhänge erfolgt üblicherweise in Form von Baumdiagrammen. Zur Konstruktion solcher Baumdiagramme auf der Basis von Sequenzdaten werden eine Reihe von algorithmischen Verfahren genutzt. Im Hinblick auf die Nutzung bioinformatischer Methoden im Rahmen der Filiation sind diese Verfahren von zentralem Interesse. Von substantieller Bedeutung sind hierbei das Konzept von Ähnlichkeit und dessen Operationalisierung im Rahmen des Sequenzvergleichs. Die wesentliche Herausforderung liegt in der evolutionären Anbindung, wenn es darum geht, systematische Muster von Ähnlichkeiten und Unterschieden zu ermitteln, die auf eine Gruppenstruktur hindeuten. Wesentlich ist hierbei die Interpretation einer mathematisch bestimmbaren Ähnlichkeit als Homologie, die sich dadurch als zurückführbar auf einen gemeinsamen Vorfahren betrachten lässt.<sup>54</sup>

Prinzipiell ist der Versuch, aufgrund systematischer Muster von Ähnlichkeit und Divergenz Abstammungsbeziehungen zu rekonstruieren, ein Anliegen, das dem der Filiation sehr ähnlich ist. Gemeinsam ist beiden Feldern auch das hohe Maß an Komplexität, das berücksichtigt werden muss. So kann Sequenzähnlichkeit durch verschiedene Prozesse entstehen: Orthologe Sequenzen lassen sich auf einen gemeinsamen Vorgänger zurückführen. Paraloge Sequenzen entstehen durch Ausdifferenzierung duplizierter Gene. Außerdem entstehen xenologe Sequenzen im Rahmen horizontaler Transferprozesse, beispielsweise durch Viren.<sup>55</sup> Ebenso basieren auch phylogenetische Analysen auf Grundannahmen, die wiederum auch eine mögliche Fehlerquelle

---

<sup>53</sup> Vgl. HD16, S. 218.

<sup>54</sup> Vgl. HD16, S. 218–219.

<sup>55</sup> Vgl. HD16, S. 219; Mou04, S. 288.

darstellen. Die fälschliche Annahme, dass dieselben Sequenzpositionen sich in unterschiedlichen Genomen gleich schnell entwickeln, wird von Mount neben anderen Faktoren beispielhaft als Fehlerquelle genannt. Auch weist er darauf hin, dass gerade die Analyse weiter voneinander entfernter Sequenzen problematisch wird, da Indizien darauf hinweisen, dass Genome weitreichende Reorganisationsprozesse durchlaufen.<sup>56</sup> Insofern zeigt sich auch hier der Einfluss, den grundlegende Hypothesen zu evolutionären Beziehungen auf die Analysen haben können. Ebenso wird ersichtlich, dass dieser Faktor zunehmend an Bedeutung gewinnt, je weiter entfernt die analysierten Sequenzen voneinander sind. Um aber einen Vergleich phylogenetischer Analysemethoden mit dem Vorgehen bei der Filiation vorzunehmen, müssen zunächst die phylogenetischen Verfahren näher betrachtet werden.

Ergebnis phylogenetischer Analysen ist ein Baumgraph, der die Verwandtschaftsbeziehungen der einzelnen untersuchten Sequenzen darstellen soll – wie auch ein Stemma ein Ergebnis der Filiation ist. Wie Stemmata unterliegen auch Baumgraphen gewissen Konstruktionsprinzipien, die es zu bedenken gilt. Ein Baum besteht aus den terminalen Knoten, auch Blätter oder Taxa genannt, den Verbindungslinien, Kanten bzw. Zweigen, und auch inneren Knoten, die die evolutionären Beziehungen zwischen den Taxa repräsentieren. Die Anordnung eines Baumes wird als Topologie beschrieben. Jeder innere Knoten stellt dabei eine Spaltung in der Entwicklung dar.<sup>57</sup> Grundsätzlich müssen zwei Arten von Bäumen unterschieden werden, je nachdem, ob ein Baum über eine Wurzel verfügt oder nicht (*rooted* bzw. *unrooted tree*). Während Bäume mit Wurzel eine definierte Direktionalität widerspiegeln, geben Bäume ohne Wurzel lediglich Auskunft über die Binnenstruktur der Taxa, ohne diese in eine zeitliche Abfolge zu bringen.<sup>58</sup> Auch zu unterscheiden sind Bäume anhand der Interpretierbarkeit ihrer

---

<sup>56</sup> Vgl. Mou04, S. 288–292, insbesondere S. 290–291.

<sup>57</sup> Vgl. HD16, S. 219; Mou04, S. 292.

<sup>58</sup> Vgl. HD16, S. 219–220; Mou04, S. 293.

Zweiglängen. Zum einen kann die Länge der Zweige den Grad der Änderung zwischen zwei Taxa angeben. Zum anderen kann damit aber auch eine zeitliche Dimension verbunden sein, wenn das Verfahren zur Konstruktion des Baumes auf der Annahme einer uniformen Mutationsrate beruht, auch *molecular clock* genannt. Im Falle eng verwandter Arten ist diese Hypothese zumeist geeignet.<sup>59</sup> Eine Besonderheit phylogenetischer Bäume ist, dass es sich zumeist um binäre Bäume handelt: Die inneren Knoten verfügen über ausschließlich drei Kanten. Auch werden Bäume, die über mehr als drei Kanten verfügen, als nicht fein genug ausdifferenziert betrachtet.<sup>60</sup> Dies ist ein wesentlicher Unterschied zur Filiation, in der binäre Spaltungen als problematisch gesehen werden, da hier zwei Varianten gleichwertig einander gegenüber stehen.<sup>61</sup> Dieser wesentliche Unterschied in der Baumkonstruktion ist damit auch in der vergleichenden Betrachtung der Verfahren zu berücksichtigen.

#### 3.3.1 Methoden phylogenetischer Analysen

Phylogenetische Analyseverfahren agieren auf Basis einer angenommenen Homologie der zu untersuchenden Sequenzen. So setzen die meisten Algorithmen voraus, dass Sequenzen sich in eine Baumstruktur integrieren lassen. Damit ist klar, dass Sequenzen nach Möglichkeit von einem gemeinsamen Vorfahren abstammen müssen und auch eine gemeinsame evolutionäre Entwicklung durchlaufen haben, um adäquate Ergebnisse erzielen zu können. Ebenso muss die Variabilität der Sequenzen hinreichend groß sein, um eine aussagekräftige Topologie zu erreichen, die nicht durch Rauschen bestimmt wird. Eine weitere zentrale Annahme ist, wie bereits schon im Rahmen des Sequenzvergleiches, dass einzelne Positionen innerhalb einer Sequenz unabhängig voneinander mutieren. Daneben gilt zumeist die Annahme,

---

<sup>59</sup> Vgl. Mou04, S. 293.

<sup>60</sup> Vgl. HD16, S. 220–221; Mou04, S. 292; Dur+98, S. 163.

<sup>61</sup> Vgl. Maa57, S. 6.

dass sämtliche aufgetretenen Mutationen sich durch einen einzigen stochastischen Prozess beschreiben lassen, der die Mutationen an sämtlichen Positionen erklärt.<sup>62</sup>

Grundsätzlich werden zwei Arten von Verfahren unterschieden, phänetische und kladistische Verfahren. Phänetische Verfahren orientieren sich an den Phänotypen, ohne Verwendung eines evolutionären Modells. Diese Ansätze werden auch als *distanzbasierte Verfahren* bezeichnet, da sie als Ausgangspunkt eine Menge an Distanzen zwischen Sequenzpaaren verwenden, anhand derer ein Baum konstruiert wird. Kladistische Verfahren dagegen bewerten mögliche evolutionäre Entwicklungen und ermöglichen auch die Rekonstruktion von Vorgängern.<sup>63</sup> Im Folgenden werden die Grundsätze der zentralen Verfahren zur Konstruktion phylogenetischer Bäume betrachtet. Wie auch bereits im Rahmen der Ausführungen zum paarweisen Sequenzvergleich, soll auch hier der Fokus nicht auf einer detaillierten Erläuterung der Verfahren liegen, sondern vielmehr sollen die wesentlichen Mechanismen erläutert werden.

**Distanzbasierte Verfahren** Distanzbasierte Verfahren operieren auf der Grundlage von evolutionären Distanzen, bzw. Editierabständen zwischen Sequenzen. Im Gegensatz zu den kladistischen Verfahren, die jede Spalte in alignierten Sequenzen miteinander vergleichen, schätzen distanzbasierte Verfahren einen phylogenetischen Baum auf der Basis der Abweichung zweier Sequenzen als Ganzes. Die Verfahren sind damit nicht so sensitiv gegenüber Änderungen in einzelnen Spalten, doch eignen sie sich insbesondere für den Einsatz bei einer großen Zahl von Sequenzen. Außerdem werden sie nicht signifikant durch Abweichungen der Mutationsraten über die evolutionäre Zeit hinweg beeinflusst.<sup>64</sup>

---

<sup>62</sup> Vgl. Mer15, S. 274–275; Dur+98, S. 14; Mou04, S. 287.

<sup>63</sup> Vgl. Mer15, S. 255.

<sup>64</sup> Vgl. Mou04, S. 295.

Voraussetzung ist, dass für sämtliche Sequenzen, die miteinander in Relation gebracht werden sollen, zuvor ein Alignment mit jeweils allen übrigen Sequenzen durchgeführt wurde. Die anhand dieser Sequenzvergleiche ermittelten Distanzen, eingetragen in eine  $n \times m$ -Matrix, bilden die Ausgangsbasis für distanzbasierte Verfahren. Ziel ist es, anhand dieser paarweisen Distanzen die Sequenzen derart zu gruppieren und damit auch zu strukturieren, dass ein Baumgraph mit einer möglichst kleinen Summe von Astlängen gefunden wird, also ein *minimum evolution tree*.<sup>65</sup> Der Erfolg ist dabei wesentlich abhängig davon, welche Bedingungen die zugrundeliegende Distanzmatrix erfüllt.<sup>66</sup> Die beiden im Folgenden erläuterten Verfahren unterscheiden sich insbesondere durch ihre Anforderungen an die Distanzmatrix, produzieren als Ergebnis aber auch Baumgraphen, die sich wesentlich in ihrer Deutung unterscheiden. So lässt sich gerade anhand dieser Unterschiede zwischen *UPGMA-Algorithmus* und *Neighbor-Joining* die grundlegende Methodik distanzbasierter Verfahren erläutern.

Grundsätzlich konstruieren beide Methoden einen Baum, indem sie jeweils benachbarte Sequenzcluster zu einem Cluster zusammenfassen. Auf diese Weise wird in jedem Iterationsschritt die Zahl der zu vergleichenden Elemente reduziert, bis schließlich nur noch zwei Elemente übrig bleiben. Werden zwei benachbarte Sequenzen, bzw. Cluster, zusammengefasst, wird ein interner Knoten – also ein neues Cluster – in den Graphen eingefügt. Anschließend werden sämtliche Distanzen zu diesem neuen Knoten berechnet, also die Distanz der zusammengefassten Elemente zum neuen Element wie auch der Abstand dieses neuen Elementes zu allen weiteren Elementen. Die verschiedenen Verfahren unterscheiden sich hierbei sowohl in der Vorschrift anhand derer die Cluster gebildet werden, als auch in der Bestimmung der neuen Distanzen.

---

<sup>65</sup> Vgl. SN87, S. 406.

<sup>66</sup> Vgl. Mou04, S. 302.

Der UPGMA-Algorithmus<sup>67</sup> wählt jeweils die beiden Elemente mit der kleinsten Distanz und fasst diese in einem Cluster zusammen, indem er das arithmetische Mittel der Distanzen zwischen den Elementen berechnet. Da diese Elemente wiederum selbst Cluster sein können, wird das Mittel aus allen möglichen Distanzen der beiden Cluster berechnet. Anschließend werden die Abstände der übrigen Cluster zum neuen Cluster berechnet. Bleiben nur noch zwei Cluster übrig, wird auf der Höhe von  $\frac{d_{ij}}{2}$  eine Wurzel eingesetzt.<sup>68</sup> Das Ergebnis dieses Algorithmus ist somit ein gerichteter Baum mit Wurzel, dessen Kantenlänge, definiert durch die Distanzen zwischen den jeweiligen Knoten, einer konstanten einheitlichen Mutationsrate entspricht – die wesentliche Grundannahme dieses Verfahrens ist die Hypothese einer *molecular clock*. Es wird somit davon ausgegangen, dass sämtliche Mutationen aller Sequenzen mit derselben konstanten Rate geschehen sind. Die Kantenlänge eines Baumes entspricht damit einer zeitlichen Dimension. Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, müssen die Daten dieser Hypothese standhalten, sie müssen somit die Bedingung der Ultrametrik einhalten:

$$d(x, y) \leq \max(d(x, z), d(y, z)) \quad \forall x, y, z$$

Eine Matrix erfüllt diese Bedingung, wenn für drei Indizes  $x, y, z$  das Maximum der drei Distanzen  $d(x, y)$ ,  $d(x, z)$  und  $d(y, z)$  von mindestens zwei der Werte angenommen wird. Ist diese Bedingung erfüllt, konstruiert der UPGMA-Algorithmus den korrekten Baum. In einem ultrametrischen Baum weisen alle Blätter dieselbe Distanz zur Wurzel auf. Dieser Pfad entspricht der gesamten evolutionären Zeitentwicklung. Die inneren Knoten liegen hierbei an den Positionen der aktuellen Minimaldistanz zwischen den Blättern des rechten Zweiges und des linken Zweiges. Sind die Kantenlängen

---

<sup>67</sup> UPGMA steht für *unweighted pair group method using arithmetic averages*.

<sup>68</sup> Für eine detaillierte Beschreibung, vgl. Dur+98, S. 167–169; Mou04, S. 307–309; HD16, S. 225–230.

von einem inneren Knoten zu dessen zugehörigen Blättern rechts und links nicht identisch, ist der Baum nicht ultrametrisch und damit trifft die Hypothese der *molecular clock* nicht zu.<sup>69</sup>

Wenn eine Distanzmatrix nicht ultrametrisch ist, kann diese noch immer additiv sein. In einem additiven Baum stellen die Kantenlängen den Grad der Änderung dar. Addiert man die Kantenlängen zwischen den Knoten für die kürzeste Strecke zwischen zwei Blättern, ergibt die Summe die in der Matrix angegebene Distanz. Ob die Eigenschaft der Additivität vorliegt, kann durch die Vier-Punkte-Bedingung überprüft werden. Für vier beliebige Objekte  $i, j, k, l$  gilt<sup>70</sup>:

$$d(i, j) + d(k, l) \leq d(i, k) + d(j, l) = d(i, l) + d(j, k)$$

Im Falle einer annähernd additiven Matrix kann der *Neighbor-Joining-Algorithmus* verwendet werden. Dieser funktioniert soweit ähnlich, dass in einem iterativen Prozess optimale Elemente zu einem Cluster zusammengefasst werden, um so die inneren Knoten des Baumes zu ermitteln. Beide Verfahren unterscheiden sich, da zum einen die Kantenlänge grundsätzlich anders interpretiert werden muss. Zum anderen ist das Ergebnis des Neighbor-Joining ein ungerichteter Baum ohne Wurzel. Entscheidend ist zudem, dass die Kantenlängen eines inneren Knotens jeweils zur rechten und zur linken nicht mehr identisch sein müssen. In einem solchen Fall würde der UPGMA-Algorithmus den falschen Baum rekonstruieren.<sup>71</sup>

Das Verfahren des Neighbor-Joining (*NJ*) wurde 1987 von Saitou und Nei publiziert und 1988 von Studier und Keppler modifiziert.<sup>72</sup> Das Prinzip von Saitou und Nei besteht darin, in einem zu Beginn sternförmigen Baum

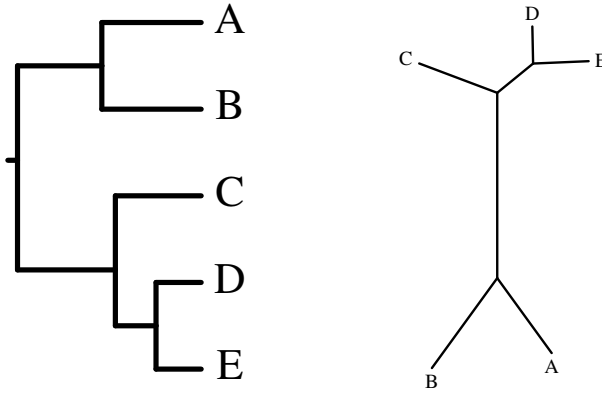
---

<sup>69</sup> Vgl. HD16, S. 230–231; Dur+98, S. 169; Mer15, S. 256–257.

<sup>70</sup> Vgl. Mer15, S. 258.

<sup>71</sup> Vgl. Dur+98, S. 169–170.

<sup>72</sup> SN87; SK88.



(a) Gerichteter Baum als Ergebnis des UPGMA-Algorithmus.

(b) Ungerichteter Baum als Ergebnis des Neighbor-Joining-Algorithmus.

Abbildung 3.6: UPGMA und Neighbor-Joining im Vergleich: Bäume wurden basierend auf derselben Distanzmatrix erstellt. (Unter Verwendung von phylip 3.6,[Fel05])

schrittweise Cluster für die Knoten einzuführen, die die geringste Summe von Kantenlängen aufweisen. Studier und Keppler modifizierten dieses Verfahren, indem sie stattdessen die durchschnittliche Distanz eines Taxon zu allen weiteren subtrahieren. Auf diese Weise kompensieren sie den Effekt langer Kanten und ermitteln die benachbarten Taxa, um diese darauf hin zu einem Cluster zusammen zu fassen.<sup>73</sup> Dieser Prozess reduziert ebenfalls sukzessive die Zahl der Knoten, bis schließlich nur noch zwei Elemente übrig bleiben. Um Rückschlüsse auf eine mögliche Position der Wurzel eines Baumes ziehen zu können, wird üblicherweise eine *outgroup* verwendet. Den zu analysierenden Daten wird eine Sequenz hinzugefügt, die bekannterweise weiter entfernt liegt. Im resultierenden ungerichteten Baum sollte dieses

<sup>73</sup> Vgl. SN87, S. 407–409; SK88, S. 729; Dur+98, S. 171.



Taxon sehr wahrscheinlich in der Nähe der Wurzel liegen. Der Knoten, an dem die Kante der Outgroup ansetzt, stellt damit den besten Kandidaten für eine Wurzel dar.<sup>74</sup>

Während Saitou und Nei einen Beweis dafür liefern, dass der Algorithmus für eine strikt additive Matrix den korrekten Baum erstellt, relativieren spätere Veröffentlichungen dies. Bereits Studier und Keppeler wiesen auf einen fehlerhaften Beweis hin. Vielmehr kann festgehalten werden, dass der Neighbor-Joining-Algorithmus ein so genannter *Greedy-Algorithmus*<sup>75</sup> ist und somit nicht garantiert ist, dass der optimale Baum gefunden wird. Allerdings konnte auch gezeigt werden, dass das Verfahren bis zu einer Toleranzgrenze auch noch benutzbar ist, wenn die Ausgangsdaten nicht strikt additiv sind. Ebenso wurden auch bereits andere Auswahlkriterien erprobt.<sup>76</sup>

**Kladistische Verfahren** Wie bereits ausgeführt wurde, unterscheiden sich kladistische Verfahren dadurch von distanzbasierten Verfahren, dass sie nicht die globale Ähnlichkeit bzw. Distanz von Sequenzen als Grundlage für die Konstruktion eines Baumgraphen verwenden, sondern stattdessen die Charakteristiken der Taxa betrachten, im Falle von Sequenzen deren jeweilige Positionen. Während die vorgestellten distanzbasierten Verfahren auf konkret bewerteten paarweisen Distanzen beruhen, die sich auch im Rahmen eines multiplen Sequenzalignments ermitteln lassen, erfordern charakterbasierte Verfahren die optimale Ausrichtung sämtlicher Sequenzen zueinander. Als Vertreter kladistischer Verfahren sind insbesondere zwei Ansätze zu nennen, zum einen *Maximum-Parsimony*, zum anderen probabilistische Verfahren. Letztere sollen repräsentativ anhand der *Maximum-Likelihood*-Methode dargestellt werden.

---

<sup>74</sup> Dur+98, S. 173.

<sup>75</sup> Vgl. WW13, S. 117–118.

<sup>76</sup> Vgl. SN87, S. 412; SK88; Mer15, S. 262; Att97; GS06.

Das *Maximum-Parsimony*-Verfahren – auch mit *MP* abgekürzt – verfolgt ein Sparsamkeitsprinzip. Ziel ist es, eine Topologie zu finden, die einen minimalen Aufwand an Mutationen aufweist. Dabei wird jede Position einer Sequenz als Merkmal interpretiert. Aus den Merkmalsunterschieden zwischen den Sequenzen werden Mutationsereignisse abgeleitet. Der optimale Baum ist dann, vergleichbar zum *minimum evolution*-Prinzip, der Baum, der mit den wenigstens Mutationsschritten den vorliegenden Befund erklären kann.<sup>77</sup> Das Verfahren ist insofern kladistisch, dass hierbei die konkreten Mutationen an den jeweiligen Sequenzpositionen betrachtet werden. Ebenso unterscheidet sich die Strategie zum Auffinden dieser optimalen Topographie wesentlich von den distanzbasierten Verfahren. Grundsätzlich handelt es sich bei Maximum-Parsimony um ein heuristisches Verfahren. Statt einen Baum auf der Basis von Ausgangsdaten zu konstruieren, werden Bäume zufällig konstruiert und dann miteinander verglichen, um so den sparsamsten Baum zu ermitteln. Damit umfasst die Methode zwei wesentliche Schritte, einmal das Verfahren zur Bestimmung der Kosten für einen Baum und dann das Ermitteln des optimalen Baumes. Beim Ermitteln der notwendigen Kosten für einen Baum wird schließlich jede Position zunächst einzeln betrachtet, dann werden die Kosten aller Positionen aufaddiert. Neben dem traditionellen Verfahren, das die Zahl der notwendigen Substitutionen zählt, existiert auch eine Erweiterung des Verfahrens – als *weighted parsimony* bezeichnet –, das je nach durchgeführter Substitution unterschiedliche Kosten addiert. In diesem Fall ist das Ziel, die erforderlichen Kosten zu minimieren.<sup>78</sup> An dieser Stelle soll aber lediglich das traditionelle Verfahren berücksichtigt werden.

Um den Mutationsaufwand in einem gegebenen Baum zu bewerten, wird dieser in post-order durchlaufen – also zunächst von den Blättern ausgehend aufwärts der linke Teilbaum, dann der rechte Teilbaum und zuletzt

---

<sup>77</sup> Vgl. Mer15, S. 263.

<sup>78</sup> Vgl. Dur+98, S. 174–175.

die Wurzel.<sup>79</sup> Hierbei wird zunächst die Schnittmenge aus den Zeichen der beiden Kindknoten gebildet. Ist diese leer, weil den beiden Knoten kein Zeichen gemeinsam ist, werden stattdessen sämtliche Zeichen beider Knoten eingefügt, also die Vereinigungsmenge gebildet. Jedes Auftreten einer Vereinigungsmenge ist ein Indiz für eine Substitution und wird damit gezählt.<sup>80</sup> Werden diese Kosten für nicht übereinstimmende Positionen in den Sequenzen addiert, ergeben sich die Gesamtkosten für einen Baum.<sup>81</sup> Um mögliche Ahnen zu rekonstruieren, kann zudem ein Traceback ausgeführt werden. Hierzu beginnt man an der Wurzel des Baums und iteriert systematisch durch sämtliche inneren Knoten. Fitch führt zu diesem Zweck ein Verfahren ein, das den Umgang mit Mehrdeutigkeiten regelt. Als Entscheidungsgrundlage dient in diesem Fall der unmittelbare Elternknoten. Enthält der aktuelle Knoten sämtliche Zeichen seines unmittelbaren Vorfahrens, werden alle weiteren Zeichen eliminiert – Fitch nennt dies *rule of diminished ambiguity*. Ist dies nicht der Fall, ist entscheidend, ob der Knoten durch eine Vereinigung der unmittelbar darunterliegenden Knoten gebildet wurde oder nicht. Falls ja, werden die Zeichen um sämtliche nicht im aktuellen Knoten enthaltene Zeichen des Elternknotens ergänzt – dies wird als *rule of expanded ambiguity* bezeichnet. Ist dies nicht der Fall, tritt die *rule of encompassing ambiguity* ein: Jegliches nicht bereits vorhandene Zeichen wird hinzugefügt, wenn dieses sowohl im unmittelbaren Vorfahren enthalten ist und in mindestens einem der beiden Nachfahren. Sobald alle Knoten durchlaufen wurden, ist die Rekonstruktion abgeschlossen.<sup>82</sup>

Doch was bedeutet es konkret für das Verfahren, wenn sämtliche möglichen Topologien überprüft werden müssen, um den optimalen Baum zu finden? Mit wachsender Zahl an zu vergleichenden Taxa steigt die Zahl möglicher Topologien deutlich. Für eine Menge von  $n$  Taxa werden in einem binären

---

<sup>79</sup> Vgl. Dur+98, S. 175.

<sup>80</sup> Vgl. Fit71, S. 408–409.

<sup>81</sup> Vgl. Dur+98, S. 176.

<sup>82</sup> Vgl. Fit71, S. 410–411.

Baum Wurzel ( $n - 1$ ) innere Knoten hinzugefügt, dazu kommen ( $2n - 2$ ) Kanten. In einem Baum ohne Wurzel mit  $n$  Blättern sind es insgesamt ( $2n - 2$ ) Knoten und ( $2n - 3$ ) Kanten. Während es für drei Blätter nur einen einzigen Baum ohne Wurzel geben kann, sind es für vier Blätter bereits drei Bäume, da an jeder existierenden Kante eine weitere Kante eingefügt werden kann, bzw. eine Wurzel. Die Anzahl möglicher Bäume wächst damit erheblich<sup>83</sup>:

Taxa	Bäume ohne Wurzel	Bäume mit Wurzel
3	1	3
4	3	15
5	15	105
—	—	—
8	10 395	135 135
9	135 135	2 027 025
10	2 027 025	34 459 425

Damit steigt mit jedem Taxon der erforderliche Aufwand, um den sparsamsten Baum zu ermitteln. Ebenso steigt auch der Aufwand mit der Varianz der zu vergleichenden Taxa. Aus diesem Grund eignet sich Maximum-Parsimony vor allem für Fälle mit einer geringen Anzahl von Taxa – Mount nennt zwölf als Maximalgröße –, die nur geringe aber deutlich vorhandene Variation aufweisen. Denn umso größer die Variation ist, umso mehr Beziehungen sind möglich, insbesondere wenn in den variierenden Positionen starke Unterschiede bestehen.<sup>84</sup> Auch wenn es zwar leichter ist, die Kosten für einen Baum mit Wurzel zu berechnen, ändern diese sich nicht abhängig von der Position der Wurzel. Aus diesem Grund reicht es, nur alle möglichen Bäume ohne Wurzel zu betrachten. Eine Wurzel dient hierbei lediglich zur Definition der Richtung des Vergleichs.<sup>85</sup> Doch auch

<sup>83</sup> Vgl. Dur+98, S. 164–165.

<sup>84</sup> Vgl. Mou04, S. 295.

<sup>85</sup> Vgl. Dur+98, S. 178.

wenn nur alle möglichen Bäume ohne Wurzel beachtet werden müssen, ist es notwendig, Optimierungsstrategien anzuwenden, um eine größere Zahl an Taxa betrachten zu können. Ziel ist es dabei, die Zahl der zu analysierenden Bäume zu reduzieren. Stochastische Vorgehensweisen, wie das zufällige Tauschen von Zweigen, um dann den günstigeren zu bevorzugen, oder das zufällige Auswählen von drei Taxa und das sukzessive Hinzufügen weiterer Knoten, garantieren nicht das Auffinden des optimalen Baumes.<sup>86</sup> Tatsächlich bedingt im Fall der letztgenannten Strategie die Reihenfolge, in dem die weiteren Taxa dem Baum hinzugefügt werden, das Endergebnis. Eine Strategie, die das Auffinden des optimalen Baumes garantiert, ist das *branch and bound* Verfahren. Hierbei wird ausgenutzt, dass die Zahl der Substitutionen in einem Baum nur durch das Hinzufügen einer weiteren Kante steigt. Wenn die Kosten eines ersten Vergleichsbaums bestimmt sind, wird ein neuer Baum aus zunächst drei Knoten analysiert. Zu diesem werden dann sukzessive weitere Knoten hinzugefügt. Mit jedem hinzukommenden Knoten werden sämtliche mögliche Topologien berechnet. Sobald die Kosten einer dieser Topologien die Kosten des Vergleichsbaumes übersteigt, werden diese Topologie und sämtliche auf dieser durch das Hinzufügen weiterer Knoten aufbauenden Topologien verworfen. Auf diese Weise kann eine Gruppe von Bäumen ausgeschlossen werden, indem nur ein einziger (kleinerer) Baum überprüft und verworfen wird.<sup>87</sup>

Probleme können bei der Verwendung von Maximum-Parsimony-Verfahren auftreten, wenn die Mutationsrate in den unterschiedlichen Zweigen stark variiert, da auch hier die Analyseraten über alle Zweige hinweg gleich sind.<sup>88</sup> Dieses Phänomen wird als *long-branch attraction* (LBA) bezeichnet. Grundsätzlich werden damit zwei Aspekte betrachtet: Sowohl die Verzerrung von Analysen durch die Kombinationen von langen und kurzen Zweigen, wie

---

<sup>86</sup> Vgl. Dur+98, S. 178–179.

<sup>87</sup> Vgl. Dur+98, S. 179–180.

<sup>88</sup> Vgl. Mou04, S. 298.

auch Situationen, in denen Ähnlichkeit durch parallele bzw. konvergente Änderungen entstehen.<sup>89</sup> Längere Zeit wurde long-branch attraction als hypothetisches Phänomen betrachtet, doch es konnten derart zahlreiche Beispiele in der Literatur gefunden werden, dass es als relevantes methodisches Problem betrachtet werden muss. Zwar betrifft es prinzipiell sämtliche phylogenetischen Methoden, allerdings ist Maximum-Parsimony besonders empfindlich hierfür.<sup>90</sup> Dabei ist LBA für molekulare Daten insofern spezifisch, als die Zahl der möglichen Zustände in einer Sequenz beschränkt ist auf vier Nukleinbasen bzw. 20 Aminosäuren, und damit die konvergente Entwicklung als üblich anzusehen ist. Typischerweise führt dies dazu, dass im Fall zwei ausreichend langer Zweige, die durch einen weiteren deutlich kürzeren Zweig voneinander getrennt sind, Sequenzen unabhängig voneinander im Laufe ihrer Entwicklung genügend identische Basen erworben haben, dass sie durch ein Parsimony-Verfahren als von einem gemeinsamen Merkmal abgeleitet betrachtet werden. Hierdurch würden diese Taxa im sparsamsten Baum fälschlicherweise als Geschwister gruppiert werden.<sup>91</sup> Das im Folgenden näher besprochene Maximum-Likelihood-Verfahren ist weniger empfindlich gegenüber LBA, dennoch kann es auch hier eine Rolle spielen, insbesondere – aber nicht ausschließlich – wenn Modellannahmen verletzt sind. Vor allem ist es von Bedeutung bei begrenzten Datensätzen, insbesondere mit unzureichender Stichprobenauswahl.<sup>92</sup> Empfehlungen zum Umgang mit long-branch attraction beziehen sich somit vor allem auf die systematische Überprüfung der vorgenommenen Analysen, insbesondere der Beobachtung des Einflusses der Outgroup auf das Ergebnis, die Validierung der Ergebnisse durch zusätzliche Methoden und im Zweifel der Erweiterung der Stichprobe durch heterogene Daten.<sup>93</sup>

---

<sup>89</sup> Vgl. Ber05, S. 164.

<sup>90</sup> Vgl. Ber05, S. 163–164.

<sup>91</sup> Vgl. Ber05, S. 165.

<sup>92</sup> Vgl. Ber05, S. 166.

<sup>93</sup> Vgl. Ber05, S. 183–186.

Als probabilistischer Ansatz zur Konstruktion phylogenetischer Bäume basierend auf Sequenzdaten wird stellvertretend auf das *Maximum-Likelihood*-Verfahren – auch mit *ML* abgekürzt – eingegangen, wie es von Joseph Felsenstein formuliert wurde.<sup>94</sup> Ziel des Verfahrens ist es, diejenige Baumtopologie zu finden, unter deren Voraussetzung die gegebenen Daten die höchste Plausibilität aufweisen. Hierbei wird die Erzeugung der vorliegenden Daten, also der gegebenen Sequenzen, als stochastischer Prozess aufgefasst, die einer bestimmten Struktur folgen, welche sich in Form eines phylogenetischen Baumes beschreiben lässt. Die gesuchte Topologie ist damit das Modell, dem dieser Prozess folgt. Im Rahmen einer Parameterschätzung wird somit die Baumstruktur gesucht, welche die vorliegenden Daten am plausibelsten zu erklären vermag.<sup>95</sup> Insofern ist der Maximum-Likelihood-Ansatz im Gegensatz zu Maximum-Parsimony ein Verfahren, das von Modellannahmen abhängig ist. Gerade hierin liegt die wesentliche Stärke probabilistischer Verfahren. Indem sie auf einem konkreten Evolutionsmodell fußen, können hier gezielt Vorannahmen eingebracht werden. Hierdurch werden sie auch weniger empfindlich gegenüber LBA.

Die Likelihood eines Baumes  $L(\text{Baum})$  wird auch als Wahrscheinlichkeit der Daten unter der Voraussetzung eines konkreten Baumes betrachtet:  $p(\text{Daten}|\text{Baum})$ , bzw.  $p(x^\bullet|T, t_\bullet)$  für sämtliche  $n$  Sequenzen  $x$ , die die Blätter eines Baumes  $T$  bilden, in denen  $t_\bullet$  die Kantenlänge der Zweige

---

<sup>94</sup> Fel81.

<sup>95</sup> Die Likelihood ist eng verwandt mit der Wahrscheinlichkeitsdichte, es wird aber der Parameter der einen Funktion als Variable der anderen Funktion (und umgekehrt) behandelt. An einem Urnenexperiment kann dieses Verhältnis veranschaulicht werden. Während die Wahrscheinlichkeit, eine Kugel mit einer gewünschten Farbe aus einer Menge von Kugeln zu ziehen, anhand der Gesamtmenge der Kugeln und der Menge der Kugeln mit der gewünschten Farbe geschätzt werden kann, wird mit der Maximum-Likelihood-Methode eine Schätzung in umgekehrter Richtung vorgenommen. Basierend auf der relativen Häufigkeit, mit der in einer Reihe Experimente Kugeln der gewünschten Farbe gezogen wurde und der Gesamtmenge aller enthaltenen Kugeln, kann die Plausibilität geschätzt werden, mit der die Urne eine vermutete Anzahl Kugeln in der gewünschten Farbe enthält. Es wird daraufhin der Wert als Anzahl angenommen, der die höchstmögliche Likelihood ergeben hat.

bezeichnet.<sup>96</sup> Dabei muss bedacht werden, dass die Likelihood eine Funktion über die Parameter ist und keine Wahrscheinlichkeitsdichte. Weder lässt sich die Likelihood verschiedener Bäume auf 1 aufsummieren, noch wird damit die Wahrscheinlichkeit ausgedrückt, dass ein Baum der korrekte sei. Da die Komplexität eines Modells für die Verzweigung von Bäumen zu hoch wäre – es müsste sowohl Prozesse der Artenbildung und Ausrottung als auch Selektionsprozesse umfassen –, wird nach Felsenstein stattdessen die Baumstruktur als unbekannte Entität angenommen. Somit wird eine Topologie aus den Wahrscheinlichkeiten zusammengesetzt, mit der von einem Knoten  $j$  ein Zweig mit der Länge  $t_j$  zu einem Knoten  $k$  führt, also sich eine Sequenz  $j$  nach einer gewissen Zeitspanne  $t_j$  aus der Sequenz  $k$  entwickelt hat:  $p(j|k, t_j)$ .<sup>97</sup> Damit wäre die Likelihood eines Baumes aus fünf Knoten das Produkt aller vier Teilwahrscheinlichkeiten, dass ein Knoten sich über einen gewissen Abstand aus einem anderen Knoten entwickelt hat, und der Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Wurzel des Baumes einen bestimmten Zustand hat:

$$p(x^1, \dots, x^5 | T, t_\bullet) = (p(x^1 | x^4, t_1) p(x^2 | x^4, t_2)) p(x^3 | x^5, t_3) p(x^4 | x^5, t_4) p(x^5)$$

Da aber die exakte Gestalt der inneren Knoten, im obigen Beispiel  $x^4$  und  $x^5$ , nicht bekannt ist, muss die Likelihood für diese die Summe über sämtliche möglichen Zuweisungen von Nukleinbasen für die von diesen Knoten abstammenden Zweige des Baumes sein.<sup>98</sup> Als kladistisches Verfahren werden bei einer Maximum-Likelihood-Schätzung sämtliche Positionen der Sequenzen berücksichtigt. Dabei wird angenommen, dass sich die jeweiligen Positionen innerhalb einer Sequenz unabhängig voneinander entwickelt

---

<sup>96</sup> Vgl. Dur+98, S. 193.

<sup>97</sup> Vgl. Fel81, S. 369.

<sup>98</sup> Vgl. Fel81, S. 370.



haben. Aus diesem Grund wird das Produkt aller Teilergebnisse als vollständige Likelihood für sämtliche Sequenzpositionen verwendet.<sup>99</sup>

Die Modellannahmen in der Likelihood eines Baumes, mit denen gezielt Vorannahmen über Evolutionsprozesse eingebracht werden können, ergeben sich durch die konkrete Festlegung der Wahrscheinlichkeit, dass sich der Zustand  $a$  einer Position  $u$  in einer Sequenz  $x^j$  über eine gewisse Zeitspanne  $t_j$  aus einem Zustand  $b$  an der Position  $u$  einer Vorgängersequenz  $x^k$  entwickelt hat<sup>100</sup>:

$$p(x_u^j = a | x_u^k = b, t_j)$$

Diese Werte basieren auf einem Evolutionsmodell, das in Form einer Matrix angibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Zustand in einen anderen Zustand übergeht, auch für eine bestimmte Zeitspanne. Insertionen und Deletionen werden in einfachen Modellen nicht betrachtet, komplexere Modelle können diese auch berücksichtigen. An dieser Stelle sollen die Eigenschaften von Evolutionsmodellen vorerst nicht weiter betrachtet werden. Stattdessen wird sich der folgende Abschnitt überblicksartig mit der Materie auseinandersetzen. Eine Eigenschaft von Evolutionsmodellen, die an dieser Stelle dennoch Erwähnung finden soll, ist die Reversibilität. Sind die Substitutionswahrscheinlichkeiten von einem Zustand in einen anderen für eine Zeitspanne für beide Richtungen identisch, ist die Bedingung der Reversibilität erfüllt. Es gilt für alle  $i, j$  und  $t$ :

$$p(i)p(i|j, t) = p(j)p(j|i, t)$$

Ist ein Modell reversibel, gibt es keine Information, mit der eine Wurzel in einem Baum platziert werden könnte. Die Likelihood ändert sich nicht, solange die Summe der beiden Zweiglängen zu einer angenommenen Wurzel

---

<sup>99</sup> Vgl. Fel81, S. 369.

<sup>100</sup> Vgl. Fel81, S. 369.

identisch bleiben, d. h. die Wurzel kann beliebig auf dieser Achse verschoben werden. Wird dieses Argument wiederholt berücksichtigt, zeigt sich, dass keinerlei Information über die Wurzel abgeleitet werden kann, da sich die Likelihood dadurch nicht ändert. Dadurch wird die Likelihood de facto für Bäume ohne Wurzel bestimmt. Dieses Prinzip nennt Felsenstein *Pulley Prinzip*. Es gilt immer dann, wenn die Substitution reversibel ist und keine Bedingung die Gleichzeitigkeit der Blätter erfordert.<sup>101</sup>

Um die Likelihood zu maximieren und so einen Kandidaten für den optimalen Baum zu finden, ist es auch hier wiederum nötig, über alle möglichen Topologien hinweg zu suchen. Da aber zusätzlich hierzu auch konkrete Kantenlängen in Betracht gezogen werden, ist es auch erforderlich, diese zu maximieren. Für eine kleine Anzahl Sequenzen, ca. zwei bis fünf, können sämtliche Topologien noch aufgezählt werden und dann Pfadlängen mit passenden numerischen Verfahren maximiert werden. Sobald größere Mengen von Sequenzen betrachtet werden sollen, sind Optimierungsverfahren nötig. Doch, selbst mit der besten Optimierung bleibt Maximum-Likelihood ein rechenintensives Unterfangen, insbesondere – aufgrund der größeren Substitutionsmatrix – bei der Analyse von Proteinsequenzen.<sup>102</sup> Felsenstein erläutert bereits Optimierungsverfahren, zum einen für die Berechnung der Likelihood als auch für die Optimierung der Kantenlängen.

Zur Berechnung der Likelihood können die Terme entsprechend der Topologie des Baumes organisiert werden, um so ein ökonomischeres Vorgehen zu ermöglichen. So lassen sich die einzelnen Teilbäume beginnend von den Blättern aus aufsteigend berechnen – der Baum wird in *post-order* traversiert. In diesem Prozess lässt sich die Likelihood eines Baumes im Sinne einer bedingten Likelihood umformen: Die Likelihood eines Knotens  $k$  basiert auf den Daten des aktuellen Knotens und allen von diesem abstammenden

---

<sup>101</sup> Vgl. Fel81, S. 371–372.

<sup>102</sup> Vgl. Dur+98, S. 206–207.

Knoten, unter der Bedingung, dass  $k$  einen Zustand  $a$  eingenommen hat. Ist  $k$  ein Blatt-Knoten, ist  $p(L_k|a) = 1$ , wenn  $k$  den Zustand  $a$  angenommen hat, sonst gilt  $p(L_k|a) = 0$ . Ist  $k$  ein innerer Knoten, wird die Likelihood anhand der direkten Kindknoten berechnet:

$$p(L_k|a) = \sum_i p(k = a|i = b, t_i)p(L_i|b) \sum_j p(k = a|j = c, t_j)p(L_j|c)$$

Sobald die Wurzel des Baumes erreicht ist, wird die Likelihood zuletzt noch mit der Priorwahrscheinlichkeit für die Wurzel (s.o.) multipliziert. Dieser Prozess wird für jede Sequenzposition ausgeführt und anschließend multipliziert.<sup>103</sup>

Ein weiterer Schritt ist das Ermitteln der optimalen Kantenlängen. Felsenstein schlägt hierzu einen EM-Algorithmus vor. Hierbei wird jeweils ein Zweig so lange modifiziert bis die Likelihood maximiert ist, erst dann wird der nächste Zweig betrachtet. Das hierzu vorgeschlagene Verfahren garantiert eine stetige Maximierung der Likelihood, indem sukzessive Variablen modifiziert und optimiert werden. Sobald die vorgeschlagene Iterationsformel konvergiert, ist ein relatives Maximum erreicht. Dieser Prozess wird so lange für sämtliche Zweige durchgeführt, bis keine substantielle Verbesserung mehr möglich ist. Allerdings garantiert dieses Verfahren nicht das Auffinden der optimalen Kantenlängen, da nicht ermittelt werden kann, ob tatsächlich das globale Maximum erreicht wurde oder nur ein Sattelpunkt.<sup>104</sup> Zusätzlich schlägt Felsenstein vor, den Baum sukzessive aufzubauen, indem man zunächst mit zwei Taxa beginnt, diesen Teilbaum optimiert und dann sukzessive weitere Taxa hinzufügt. Allerdings ist so nicht garantiert, die optimale Topologie zu finden, da die Reihenfolge, in der Taxa hinzugefügt werden, einen erheblichen Einfluss ausübt.<sup>105</sup>

---

<sup>103</sup> Vgl. Fel81, S. 370.

<sup>104</sup> Vgl. Fel81, S. 372–373.

<sup>105</sup> Vgl. Fel81, S. 372.

Vergleicht man Maximum-Likelihood mit Maximum-Parsimony wie auch mit den distanzbasierten Verfahren, lassen sich auch für diese probabilistische Interpretationen finden. Unter gewissen Bedingungen lassen sich sowohl Maximum-Parsimony als auch distanzbasierte Verfahren als Derivate von Maximum-Likelihood verstehen. Der Unterschied zwischen ML und Parsimony ist vor allem, dass bei letzterem die Kantenlängen vernachlässigt werden. Tatsächlich kann Parsimony als Viterbi-Annäherung an ML verstanden werden.<sup>106</sup> Die Vernachlässigung der Kantenlängen, und damit die Zeitunabhängigkeit, kann dann, wie bereits erläutert wurde, dazu führen, dass Bäume, die deutlich einer *molecular clock*-Hypothese widersprechen, systematisch falsch rekonstruiert werden.<sup>107</sup> Ebenso lässt sich auch das erläuterte Neighbor-Joining als Derivat von ML auffassen, sofern eine *maximum likelihood distance* als Ausgangsbasis für das Neighbor-Joining verwendet wird. Ist das Evolutionsmodell korrekt, sollten, sofern eine große Menge Daten vorhanden ist, die Distanzen annähernd additiv sein. Da durch Neighbor-Joining additive Bäume korrekt rekonstruiert werden, sollten Bäume korrekt rekonstruiert werden, wenn eine Maximum-Likelihood Distanz basierend auf einem multiplikativen, reversiblen Modell verwendet wird. Die Stärke probabilistischer Methoden generell gegenüber dem sehr viel schnelleren Neighbor-Joining liegt vor allem darin, dass diese über die bloße Konstruktion von Bäumen hinaus auch dazu geeignet sind, die Verlässlichkeit von Bäumen und auch die Plausibilität von Modellannahmen zu bewerten.<sup>108</sup>

---

<sup>106</sup> Vgl. Dur+98, S. 225.

<sup>107</sup> Vgl. Dur+98, S. 225–227.

<sup>108</sup> Vgl. Dur+98, S. 228–231.

### 3.3.2 Phylogenie und Filiation: Parallelen und Divergenzen

Tatsächlich ist der Vergleich von Filiation mit phylogenetischen Analysemethoden keine neue Entwicklung. Bereits in den 1990ern wurde im Rahmen von Editionsprojekten deren Nutzung erprobt, allen voran zu nennen ist hier das Canterbury Tales Project.<sup>109</sup> Eine ausführliche Evaluation des Potentials phylogenetischer Methoden am Beispiel des *Svipdagsmál* bietet auch in diesem Kontext einen validen Ausgangspunkt für ein vergleichendes methodisches Zwischenfazit im Hinblick auf die Charakteristika schriftlich überlieferter Musik des 15. und 16. Jahrhunderts, wie sie im vorhergehenden Kapitel näher untersucht wurden.

O'Hara und Robinson verglichen hierbei ein traditionell erstelltes Stemma basierend auf zwei Liedern, die in insgesamt 46 Quellen – entstanden zwischen 1650 und 1830 –, überliefert sind.<sup>110</sup> In der Erstellung des traditionellen Stemmas wurden reichhaltige externe Belege berücksichtigt, auch um eine Validierung zu ermöglichen. Zur Erzeugung des phylogenetischen Baumes wurde die Software *PAUP* verwendet.<sup>111</sup> Das verwendete Verfahren wird nicht explizit benannt, anhand des Kontextes lässt sich vermuten, dass ein Parsimony-Verfahren genutzt wurde.<sup>112</sup> Als parameterloses Verfahren bietet sich insbesondere Maximum-Parsimony für die Analyse nicht-biologischer Daten an. Im direkten Vergleich des phylogenetischen Baumes mit dem Stemma betonen die Autoren starke Übereinstimmungen, da sowohl Manuskripte, deren direkte Verwandtschaft durch externe Belege nachgewiesen werden kann, zumeist in direkter Nachbarschaft platziert wurden, als auch die Beziehungen zwischen den wichtigsten Handschriftengruppen korrekt identifiziert wurden. Dennoch monieren die Autoren

---

<sup>109</sup> Vgl. OR93.

<sup>110</sup> Vgl. OR93, S. 53.

<sup>111</sup> Vgl. OR93, S. 58.

<sup>112</sup> Vgl. OR93, S. 55.

auch einige wesentliche Punkte im Rahmen ihrer Evaluation: Am meisten Schwierigkeiten bereitete die Kontamination von Überlieferungen, ebenso führen unabhängig voneinander entstandene Varianten zu Fehlern – im konkreten Fall werden Abkürzungen genannt. Als dritter Kritikpunkt wird die starke Tendenz zur Produktion binärer Bäume genannt.<sup>113</sup>

Insbesondere unter Betrachtung des letzten Punktes zeigt sich, dass eine bloße Übernahme phylogenetischer Topologien im Sinne eines algorithmisch erzeugten Stemmas nicht ratsam ist. Vielmehr ist als Grundlage eines erfolgreichen Methodentransfers eine vergleichende Spezifikation notwendig, um Missverständnissen im Zuge der Ergebnisinterpretation vorzubeugen. In Bezug auf binäre Baumstrukturen sind die Perspektiven der Textkritik und der Phylogenie nicht vereinbar. Während im Rahmen der Filiation zweispaltige Stemmata kritisch gesehen werden, da sie keine sichere Rekonstruktion erlauben oder sogar als handwerkliches Monitum gesehen werden<sup>114</sup>, sind phylogenetische Bäume aus biologischer Anschauung heraus binäre Bäume – vielmehr werden Fälle, in denen Knoten über mehr als drei Kanten als Vereinfachung betrachtet, in denen benachbarte Knoten zusammengefasst werden.<sup>115</sup> Während O'Hara und Robinson in diesem Zuge den Nutzen kladistischer Methoden als Arbeitserleichterung proklamieren, die es erlauben, den Fokus auf strittige Details zu legen<sup>116</sup>, zeigt sich im direkten Methodenvergleich vielmehr eine Konsequenz ähnlicher, aber dennoch in gewissen Punkten letztendlich unterschiedlicher Verfahren, die zum Teil auf abweichenden Vorannahmen beruhen. Wo in der Filiation die Auffassung beobachtet werden kann, dass es sich auch im Falle von (Hyp-)Archetypen um einstmals physisch existierende Variantenträger handelt<sup>117</sup>, verwirklichen binäre Bäume stattdessen die Annahme, dass sich

---

<sup>113</sup> Vgl. OR93, S. 58–61.

<sup>114</sup> Vgl. Fed87, S. 65–66; Maa57, S. 6; OR93, S. 60–61.

<sup>115</sup> Vgl. HD16, S. 220; auch Dur+98, S. 163, 202.

<sup>116</sup> OR93, S. 61.

<sup>117</sup> Vgl. Fed87, S. 61–62.

neue Arten durch Spaltung entwickeln.<sup>118</sup> Deutlich wird in diesem Zuge ein wesentlicher Unterschied in der Spezifikation des Untersuchungsgegenstandes. Abgesehen von Ausnahmen<sup>119</sup> werden in einem Stemma Beziehungen zwischen individuellen Objekten dargestellt, während sich phylogenetische Bäume gerade nicht auf einzelne Individuen beziehen.

Eine Gemeinsamkeit phylogenetischer und textkritischer Methodik liegt in der Festlegung wesentlicher Modellannahmen. Sowohl im Rahmen von Phylogenie als auch Filiation geht es in erster Linie um die Darstellung systematischer Überlieferungsprozesse ausgehend von einem gemeinsamen Vorfahren. Ebenso wie in der Filiation Kontamination in Überlieferungsprozessen als Fehlerquelle identifiziert wird, die die Erstellung eines Stemmas unmöglich machen kann und somit üblicherweise im Sinne einer methodischen Modellannahme ausgeschlossen wird, behandeln phylogenetische Methoden prinzipiell orthologe Entwicklungsprozesse. Die für distanzbasierte Methoden genannte Bedingung der Additivität lässt sich ebenfalls in diesem Sinne als Idealfall deuten, vor allem da reale Daten zumeist nur annähernd additiv sind – trotzdem lassen sich bis zu einer gewissen Toleranzgrenze noch korrekte Bäume rekonstruieren.<sup>120</sup> Kontaminierte Überlieferungen sind vergleichbar mit horizontalen Gentransferprozessen, die eine erhebliche Erschwernis im Rahmen phylogenetischer Analysen darstellen, wie auch paraloge Entwicklungsprozesse, wenn duplizierte Gene sich unabhängig voneinander entwickeln.<sup>121</sup> Insofern ist in diesem Punkt festzuhalten, dass sowohl phylogenetische als auch textkritische Methoden durch unabhängig voneinander erfolgte Mutation und horizontale Transferprozesse vor Herausforderungen gestellt werden. Stehen im Rahmen der Erstellung eines Stemmas verlässliche externe Belege zur Verfügung, lassen sich derartige Phänomene sicher abgrenzen und einordnen. Fehlen diese

---

<sup>118</sup> Vgl. Mer15, S. 253.

<sup>119</sup> Siehe 2.3.6.

<sup>120</sup> Vgl. u. a. Dur+98, S. 163, 172; bzw. Att97.

<sup>121</sup> Vgl. Mou04, S. 288.

Belege allerdings, kann dies erhebliche Folgen für die Stichhaltigkeit eines Stemmas nach sich ziehen, bzw. eine Konstruktion gänzlich unmöglich machen.

Betrachtet man im Speziellen das Parsimony-Prinzip als Grundlage phylogenetischer Bäume, sind tatsächlich deutliche Parallelen zu einer Recensio erkennbar. Eine wesentliche Gemeinsamkeit bildet das Prinzip, entsprechend einer kombinatorischen Vorgehensweise Zweige anhand von Abweichungen innerhalb einer aneinander ausgerichteten Reihe von Charakteristiken zu etablieren. Als Konsequenz des sparsamsten Baumes ergeben sich somit systematische Muster von Substitutionen, die sich ebenso durch die Begrifflichkeiten Trenn- und Bindefehler beschreiben lassen. Auch O'Hara und Robinson weisen auf die Nähe der Konstruktionsprinzipien hin, insofern, als ein Zweig nur durch einen abgeleiteten Zustand identifiziert wird – also durch einen Trennfehler.<sup>122</sup> Ebenso lässt sich auch das Bilden von Vereinigungsmengen, wie es Fitch zur Bestimmung der Kosten eines Baumes beschreibt, in dieser Hinsicht verstehen. Eine weitere Koinzidenz kann zudem auch in der Tendenz ausgemacht werden, die zu analysierenden Objekte eher an den Blättern des Baumes vorzufinden. Während es im Rahmen phylogenetischer Analyse im Wesentlichen als eine Vorannahme gesehen wird, die vorhandenen Objekte an den Blättern zu positionieren, ist dies keine direkt formulierte Vorgabe der Textkritik. Dennoch ist, entsprechend des Sparsamkeitsprinzips, eine potenzielle Einordnung eines Objektes an einem inneren Knoten nicht grundsätzlich ausgeschlossen. Gleichzeitig ist aber die Maßgabe, unter der in einer Recensio ein Abstammungsverhältnis konstatiert wird, äußerst streng formuliert. Nur wenn die Abweichungen eines Variantenträgers *A* eine echte Teilmenge der Abweichungen eines Variantenträgers *B* bilden, kann *A* ein Vorfahre von *B* sein. Sobald aber jeder eine zusätzliche Abweichung aufweist, wird ein gemeinsamer Vor-

---

<sup>122</sup> Vgl. OR93, S. 54–55.



fahre basierend auf der Schnittmenge der Abweichungen angenommen.<sup>123</sup> Insofern sind die Ergebnisse in dieser Hinsicht vergleichbar.

Während sich eine vergleichende Beurteilung von Recensio und Maximum-Parsimony somit nahezu natürlich ergeben, sind die anderen vorgestellten Verfahren in dieser Hinsicht noch nicht berücksichtigt worden. Insbesondere distanzbasierte Verfahren sind nur schwer mit textkritischem Arbeiten in Einklang zu bringen. Der hohe Grad an Formalisierung wie auch die ausschließliche Bewertung auf der Basis von globalen Distanzen entspricht in keiner Weise einer editorischen Perspektive. Trotzdem ist ihnen auch in diesem Kontext ein gewisses Potenzial zuzusprechen, zeichnen sie sich doch dadurch aus, dass sie effizient und verhältnismäßig leicht zu implementieren sind. Insbesondere das Neighbor-Joining-Verfahren hat sich in dieser Hinsicht als phylogenetische Methode bewährt. Festzuhalten ist aber, dass sicherlich ein wesentlicher Teil der Ergebnishüte distanzbasierter Methoden vor allem auf dem gewählten Distanzmaß beruhen. Zu einer effektiven Nutzung ist daher ein Distanzmaß notwendig, das sich unter idealen Bedingungen additiv verhält und nach Möglichkeit grundlegende evolutionäre Mechanismen abbildet. Um hierfür nutzbare Modelle zu entwickeln, sind erhebliche Vorarbeiten notwendig, da im Zentrum ein zumindest repertoirespezifisch generalisierbarer Distanzbegriff zu etablieren ist. Zudem müsste sich dieser in ein stichhaltiges mathematisches Modell überführen lassen, das auch intensiver Erprobung standhalten kann. Ähnliches ist auch bezüglich probabilistischer Methoden festzustellen. Allein die Tatsache, dass probabilistische Verfahren jede Position einzeln berücksichtigen, lässt diese zunächst als methodisch näher an textkritischen Verfahren erscheinen als distanzbasierte Verfahren. Zudem weisen beide Verfahren einem gegenstandsspezifischen Vorwissen eine wesentliche Rolle zu. Unabhängig davon, ob nun die Konstruktion des Baumes auf der Maximierung der Likelihood

---

<sup>123</sup> Vgl. Maa57, S. 6–7.

oder auch Posteriorwahrscheinlichkeiten beruht, nimmt das verwendete Evolutionsmodell immer eine zentrale Position ein. Es liefert den wesentlichen Baustein für die Konstruktion des phylogenetischen Baumes. Ebenso konnten auch gerade die Beispiele im vorhergehenden Teil<sup>124</sup> deutlich machen, dass Vorannahmen einen Faktor darstellen, der im Rahmen der Filiatio ein hoher Stellenwert eingeräumt werden muss. Gerade indem sich Recensio und Examinatio in wesentlichen Punkten gegenseitig bedingen zeigt sich deutlich die hermeneutische Essenz des Verfahrens. Die Examinatio kann auf diese Weise als der Schritt im Rahmen der Filiatio betrachtet werden, an dem sich auf vergleichbare Weise das gegenstandsspezifische Vorwissen auskristallisiert und dann in Form von Hypothesen in das Stemma einfließt. Insbesondere Maßgaben und Argumentationsmustern wie beispielsweise der *lectio difficilior* kann der Rang spezifischer Prämissen über evolutionäre Zusammenhänge zugesprochen werden. Dennoch ist eine mögliche Integration probabilistischer Verfahren in die Textkritik sicherlich am aufwendigsten, gerade bezüglich der Voraussetzung eines formalisierten Evolutionsmodells.

Ein weiterer Aspekt, der bei einer vergleichenden Diskussion Beachtung finden muss, ist die Rekonstruktion von Vorfahren. Allein die divergierenden Auffassungen zu binären Baumstrukturen sind bereits eine offenkundige Folge unterschiedlicher Strategien zur Rekonstruktion möglicher Vorgänger. So beruht die Rekonstruktion von Lesarten im Rahmen der Recensio im einfachsten Fall auf einem simplen Mehrheitsentscheid – es wird die vereinzelte Lesart eliminiert. Hierzu ist aber eine Aufspaltung in mindestens drei unabhängige Quellen notwendig.<sup>125</sup> Binäre Baumstrukturen erlauben diese Form der Rekonstruktion allerdings nicht und werden damit folglich moniert. Die im Rahmen von Maximum-Parsimony und Maximum-Likelihood vorgenommenen Rekonstruktionen möglicher Vorgänger basieren stattdessen auf anderen Mechanismen – distanzbasierte Verfahren erlauben keine

---

<sup>124</sup> Siehe 2.3.

<sup>125</sup> Vgl. Fed87, S. 64, 65; Maa57, S. 6.

Rekonstruktion. Im Falle probabilistischer Methoden ist der Mechanismus zur Rekonstruktion evident. Ist der Baum (oder auch mehrere Bäume) mit der maximalen Likelihood gefunden, sind sämtliche Parameter dieses Baumes in die Berechnung der Likelihood eingeflossen und somit bekannt, auch die plausibelsten Vorgänger. Ebenso unterscheidet sich das von Fitch vorgeschlagene Verfahren zur Rekonstruktion von Vorgängern<sup>126</sup> deutlich von der *eliminatio lectionum singularium*. Während letztere als Bottom-Up-Ansatz betrachtet werden kann, indem Vorgängerknoten (Hyparchetypen) basierend auf ihren unmittelbaren Nachfahren rekonstruiert werden, präsentiert Fitch dagegen einen Top-Down-Ansatz. Nachdem im Rahmen der Ermittlung von Substitutionskosten sämtliche Schnitt- und Vereinigungsmengen an den Knoten bekannt sind, wird im Sinne eines Traceback von der Wurzel abwärts vorgegangen. Hierbei ist neben dem Ergebnis des vorherigen Prozessschrittes der unmittelbare Elternknoten ausschlaggebend. Damit sind einerseits Rekonstruktionen in Konstellationen möglich, die im Rahmen der Recensio Schwierigkeiten bereiten. Andererseits führt dies zu Rekonstruktionen, die durch einen reinen Bottom-Up-Ansatz nur schwer nachvollziehbar sind, wenn beispielsweise in der Anwendung der *rule of expanded ambiguity* ein Knoten die Eigenschaft seines Elternknotens erbt, obwohl diese in beiden Nachfahren nicht vertreten waren.<sup>127</sup>

Zudem weisen O'Hara und Robinson noch auf einen weiteren Faktor hin: Die Notwendigkeit eines monolithischen Archetypen, anhand dessen im Rahmen der Filiation Lesarten entweder als original oder abgeleitet betrachtet werden müssen.<sup>128</sup> Die Wirkmächtigkeit derartiger Entscheidungen konnte auch bereits im Rahmen der exemplarischen Untersuchungen im vorhergehenden Kapitel<sup>129</sup> beobachtet werden. Je nachdem, ob eine Lesart als archetypisch oder eben nicht betrachtet wird, werden im Bestreben

---

<sup>126</sup> Siehe oben.

<sup>127</sup> Vgl. Fit71, S. 409–410.

<sup>128</sup> Vgl. OR93, S. 61–62.

<sup>129</sup> Siehe 2.3.

um Stringenz weitere Belege im Lichte dieser Entscheidung beurteilt. Das Risiko, dabei im schlimmsten Fall zu viel Aufwand in die Aufrechterhaltung einer Argumentation von fragwürdiger Plausibilität zu investieren, ist enorm hoch. So nennen O'Hara und Robinson im Gegensatz dazu das Bestreben, statt nur eines Archetypen den gesamten Baum zu rekonstruieren als das Charakteristikum phylogenetischer Analyse, mit dessen Hilfe diese beschriebene Zirkelförmigkeit der Filiation gemildert werden könne. Ganz konkret beschreiben sie diesen Weg als die Möglichkeit, Bäume zunächst einmal als ungewurzelt zu betrachten, und auf dieser Basis zunächst einzelne Überlieferungszeige zu rekonstruieren. Auf diese Weise ließen sich, führen sie aus, bereits die Relationen der Textzeugen untereinander eruieren, ohne jedoch Aussagen über eine mögliche Direktionalität vornehmen zu müssen. Erst wenn ein vollständiger radialer Baum erstellt wurde, so empfehlen sie, kann eine Entscheidung darüber getroffen werden, welcher Zweig einer Wurzel am nächsten sein könnte.<sup>130</sup>

Ein weiteres Charakteristikum anhand dessen sich phylogenetische Bäume, wie auch die Bevorzugung binärer Strukturen, sich von einem Stemma auf den ersten Blick unterscheiden lassen ist die Bedeutung der Zweiglängen. Während in einem Stemma der Länge der Zweige zumeist keine Bedeutung zugewiesen wird, bzw. in dessen Kontext nur in seltenen Fällen eingeschränkte Aussagen über das mögliche Ausmaß eines Tradierungszweiges gemacht wird<sup>131</sup>, ist mit den Längen der Zweige in phylogenetischen Bäumen grundsätzlich eine Aussage verbunden. Diese unterscheidet sich allerdings je nach gewähltem Verfahren und zugrundeliegenden Modellen. Zumeist werden, je nachdem ob eine *molecular clock*-Hypothese vorausgesetzt wird oder nicht, die Längen proportional entsprechend einer über den gesamten Baum hinweg konstanten Zeitrates oder dem Grad der Änderung zwischen zwei Knoten definiert. Da sämtliche Verfahren numerische Prinzipien verwirk-

---

<sup>130</sup> Vgl. OR93, S. 62–64.

<sup>131</sup> Vgl. beispielsweise 2.3.6.

lichen, ist dieser Umstand vielmehr als eine logische Konsequenz dessen zu sehen. Entsprechend setzen die Zweiglängen, allgemein formuliert, das Prinzip um, anhand dessen der Baum konstruiert wurde. Hierzu steht die Filiation aufgrund ihrer qualitativen Vorgehensweise in einem deutlichen Gegensatz. Das Fehlen numerischer Modelle für zentrale Grundannahmen ist allerdings nicht als Hauptgrund hierfür anzusehen, sondern vielmehr kann der wesentliche Unterschied zu phylogenetischen Analyseverfahren im Signifikanzbegriff ausgemacht werden, der von zentraler methodischer Bedeutung ist.<sup>132</sup>

Während phylogenetische Methoden ihre Rekonstruktionen auf sämtlichen vorliegenden Daten fußen lassen, konnte als Charakteristikum der Filiation im Kontext der Musik des 15. Jahrhunderts gerade die starke Gewichtung varianter Lesarten entsprechend der ihr zugewiesenen Signifikanz beobachtet werden. Dies führt dazu, dass situationsabhängig unterschiedliche Parameter einmal als hoch signifikant betrachtet werden und damit ein enormes Gewicht bei der Konstruktion des Stemmas einnehmen, oder eben bis auf die Nennung in einem Lesartenverzeichnis keine weitere Rolle mehr spielen. Wie stark dieser Einfluss ist, zeigen gerade die betrachteten Beispiele divergierender Stemmata, bzw. die Diskussion der Relevanz von Schreibergewohnheiten. Dabei wird deutlich, dass Signifikanz nicht nur als Ausschlusskriterium paralleler Entwicklungsprozesse verwendet wird, sondern auch auf der Entscheidung darüber beruht, ob eine Lesart als archetypisch angesehen wird oder nicht. Dementsprechend konnten sich besonders deutlich abweichende Einschätzungen gerade auf die Beurteilung weniger Lesarten zurückführen lassen. In letzter Konsequenz lässt sich dieses Vorgehen gemäß der Diktion Margaret Bents zusammenfassen, dass Varianten nicht gezählt, sondern gewichtet werden sollen.<sup>133</sup> Somit liegt ge-

---

<sup>132</sup> Siehe 2.2.2.

<sup>133</sup> Vgl. Ben81, S. 307.

rade in diesem methodischen Verständnis der charakteristische Unterschied zwischen Textkritik und phylogenetischen Verfahren.

Letztere, auch wenn sie zu den kladistischen Verfahren zählen, beziehen dagegen sämtliche abweichenden Positionen mit ein und entwickeln den Baum basierend anhand eines übergreifenden Konstruktionsprinzips, sei es nun das der minimalen Evolution, der größten Sparsamkeit oder der plausibelsten Begründung der vorliegenden Daten. Während all diese Prinzipien der Filiation nicht fremd sind und auch in die Entwicklung von Stemmata einfließen, kann der wesentliche Unterschied gerade in der kontextabhängigen Bewertung abweichender Lesarten ausgemacht werden, die sowohl entitätsbezogen erfolgt, da Signifikanz auch gerade im konkreten Werkkontext beurteilt wird, als auch anhand ästhetischer Maßstäbe, wie sie sich in der Klassifizierung als Fehler, bzw. Variante oder auch im Hinblick auf eine Einschätzung als *lectio difficilior* zeigt. Ansätze wie das von Hall vorgeschlagene teilautomatisierte Verfahren oder das von O'Hara und Robinson als Ergebnis ihrer Evaluation formulierte Potenzial, mit Hilfe phylogenetischer Methoden das Hauptaugenmerk auf Detailfragen und Verbesserungen eines vorgeschlagenen Baumes legen zu können, verbinden diese beiden Ansätze. Auch wird hierdurch die systematische Analyse besonders umfangreicher Überlieferungstraditionen überhaupt erst ermöglicht, insofern die schiere Datenmenge eine umfassende Analyse von Hand unmöglich gemacht hat.<sup>134</sup>

Statt eine konkrete Position in dieser Hinsicht zu beziehen oder sich in Grundsatzdiskussionen über die Dichotomie qualitativer und quantitativer Methodik zu ergehen, soll an dieser Stelle vielmehr auf die hohe Bedeutung einer gegenstandsspezifischen Formalisierung verwiesen werden. Schriftlich überlieferte Musik ist, wie bereits betont wurde, ein hochkomplexer Forschungsgegenstand, der eine stark kontextabhängige Perspektive erfordert. Im Rahmen einer qualitativen Auseinandersetzung können diese seman-

---

<sup>134</sup> Vgl. OR93, S. 65; NJE 3, S. 87–88; OR93, S. 65; NJE 3, S. 87–88.

tischen Dimensionen bedarfsabhängig ins Zentrum der Aufmerksamkeit gestellt oder auch vernachlässigt werden. Sollen quantitative Methoden einbezogen werden, ist ein höherer Formalisierungsgrad bereits sehr früh notwendig. Hierfür ist eine systematische Vorstellung darüber, welche Eigenschaften von Bedeutung sind und welche nicht, unabdingbar. Dazu gehört auch ein grundlegendes Bewusstsein dafür, was jeweils im konkreten Fall Teil der Daten und was Teil des Modells, das zur Erklärung herangezogen werden soll, ist – also konkret gefragt: Welche Charakteristiken müssen in der Sequenz formalisiert werden und welche Annahmen werden im Rahmen des verwendeten Evolutionsmodells getroffen? Im Falle phylogenetischer Analyseverfahren haben sich in dieser Hinsicht Formalisierungsstrategien durch die langjährigen Erfahrungen bereits etabliert.

Im Rahmen einer Integration phylogenetischer Konzepte in die Untersuchung musikbezogener Überlieferungsprozesse ist die Etablierung von Strategien noch nicht erfolgt. Dennoch konnten bereits einige Beobachtungen gemacht werden. So musste bereits in Hinblick auf das Alignment notierter Musik eine Abgrenzung musikbezogener Substitutionsprozesse vorgenommen werden.<sup>135</sup> Musikalische Variation, Entwicklungsprozesse in mündlicher Tradierung und schriftlicher Überlieferung sind notwendigerweise voneinander abzugrenzen, sonst hätten schließlich auch Substitutionsmodelle, die im Rahmen des Alignments von Variationen erfolgreich zum Einsatz kamen, auch gute Ergebnisse in Bezug auf Volkslieder geliefert. In Bezug auf die Überlieferung schriftlicher Musik des 15. Jahrhunderts können prinzipiell alle drei genannten Prozesse von Relevanz sein. Ebenso müssen auch Kontamination und parallel erfolgte Variation mit berücksichtigt werden. Wenn nun also Modelle gefunden werden sollen, mit deren Hilfe Überlieferungsprozesse analysiert werden sollen, muss vor allem auch berücksichtigt werden, welche konkreten Mechanismen unter welchen Vor-

---

<sup>135</sup> Siehe 3.2.2.

annahmen beschrieben werden. Dass beispielsweise O'Hara und Robinson an der phylogenetischen Analyse des *Svipdagsmál* deren Schwierigkeiten im Umgang mit Kontamination und unabhängig erfolgter Variation monieren, ist insofern zwar grundsätzlich berechtigt. Dennoch ist ebenso ersichtlich, dass das Parsimony-Prinzip genau mit derartigen Entwicklungsprozessen nur schwer umgehen kann, da Substitutionen grundsätzlich als systematisch behandelt werden. Hier kann vielmehr das Konzept der Signifikanz von Varianten und dessen zentrale Rolle in der Filiation als Strategie bewertet werden, mit Kontaminationen und paralogen Überlieferungsprozessen umzugehen. Indem von vornherein basierend auf qualitativen Gesichtspunkten die Menge der in Betracht gezogenen Lesarten reduziert wird, werden gezielt Störfaktoren eliminiert. Bestenfalls wird damit ein – in kombinatorischer Hinsicht – idealer Baum konstruiert, dennoch besteht hierbei immer das Risiko einer unzureichenden Auswahl von Lesarten. Auch wird in diesem Zuge deutlich, wie zentral Kenntnisse über Vorannahmen und Prozeduren im Rahmen eines erfolgreichen Methodentransfers sind, sowohl über die zu nutzenden Verfahren als auch über das Forschungsfeld, in dem diese eingesetzt werden sollen. Diese sind insofern als Bedingung für einen solchen Transfer zu betrachten.

## 3.4 Substitutionsmatrizen und Evolutionsmodelle

Zuletzt soll ein Themengebiet angerissen werden, das bereits in anderen Zusammenhängen Erwähnung fand. Sowohl im Rahmen des Alignments von Proteinsequenzen als auch im Zusammenhang mit probabilistischen Verfahren phylogenetischer Analyse fanden Substitutionsmodelle Erwähnung. Sie stellen in diesem Zuge zum einen eine wesentliche Komponente der Operationalisierung eines Ähnlichkeitsbegriffes dar, zum anderen kön-



nen sich in ihnen auch Modellvorstellungen über evolutionäre Prozesse widerspiegeln. Nachdem zu Beginn dieses Teils bereits auf die fundamentale Rolle mathematischer Modelle für die Sequenzanalyse eingegangen wurde, soll an dieser Stelle der Blick darauf gelegt werden, auf welcher Grundlage Substitutionsmodelle entwickelt und verwendet werden. Wie für sämtliche vorangegangenen Ausführungen gilt auch hier, dass in diesem Zusammenhang lediglich ein basaler Einblick in einen breit gefächerten Forschungsbereich gewährt werden kann. Im Zuge eines Methodentransfers ist allerdings ein grundlegendes Verständnis der Strategien, mit denen Substitutions- bzw. Evolutionsmodelle operieren, ausschlaggebend. Bereits im Zusammenhang von Alignmentalgorithmen und dem Maximum-Likelihood-Verfahren sollte deutlich geworden sein, dass Substitutionsmodelle eine wesentliche Rolle in deren Anwendung spielen. Die eigentlichen Algorithmen zur Berechnung eines Alignments beispielsweise, bearbeiten Symbolketten „rein ‚mechanisch““. Das eigentliche Alignment ergibt sich dabei aus den Werten des verwendeten Scoring-Schemas.<sup>136</sup> Ebenso wurde bereits auf die Notwendigkeit der angemessenen Auswahl von Modellparametern im Zuge phylogenetischer Analysen hingewiesen. Gerade die entscheidende Rolle, die eine solche Auswahl für ein Analyseergebnis spielt, zeigt bereits den hohen gegenstandsbezogenen Einfluss.

Grundsätzlich handelt es sich bei einer Substitutionsmatrix um eine zweidimensionale symmetrische Matrix, die Scores zur Bewertung einzelner Residuenpaare enthält – für das Alignment von Proteinsequenzen werden somit  $20 \times 20$ -Matrizen verwendet, in denen für jede der 20 Aminosäuren  $a_i$  ein Score für jede mögliche Substitution durch eine Aminosäure  $a_j$  angegeben wird:  $s(a_i, a_j)$ . Diese Einzelkosten dienen somit als Grundlage kumulativer Scores, wie sie bei einem Alignment berechnet werden. Aus diesem Grund ist somit die Entscheidung für eine Substitutionsmatrix von weitrei-

---

<sup>136</sup> Vgl. Mer15, S. 187.

chender Wirkung, insbesondere da keine Matrix existiert, die für sämtliche Anwendungen optimal ist. So müssen beispielsweise Matrizen, die zur Rekonstruktion evolutionärer Vorgänge verwendet werden, andere Anforderungen erfüllen als im Rahmen des Vergleichs von Proteindomänen.<sup>137</sup> Dennoch lassen sich einige generelle Eigenschaften von Scoringmatrizen nennen: Beispielsweise wird ein Match einer seltener vorkommenden Aminosäure höher bewertet als ein Match einer häufiger vorkommenden Aminosäure. Zudem erhält ein Mismatch zwischen funktionell ähnlichen Aminosäuren einen höheren Score als ein Mismatch völlig verschiedener Aminosäuren. Somit korreliert diese Gewichtung mit physikalisch-chemischen Eigenschaften.<sup>138</sup> Entwickelt werden diese Scores nicht durch willkürliche Definition, sondern datenbasiert anhand von Stichproben. Dabei folgen sie wiederum einer statistischen Theorie. Im folgenden wird dies anhand der zwei bekanntesten Modelle *BLOSUM* und *PAM* näher ausgeführt.

Da Lücken in einem Alignment die mathematische Formbarkeit deutlich senken, fokussiert sich die statistische Theorie lediglich auf lokale Sequenzalignments. Relevant in diesem Zusammenhang ist das so genannte *Maximal Segment Pair* (MSP), das lokale Alignment zweier identisch langer Sequenzen mit dem höchsten Gesamtscore. Um ein signifikantes lokales Alignment definieren zu können, muss – so Altschul – bekannt sein, wie hoch ein Score, den man rein zufällig findet, vermutlich sein kann. Dazu werden reale Sequenzen mit einem Zufallsmodell verglichen, in dem jede Aminosäure mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auftritt. Außerdem müssen zwei entscheidende Annahmen auf die verwendeten Substitutionsscores zutreffen: Es muss mindestens ein positiver Scorewert möglich sein und der Erwartungswert im Falle von Zufallssequenzen muss negativ sein.<sup>139</sup> Im Rahmen dieses Zufallsmodells kann die Wahrscheinlichkeit für das Alignment zweier zufäl-

---

<sup>137</sup> Vgl. Mer15, S. 187.

<sup>138</sup> Vgl. Mer15, S. 188.

<sup>139</sup> Vgl. Alt91, S. 556.

liger Sequenzen, da Unabhängigkeit angenommen wird, als Produkt der Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten der vorkommenden Aminosäuren betrachtet werden:  $p(a)p(b)$ . Wenn alternativ dazu Sequenzen als verwandt betrachtet werden, und sich somit im Alignment Aminosäuren gegenüberstehen, die sich wechselseitig ersetzen können, ist die Wahrscheinlichkeit eines Alignments durch das Produkt der Verbundwahrscheinlichkeiten für die sich gegenüberstehenden Aminosäuren gegeben:  $q(a, b)$ .<sup>140</sup> Das Verhältnis dieser beiden Wahrscheinlichkeiten und damit der beiden Alternativhypothesen ist letztendlich ausschlaggebend für Scoring-Matrizen. Entsprechend des Neyman-Pearson-Lemmas kann aus den Wahrscheinlichkeiten für beide genannten Hypothesen ein Chancenverhältnis gebildet werden, eine *odds ratio*.<sup>141</sup> Um daraus eine additives Scoring-Schema zu erhalten wird der Quotient für jedes Paar von Aminosäuren  $a, b$  logarithmiert. Die Basis des Logarithmus ist dabei beliebig. Der Score für zwei vollständige Sequenzen ist, da davon ausgegangen wird, dass sämtliche Positionen unabhängig voneinander mutiert sind, die Summe der Scores für die einzelnen Paare:

$$S(A, B) = \sum i^n s(a_i, b_i)$$

In allgemeinsten Form können Scores damit unter Verwendung eines Normalisierungsfaktors  $\lambda$  auf folgende Weise formuliert werden:

$$s(a, b) = \frac{1}{\lambda} \log\left(\frac{q(a, b)}{p(a)p(b)}\right)$$

Auf dieser Basis ist es zudem auch möglich Substitutionsmatrizen direkt miteinander zu vergleichen. Altschul stellt fest, wenn im Zuge der Berechnung des minimalen Scores, der notwendig ist, damit ein MSP nicht zufällig entstanden sein kann,  $\lambda = \ln 2$  ist und ein Logarithmus zur Basis 2

---

<sup>140</sup> Vgl. Mer15, S. 188–189.

<sup>141</sup> Vgl. zur Formulierung von Scores Mer15, S. 189–190; Alt91, S. 557; Dur+98, S. 13–15.

verwendet wird, entspricht dieser Minimalscore der Zahl von Bits, die nötig ist, um den Startpunkt des MSP in beiden verglichenen Sequenzen zu bestimmen.<sup>142</sup> Basierend auf diesem Fundament lassen sich verschiedene Matrizen miteinander vergleichen. Hierzu werden diese zunächst normalisiert und anschließend kann die relative Entropie verwendet werden, um den mittleren Score – also den Informationswert – pro Residuenpaar in Alignments zu ermitteln<sup>143</sup>:

$$H(S) = \sum_{i,j} q(a_i, b_j) s(a_i, b_j)$$

Die relative Entropie – auch Kullbach-Leibler-Divergenz genannt – ist ein Maß, das in der Informationstheorie verwendet wird und üblicherweise als Distanz von zwei Wahrscheinlichkeitsverteilungen interpretiert wird:

$$H(P||Q) = \sum_i p(x_i) \log \frac{p(x_i)}{q(x_i)}$$

Da aber  $H(P||Q) \neq H(Q||P)$  ist, erfüllt sie nicht die formalen Kriterien einer mathematischen Distanz.<sup>144</sup> Wird die relative Entropie zur Bewertung von Substitutionsmatrizen verwendet, ist zudem zu bedenken, dass diese mit steigender evolutionärer Distanz sinkt. Damit sinkt der Informationsgehalt pro Position in einem Alignment, um dieses von einem zufälligen Alignment abgrenzen zu können. Im Falle einer evolutionären Distanz von 0 beträgt  $H \approx 4,32\text{bit}$ , geht die Distanz gegen  $\infty$ , geht die Entropie gegen null – der Informationsgehalt ist damit vom Hintergrundrauschen nicht mehr

<sup>142</sup> Unter einem Bit wird die Menge an Information verstanden, die nötig ist um zwischen zwei Möglichkeiten zu entscheiden.  $\log_2 N$  Bits sind nötig um zwischen  $N$  Möglichkeiten zu entscheiden. Vgl. Alt91, S. 557.

<sup>143</sup> Vgl. Alt91, S. 558.

<sup>144</sup> Vgl. Dur+98, S. 309–310; Mer15, S. 198.

unterscheidbar. Mit der relativen Entropie kann damit auch angegeben werden, für welche evolutionäre Distanz eine Matrix entworfen wurde.<sup>145</sup>

Basierend auf diesen Konzepten entwickelten Henikoff und Henikoff 1992 die *BLOSUM*<sup>146</sup>-Familie speziell für die Suche nach Proteindomänen. Als Ausgangsbasis verwendeten sie Blöcke ohne Lücken, extrahiert aus multiplen Sequenzalignments, die konservierte Regionen von Proteinfamilien enthalten. Dafür haben sie zunächst für jede Position die Zahl von Matches und Mismatches bestimmt und dann, in einem Verfahren, in dem sukzessive Sequenzen zu den Blöcken hinzugefügt werden, die Häufigkeiten der auftretenden Aminosäuren und Paaren von Aminosäuren ermittelt. Unter der Annahme, dass die beobachteten Häufigkeiten die Gesamtpopulation widerspiegeln, können infolgedessen die relativen Häufigkeiten für Aminosäurepaare, bzw. einzelner Aminosäuren innerhalb eines Paares bestimmt werden, ebenso wie die erwartete Auftrittswahrscheinlichkeit für jedes Paar. Auf dieser Grundlage wurde eine *log-odds*-Matrix berechnet, dann mit einem Skalierungsfaktor multipliziert und auf die nächste ganze Zahl gerundet, um Matrizen in Halbe-Bit-Einheiten zu produzieren. Anschließend wurden die relative Entropie und der Erwartungswert in Bits berechnet. Um bei diesem Verfahren zur Ermittlung der Häufigkeiten den multiplen Einfluss besonders nah verwandter Proteinfamilien zu reduzieren, wurden besonders ähnliche Sequenzen aus den Blöcken entfernt. Aus diesem Grund liefert BLOSUM eine ganze Familie von Substitutionsmatrizen, die näher durch eine Zahl spezifiziert werden. Damit wird angegeben, wie hoch der maximale Anteil identischer Residuenpaare der verglichenen Sequenzen ist, auf deren Basis die Matrix entwickelt wurde – im Falle von BLOSUM 62 wurden von sämtlichen Sequenzen, die in einem paarweisen Vergleich mehr

---

<sup>145</sup> Vgl. Alt91, S. 558; Mer15, S. 198–199.

<sup>146</sup> BLOSUM steht für *blocks substitution matrix*.

als 62% identische Residuenpaare aufwiesen, eine der beiden Sequenzen entfernt.<sup>147</sup>

Im Rahmen der von den Autoren vorgenommenen Evaluierung der BLOSUM-Matrizen für Datenbanksuchen und Alignment wurden sowohl für BLOSUM- als auch PAM-Matrizen mit Hilfe der relativen Entropie die optimale evolutionäre Distanzbereiche ermittelt, wodurch Matrizen mit ähnlicher Entropie vergleichbar sind.<sup>148</sup> Dabei zeigen die BLOSUM-Matrizen gerade im Vergleich zu der, auf der Rekonstruktion evolutionärer Vorgänge basierenden, PAM-Familie eine deutlich höhere Performanz, die die Autoren neben einer sehr viel höheren Datenbasis vor allem auch auf den deutlich abweichenden Entwicklungsansatz zurückführen.<sup>149</sup>

Der charakteristische Unterschied zwischen BLOSUM und PAM besteht darin, dass erstere Matrizen rein auf Ähnlichkeiten basieren, während letztere auf rekonstruierten evolutionären Vorgängen beruhen. Insofern handelt es sich bei PAM, im Gegensatz zu BLOSUM, um ein Evolutionsmodell für Proteinsequenzen. Auch diese Familie von Substitutionsmatrizen basiert auf einer, wenn auch sehr kleinen, Datenbasis. Zudem teilt sie konzeptionell Eigenschaften mit Evolutionsmodellen für DNA-Sequenzen, wie sie auch im Rahmen der Diskussion probabilistischer Verfahren phylogenetischer Analyse angesprochen wurden. Im Zentrum des Konzepts der PAM-Substitutionsmatrizen stehen akzeptierte Punktmutationen – *accepted point mutations* –, also die Substitution einer Aminosäure durch eine andere, die darauf folgend durch natürliche Selektion akzeptiert wurde.<sup>150</sup> Eng damit verbunden ist auch die Verwendung von PAM als Einheit für die evolutionäre Distanz von Proteinsequenzen: Zwei Sequenzen haben eine Distanz von einer PAM-Einheit, wenn eine aus der anderen durch eine

---

<sup>147</sup> Vgl. HH92, S. 10915–10916.

<sup>148</sup> Vgl. HH92, S. 10917–10918.

<sup>149</sup> Vgl. HH92, S. 10919.

<sup>150</sup> Vgl. DSO78, S. 345.

Serie von Punktmutationen entstand und im Schnitt pro 100 Residuen eine Punktmutation auftrat.<sup>151</sup>

Wie im Fall der jüngeren BLOSUM-Matrizen handelt es sich auch bei den PAM-Matrizen um datenbasierte *log odds*-Matrizen – im Falle von PAM umfassen die Daten 1572 Änderungen in 71 Gruppen eng verwandter Proteine.<sup>152</sup> Allerdings unterscheidet sich nicht nur die reine Datenmenge – die Datenmenge von PAM ist als sehr klein anzusehen<sup>153</sup> – sondern auch die Art der Datenaufbereitung. Der Unterschied, der elementar für ein Evolutionsmodell ist, liegt darin, dass die Daten aus phylogenetischen Bäumen extrahiert wurden: Das heißt aus den verwandten Sequenzen wurde zunächst ein phylogenetischer Baum rekonstruiert, bevor dann die beobachteten Sequenzen mit den rekonstruierten Vorgängern verglichen wurden, um so die akzeptierten Punktmutationen zu ermitteln. Dabei wurden allerdings nur Sequenzen berücksichtigt, die sich höchstens um 15% voneinander unterscheiden, um den Einfluss sukzessiver Punktmutationen zu minimieren.<sup>154</sup> Basierend auf der Zahl der Punktmutationen und der Mutabilität von Aminosäuren – der Wahrscheinlichkeit, dass eine Aminosäure sich in einem kurzen Evolutionsintervall ändert<sup>155</sup> – wird dann die Wahrscheinlichkeit berechnet, mit der eine Aminosäure nach dem Evolutionsintervall von 1 PAM durch eine bestimmte andere Aminosäure ersetzt wird.<sup>156</sup>

Die Bestimmung der Substitutionswahrscheinlichkeiten für weitere evolutionäre Distanzen erfolgt auf dieser Grundlage – an dieser Stelle berühren Maximum-Likelihood-Verfahren und Evolutionsmodelle wesentliche Konzepte zur Modellierung von Zufallsprozessen. Während zu Beginn dieses

---

<sup>151</sup> Vgl. Mer15, S. 192.

<sup>152</sup> Vgl. DSO78, S. 345–346, 351.

<sup>153</sup> Vgl. Mer15, S. 193.

<sup>154</sup> Vgl. DSO78, S. 345–346.

<sup>155</sup> Vgl. DSO78, S. 347.

<sup>156</sup> Vgl. DSO78, S. 347–348.

Teils<sup>157</sup> Markov-Modelle zur Beschreibung linearer Sequenzverläufe vorgestellt wurden, blieb zunächst unerwähnt, dass diese auch zur Modellierung von Punktmutationen Verwendung finden – in diesem Fall stimmen die PAM-Matrizen mit zahlreichen Evolutionsmodellen für DNA-Sequenzen überein. Unter der Voraussetzung, dass sich die einzelnen Basen in einer DNA-Sequenz oder die einzelnen Aminosäuren einer Proteinsequenz unabhängig voneinander entwickeln, lässt sich dieser Prozess als Markov-Prozess modellieren, in dem jeder Austausch einer Base, bzw. einer Aminosäure, einen Prozessschritt darstellen. Sofern der Ersatz einer Aminosäure oder Base als nur vom aktuellen Zustand beeinflusst betrachtet wird, nicht aber von vorhergehenden, kann ein Markov-Prozess erster Ordnung als Modell dienen.<sup>158</sup> Genau diese Voraussetzung ist sowohl Grundlage aller PAM-Matrizen für weitere evolutionäre Distanzen als auch zahlreicher Evolutionsmodelle für DNA-Sequenzen.

Letztere unterscheiden sich, sofern es sich nicht um elaboriertere Modelle handelt<sup>159</sup>, in erster Linie durch ihre Komplexität, die sich insbesondere in der Zahl der unabhängigen Parameter niederschlägt. Im einfachsten Falle wird eine konstante Mutationsrate dafür angenommen, dass eine beliebige Base  $a$  in eine andere beliebige Base  $b$  übergeht – dieses Modell ist als Jukes-Cantor-Modell geläufig. Gleichzeitig wird damit aber auch angenommen, dass sämtliche Basen zu einer Gleichverteilung tendieren – also wenn die angenommene Zeit  $t$  gegen unendlich geht, die Häufigkeit aller Basen  $q_A = q_C = q_G = q_T = \frac{1}{4}$  wird.<sup>160</sup> Das von Felsenstein im Rahmen der Schilderung des Maximum-Likelihood-Verfahrens zur Konstruktion phylogenetischer Bäume beschriebene Modell, verwendet für jede Base einen eigenen Parameter. Damit unterliegt es nicht der Annahme

---

<sup>157</sup> Siehe 3.1.

<sup>158</sup> Vgl. Dur+98, S. 195.

<sup>159</sup> Siehe hierzu Dur+98, S. 215–224.

<sup>160</sup> Vgl. Dur+98, S. 196.



einer Gleichverteilung.<sup>161</sup> Nicht berücksichtigt werden in diesen Modellen andere Eigenschaften, beispielsweise Transitionen und Transversionen – die Substitution einer Basis in eine andere derselben Stoffgruppe, bzw. eine andere Stoffgruppe.<sup>162</sup> Im Kimura-Modell werden für diese Unterscheidung zwei unabhängige Konstanten verwendet. Das Modell von Hasegawa, Kishino und Yano wiederum ist eine Kombination beider bereits genannten Ansätze.<sup>163</sup> Die aufwendigsten Modelle für DNA-Sequenzen erfordern zwölf unabhängige Parameter.<sup>164</sup>

Allen Modellen gemein ist, dass sich die Mutationswahrscheinlichkeiten für weitere Distanzen leicht ermitteln lassen, da diese multiplikativ sind, so auch die PAM-Matrizen. Die Multiplikativität ist erfüllt, wenn die Mutationswahrscheinlichkeiten lediglich vom Zeitintervall abhängig sind. In diesem Fall gilt für sämtliche Werte von  $s$  und  $t$ :

$$S(t)S(s) = S(t + s)$$

Für Mutationswahrscheinlichkeiten gilt damit:

$$\sum_b p(a|b, t)p(b|c, s) = p(a|c, s + t)$$

Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Base  $a$  in einem Zeitraum  $s + t$  aus einer Base  $c$  hervorgeht, ist das Produkt der Wahrscheinlichkeit, dass aus  $c$  im Zeitraum  $s$  eine beliebige Base  $b$  wird, und der Wahrscheinlichkeit, dass aus einer beliebigen Base  $b$  im Zeitraum  $t$  die Base  $a$  hervorgeht, für alle möglichen Basen  $b$ .<sup>165</sup> Auf diese Weise lässt sich die Mutationswahrscheinlichkeit für unterschiedliche Zeitintervalle berechnen, um so einerseits die

---

<sup>161</sup> Vgl. Fel81, S. 307–371.

<sup>162</sup> Zur Erläuterung vgl. Mou04, S. 286.

<sup>163</sup> Vgl. Dur+98, S. 196–197.

<sup>164</sup> Mer15, S. 267.

<sup>165</sup> Vgl. Dur+98, S. 195.

Pfadlänge mit der höchsten Likelihood im Rahmen der Rekonstruktion eines phylogenetischen Baumes zu ermitteln und andererseits Substitutionsmatrizen für weitere evolutionäre Distanzen abzuleiten. Um PAM-Matrizen für weitere Distanzen zu erhalten, kann somit die PAM-1-Matrix mit sich selbst multipliziert werden.<sup>166</sup> Im Falle der PAM-250-Matrix, die die evolutionäre Distanz von 250 PAM abbilden soll, wurde die PAM-1-Matrix 250-mal mit sich selbst multipliziert.

Damit wird auch der wesentliche Unterschied zwischen PAM und BLOSUM deutlich. Während PAM die Datenbasis nutzt, um evolutionäre Entwicklungsprozesse möglichst kleinschrittig zu erfassen, und dann von dort aus weitere evolutionäre Distanzen extrapoliert – und somit auch Ähnlichkeiten evolutionär deutet –, wird mit den BLOSUM-Matrizen ein anderer Ansatz verfolgt. Sie vergleichen einerseits lediglich beobachtete Substitutionen und beziehen keinerlei Rekonstruktionen von Vorgängern mit ein. Andererseits extrapolieren sie nicht von besonders ähnlichen Sequenzen auf entfernter verwandte Sequenzen, sondern skalieren die Sensitivität, indem nur Sequenzen, die bis zu einem gewünschten Höchstgrad übereinstimmen, als Basis für die Matrix einer bestimmten Ordnung betrachtet werden. Dadurch, dass mit einer gewissen evolutionären Distanz auch eine entsprechende beobachtete Übereinstimmung von Sequenzen korrespondiert, lassen sich dann wiederum die Matrizen beider Familien über die relative Entropie einer Matrix  $n$ -ter Ordnung miteinander bezüglich ihres Informationsgehaltes vergleichen, auch wenn die Konstruktionsprinzipien verschieden sind. Eben in diesen Prinzipien kann auch der fundamentale Unterschied von Substitutionsmodellen, die zur Identifizierung von Proteindomänen verwendet werden, und Modellen, die zur Rekonstruktion evolutionärer Vorgänge verwendet werden, gesehen werden. Der Hauptkritikpunkt an den PAM-Matrizen – die zu kleine Datenbasis, die einige mögliche Substitutionen gar

---

<sup>166</sup> Vgl. DSO78, S. 349–350.

nicht beobachtet hatte – führte nicht etwa dazu, dass BLOSUM-Matrizen im Rahmen der Rekonstruktion evolutionärer Vorgänge verwendet werden. Stattdessen wurden Nachfolgemodelle der PAM-Matrizen entwickelt, die ähnliche Konstruktionsprinzipien auf einer sehr viel größeren Datenbasis verwirklichen, wie beispielsweise die JTT-Matrix.<sup>167</sup>

Statt auf Anwendungen im Bereich der Textkritik zu verweisen, sollen an dieser Stelle vielmehr Schlussfolgerungen gezogen werden, die im Rahmen einer weiteren Anwendung phylogenetischer Methoden für notierte Musik von Belang sind. Denn zu einem wesentlichen Teil wurden die Konzepte im Zusammenhang mit Substitutions- bzw. Evolutionsmodellen perspektivisch vorgestellt, um grundlegende Strategien der Modellbildung zu beschreiben. Zunächst einmal kann ganz grundsätzlich die Unterscheidung von Einsatzszenarien thematisiert werden. So konnte am Beispiel der Modelle für Proteinsequenzen gezeigt werden, dass mit einem Retrievalszenario derart andere Anforderungen einhergehen als mit der Rekonstruktion evolutionärer Prozesse, dass hier unterschiedliche Strategien anzuwenden sind. Ebenso zeigt der Vergleich von Substitutions- bzw. Evolutionsmodellen für DNA-Sequenzen und für Proteinsequenzen eine deutliche Tendenz. Während für DNA-Sequenzen einfache Substitutionsmodelle ausreichen und auch noch vergleichsweise simple Evolutionsmodelle Verwendung finden – wie realistisch diese einzustufen sind, soll hier nicht diskutiert werden –, lässt sich in Bezug auf Proteinsequenzen ein deutlicher Unterschied ausmachen. So wird ersichtlich, dass allein die größere Zahl an möglichen Zuständen – 20 verschiedene Aminosäuren statt vier verschiedene Basen – zur Bevorzugung empirische Modelle führt. Während die vorgestellten Evolutionsmodelle für DNA-Sequenzen sich noch aus der Entscheidung für oder gegen Modellannahmen ableiten lassen, sind Modelle für Proteinsequenzen durchweg datenbasiert und entsprechend eines Informationsgehalts skaliert. Auch

---

<sup>167</sup> Vgl. Mer15, S. 193, 267–269.

lässt sich folgern, dass die Größe der Datenbasis einen kritischen Faktor in der Performanz der Modelle darstellt, neben der Zweckorientierung. Da in der Anwendung auf notierte Musik vergleichsweise von einer höheren Komplexität wie auch tendenziell von einer größeren Zahl möglicher Zustände auszugehen ist, lässt sich hier eine klare Tendenz bezüglich der Strategien für mögliche Entwicklungen von Modellen ableiten. Dass dabei die Auswahl des Datenkorpus wie auch der Konstruktionsprinzipien entsprechend des angestrebten Einsatzszenariums unabdingbar ist, zeigt sich bereits bei der Anwendung einfacher Alignmentalgorithmen.<sup>168</sup>

Eine weitere Schlussfolgerung kann basierend auf der festen Verankerung von Evaluationsstrategien für sowohl Alignments, als auch phylogenetische Bäume und Substitutions- bzw. Evolutionsmodelle gezogen werden, auch wenn die ausführliche Betrachtung dieser Strategien den aktuellen Rahmen überschritten hätte.<sup>169</sup> Die Bedeutung von Methoden zur Bewertung von Performanz kann in dieser Hinsicht nicht unterschätzt werden. Auch spielen hierbei wiederum die entwickelten Modellvorstellungen eine zentrale Rolle, da sie als Grundlage zur Erzeugung von Simulationsdaten dienen: Beispielsweise werden Evolutionsprozesse an Zufallssequenzen entsprechend eines Evolutionsmodells durchgeführt und dienen dann zur Evaluation phylogenetischer Verfahren. Entsprechend dieser Beobachtungen kann letztlich festgehalten werden, dass eine Integration von Verfahren zur Sequenzanalyse in die Musikforschung, um an dieser Stelle allgemein zu bleiben, ihr Potenzial vor allem dann entfalten kann, wenn beiden Sphären Rechnung getragen wird. Dazu ist es erforderlich, den Bezug sowohl zum Forschungsgegenstand zu wahren als auch zu den methodischen Prinzipien und den ihnen inhärenten Mechanismen. Ein erfolgreicher Methodentransfer bedarf somit sowohl einer detaillierten Kenntnis des Gegenstandes und dessen

---

<sup>168</sup> Siehe 3.2.2.

<sup>169</sup> Stattdessen kann auf die für sämtliche Teilbereiche zitierte Literatur verwiesen werden, um einen Einblick zu erhalten.

facheigenen Formalisierungsstrategien, als auch des Verständnisses der Anforderungen und der daraus resultierenden Konstruktionsprinzipien derjenigen Verfahren, die integriert werden sollen. Um dies zu gewährleisten, ist in diesem Zuge ein Verfahren in Teilschritten empfehlenswert, dass einzelne Formalisierungs- bzw. Operationalisierungsstrategien implementiert und erprobt. Nur so ist es möglich, gezielt einzelne Annahmen zu überprüfen und, sofern dies notwendig ist, zu verwerfen. Ziel kann es daher nicht sein, eine Methodik zu entwickeln, die keinerlei Bezug zum Gegenstand aufweist, noch eine, die lediglich von der Fachdomäne erwartete Ergebnisse – wie beispielsweise bereits vorhandene Stemmata – reproduziert.

**Teil II**

**Verfahrensentwicklung**



## Kapitel 4

# Vorgehen

Sollen nun Methoden der Sequenzanalyse für die Analyse von Musikquellen nutzbar gemacht werden, ist dies ein komplexes Vorhaben, das eine Vielzahl an Schritten erfordert. Jeder dieser Prozessschritte stellt wiederum ein spezifisches Teilproblem dar, dessen Lösung notwendig für die erfolgreiche Implementierung ist. Nach der vorausgegangenen Betrachtung der musikwissenschaftlichen wie auch bioinformatischen Grundlagen, ist der folgende Abschnitt der Entwicklung dieses Prozesses gewidmet. Im Verlauf dieser Ausführungen wurden sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede in den Verfahren deutlich. Insbesondere zeigt sich im Kontext phylogenetischer Verfahren, vor allem auch der Substitutions- und Evolutionsmodelle, dass eine Implementierung der vorgestellten Verfahren für Fragestellungen zur Musiküberlieferung des 15. und 16. Jahrhunderts ein solides Fundament erfordert. So müssen insbesondere dem Gegenstand adäquate Modelle entwickelt werden, um die vorgestellten Verfahren nutzbar zu machen. Hierbei zeigt sich vor allem ein hoher Konkretisierungsbedarf in Hinblick auf das Verständnis musikalischer Ähnlichkeit, bzw. Varianz, wie auch Überlieferungsmechanismen. Empfehlenswert erscheint hierbei ein schrittweises Vorgehen, das sich gezielt der Überprüfung einzelner Grundannahmen widmet.<sup>1</sup> So ist auch das in diesem Rahmen gewählte Vorgehen als schritt-

---

<sup>1</sup> Siehe 3.4.



weise zu verstehen. Zunächst werden sowohl die methodischen als auch die gegenstandsbezogenen Anforderungen dargelegt. Darauf aufbauend wird behandelt, wie das Quellenmaterial durch Kodierung dem weiteren Prozess in maschinenlesbarer Form zugänglich gemacht werden soll. Daran schließt sich die weitere Aufbereitung und Formalisierung an, in deren Zuge die zu analysierenden Sequenzen generiert werden. Im letzten Abschnitt geht es darum, wie die in der Bioinformatik etablierten Analysemethoden für die Analyse von mensural notierter Musik nutzbar gemacht werden können. Statt auf die Entwicklung eines marktreifen Tools setzt dieser Prozess darauf, den zuvor getätigten Schlussfolgerungen verpflichtet, die Untersuchung eines isolierten Themenfeldes ins Zentrum zu rücken.

Um im Rahmen des Entwicklungsprozesses nicht den Forschungsgegenstand aus dem Blick zu verlieren, ist es nötig, diesen zunächst ins Zentrum zu stellen. Aus diesem Grunde wurde ein exploratives Vorgehen gewählt, das sämtliche Entwicklungsschritte, beginnend mit der Kodierung, an einer Auswahl von Quellen eines Werkes, vollzieht. Ergänzend zu dem bereits besprochenen Metadatenkorpus zu den frühen Handschriften des Fondo Cappella Sistina<sup>2</sup> erscheint es sinnvoll, sich aus diesem ein Beispiel zu suchen. Da das Anfertigen von Kodierungen gerade in diesem explorativen Stadium äußerst zeitintensiv ist, ist es notwendig, sich im Wesentlichen auf ein einzelnes Werk zu beschränken. Dabei sollte das Werk nicht über zu viele Konkordanzen verfügen, um den Aufwand in Grenzen zu halten. Auch erscheint eine tendenziell eher heterogene Überlieferungsgeschichte, die Quellen mit hoher Ähnlichkeit und wiederum auch sehr disparate enthält, für dieses explorative Frühstadium besonders geeignet. Zum einen kann so eine möglichst hohe Varianz an Einzelproblemen im Rahmen der Datenaufbereitung überblickt werden. Zum anderen birgt ein unterschiedliches Maß an Ähnlichkeit auch Potenzial im Rahmen der Analyse. So geht es in diesem

---

<sup>2</sup> Siehe 1.1.

---

Stadium vor allem auch darum, die Einflussfaktoren zu bestimmen, die notwendig sind, um mit den Ergebnissen traditioneller Filiationsanalysen vergleichbare Resultate zu erzielen.

Unter der Voraussetzung dieser Überlegungen sticht aus dem Metadatenkorpus ein einzelnes Werk hervor: Die Josquin zugeschriebene Missa ‚D’ung aultre amer‘. Die Besonderheit dieser Messe ist, dass anstelle eines Benedictus und Osanna II die Motette ‚Tu solus qui facis mirabilia‘ Teil des Sanctus ist. Ebenso ist diese Motette auch eigenständig und wie als Kontrafaktur – die Lauda ‚O mater dei hominis‘ – überliefert. Darüber hinaus erscheint dieses Werk als besonders geeignet für einen Vergleich mit textkritischen Methoden, da es – bedingt durch die heterogene Überlieferungssituation – von unterschiedlichen Autoren in zwei Bänden der New Josquin Edition diskutiert wird. Die in diesem Rahmen durchaus in relevanten Punkten voneinander abweichenden Stemmata dienen somit nicht nur innerhalb der diskutierten Fallbeispiele<sup>3</sup> als Anschauungsmaterial, sondern können darüber hinaus auch für die weitergehenden Analysestrategien als Bezugspunkt dienen.

Als Grundlage der Kodierung dienen digitale Reproduktionen der relevanten Quellen. Obwohl die vollständige Berücksichtigung der Überlieferungsgeschichte Ziel war, konnten das Fragment [RoccaP s.s.] sowie die beiden Quellen der Lauda [1508<sup>3</sup>] und [WashLC M6] nicht kodiert werden. So war es zum einen aufgrund konservatorischer Gründe nicht möglich, Reproduktionen von [WashLC M6] erhalten.<sup>4</sup> Auch von [1508<sup>3</sup>] war keine Reproduktion erhältlich. Damit ist die Lauda leider nicht Teil der weiteren Aufbereitung und Analyse. In dem explorativen Stadium dieses Vorhabens kann eine nicht vollständige Abbildung der Überlieferungssituation dennoch als hinnehmbar betrachtet werden, da letztlich noch die Messüberlieferung

---

<sup>3</sup> Siehe 2.3.4.

<sup>4</sup> Auskunft per E-Mail.

mit unabhängigen Überlieferungen der Motette in Bezug gesetzt werden kann. Von [RoccaP s.s.] sind zwar Digitalisate verfügbar, allerdings ist die Überlieferung von ‚Tu solus‘ durch physische Schäden enorm beeinträchtigt. Aufgrund des unzureichenden Öffnungswinkels wie auch des fehlenden Blattrandes, fehlt bei nahezu jedem System die Schlüsselung, zum Teil auch die Vorzeichnung. Damit war es für weite Passagen nicht möglich, exakte Tonhöhen zu bestimmen, ohne andere Quellen zu konsultieren. Auch wenn es bei der Bearbeitung von Quellenmaterial notwendig ist, Strategien für den Umgang mit Schäden zu entwickeln, wurde in diesem Fall aufgrund der erheblichen Beeinträchtigung vorerst von einer weiteren Berücksichtigung abgesehen.<sup>5</sup> Die Entwicklung von Strategien zur Handhabung relativer melodischer Fortschreitungen bei gleichzeitiger potenzieller Vergleichbarkeit mit abweichenden Schlüsselungen ist ein isolierbares Problem, das an dieser Stelle zunächst ausgeklammert werden soll.

Stattdessen wurde, neben der Fokussierung auf die Quellen der Missa ‚D’ung aultre amer‘ und ‚Tu solus qui facis mirabilia‘, bewusst ein hiervon unabhängiges Zusatzbeispiel mitberücksichtigt. Heinrich Isaacs Motette ‚Quis dabit capiti meo aquam‘<sup>6</sup> entstammt ebenfalls dem Zeitraum um 1500, kann allerdings als stark anlassbezogenes, weltliches Werk einem deutlich anderen Kontext zugeordnet werden. Zudem ist es in höchstem Maße unwahrscheinlich, auch wenn Josquins Autorschaft der Messe offenbar zumindest teilweise in Frage gestellt wird<sup>7</sup>, dass hier vom selben Urheber auszugehen ist – die Zuschreibung von ‚Quis dabit capiti meo aquam‘ an Isaac kann als gesichert gelten.<sup>8</sup> So ist neben dem ähnlichen Entstehungszeitraum wie auch der Verortung im italienischen Kulturraum eben gerade die sich deutlich abzeichnenden Unterschiede des konkreten

---

<sup>5</sup> Vgl. 5.2.1.

<sup>6</sup> Komponiert als Trauermotette zum Tode Lorenzo di Medicis.

<sup>7</sup> Vgl. NJE 7, S. 38–40.

<sup>8</sup> Bereits in einer Werkausgabe des Textautors Angelo Poliziano von 1498 wird Isaac als Urheber der Vertonung genannt [vgl. Ost69, S. 171].

---

Überlieferungs- und Entstehungskontextes, darin eingeschlossen auch die vermutete Autorschaft, ein wesentliches Entscheidungskriterium für diese Motette. Auf diese Weise wird zusätzlich zu der Entscheidung für ein Werk mit heterogener Überlieferungssituation einer Überanpassung vorgebeugt, die durch die ausschließliche Betrachtung einer sehr homogenen Quellenauswahl kaum zu vermeiden wäre. Um im Rahmen der Anforderungsanalyse, der Datenmodellierung und der Workflowgestaltung auch weitere relevante Problemstellungen beleuchten zu können, sind zudem vereinzelt auch weitere Quellenbefunde in der Betrachtung integriert.

Aufbauend auf der Quellenauswahl wird ein dreischrittiges Verfahren entwickelt, bestehend aus Kodierung, Formalisierung und Analyse. Diesem vorangestellt wird zunächst eine Anforderungsanalyse als Ausgangspunkt der weiteren Entwicklungsarbeit. Die ausführliche Betrachtung der Anforderungen ist sowohl dem gewählten Ansatz geschuldet, der bewusst einen starken Schwerpunkt auf die Quellenarbeit legt, als auch grundlegenden Modellierungsfragen, die im Rahmen eines Methodentransfers aufkommen. So umfassen die einzelnen Abschnitte der Anforderungsanalyse drei wesentliche Fragestellungen: Methodisch muss bestimmt werden, welchen Maßstäben ein Verfahren genügen muss, um den gewählten Untersuchungsgegenstand nicht aus dem Fokus zu verlieren. Zudem verlangt die Arbeit mit Quellenmaterial die Entwicklung hierfür spezifischer Strategien. Neben diesen quellenspezifischen Anforderungen werden zudem noch inhaltliche Eigenschaften thematisiert, deren Berücksichtigung unumgänglich ist: Die Auseinandersetzung mit notationsspezifischen Eigenarten des betrachteten Repertoires.

Die Kodierung folgt aufgrund der vorhandenen Unterstützung von Mensuralnotation wie auch Quellentranskriptionen weitestgehend den Guidelines der Music Encoding Initiative (*MEI*). Um dem Anliegen wie auch dem Untersuchungsgegenstand gerecht zu bleiben, wird jede Quelle einzeln und

unabhängig voneinander kodiert.<sup>9</sup> Eine gemeinsame Kodierung in Form einer Synopse, die sämtliche Lesarten der jeweiligen Quellen darstellt, steht dem Vorhaben der computergestützten Vergleiche der Quellen entgegen, da so wesentliche Teile dessen bereits vorweg genommen wären. Vielmehr macht der gewählte Ansatz wie auch der Untersuchungsgegenstand eine deutliche Abgrenzung von editorischen Maßstäben notwendig. Aus diesem Grund wird im Rahmen der Entwicklung von Kodierungsrichtlinien insbesondere die Ausdifferenzierung semantischer Dimensionen und deren methodischer Adressierung thematisiert. Aufgrund des spezifischen Anliegens ist es notwendig, ausgehend von einer Standortbestimmung hinsichtlich der Konzepte von MEI und deren Anwendung im Kontext von Mensuralnotation eigene Leitlinien zu entwickeln, die in dieser Form nicht Teil der Kodierungsrichtlinien von MEI sind, da zum einen Verfahren überhaupt konkretisiert werden müssen, zum anderen auch andere Schwerpunkte gelegt werden.

Basierend auf den Kodierungen können in einem weiteren Schritt die eigentlichen Sequenzen erzeugt werden. Dieser zusätzliche Prozessschritt ermöglicht eine Differenzierung der Zustände einer Quelle wie auch die gezielte Merkmalsextraktion im Zuge der Sequenzbildung. Die Implementierung erfolgt prototypisch in C# und verwendet das .NET-Framework. Entscheidend bei dieser Wahl war in erster Linie die Möglichkeit, eine höhere objektorientierte Programmiersprache zu verwenden, die eine weitreichende XML-Unterstützung bietet. Eine Nutzung bereits vorhandener Softwarepakete zur Sequenzanalyse ist an dieser Stelle nicht möglich, da diese lediglich *strings* verarbeiten. Allerdings umfasst mensural notierte Musik eine derart hohe Anzahl möglicher Zustände, dass eine besondere Behandlung der Daten erforderlich ist, um eine angemessene Darstellung der inhaltlichen Zusammenhänge zu erreichen. Darüber hinaus müssen,

---

<sup>9</sup> Siehe hierzu 6.3.

---

wie schon im Zuge der Kodierung, auch im Rahmen der Formalisierung die semantischen Dimensionen entsprechend berücksichtigt werden, um eine ausreichende methodische Integrität der Überführung des analogen Quellenbefundes in den Analyseprozess zu gewährleisten.

Unmittelbar daran anschließend wird die Entwicklung des Analyseprozesses thematisiert. In diesem Teil geht es darum, wie abweichende Lesarten von Quellen zum Gegenstand für Methoden der Sequenzanalyse werden können. Im Vordergrund sollen hierbei insbesondere Fragen der Modellbildung stehen, erweist sich diese letztendlich als notwendige Voraussetzung für die Nutzbarmachung elaborierterer Analyseverfahren. Als wesentliche Kernfrage wird in diesem Kontext der Frage nach den relevanten Parametern nachgegangen, da diese eine methodische Grundlagenentscheidung darstellt. Außerdem handelt es sich hierbei um die logische Fortsetzung des Themenkomplexes zum Umgang mit den semantischen Dimensionen schriftlicher Musiküberlieferung. Insbesondere der Fokus auf der Analyse von Quellenüberlieferungen – im Gegensatz zum Einsatzgebiet von Retrievalanwendungen – verleiht dieser Frage eine besondere Virulenz hinsichtlich der Wahrung einer notwendigen methodischen Konsistenz. Hierbei soll es darum gehen, sowohl die Trennschärfe im Rahmen von Alignments zu bewerten als auch die Auswirkungen im Rahmen erster Versuche distanzbasierter Topologien zu beobachten. Wesentliches Ziel dieses Prozessschrittes ist es, basierend auf dem untersuchten Material Empfehlungen für vertiefende Studien an größeren Korpora zu entwickeln. Diese soll perspektivisch der formalisierten Beschreibung musikalischer Mutationsprozesse dienen und die Entwicklung repertoirespezifischer Substitutionsregeln voranbringen.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Bisherige Erfahrungen in der Nutzung von paarweisem Alignment für Musik weisen auf eine Repertoireabhängigkeit der Substitutionsregeln hin. Die Autorin dankt Frans Wiering für diese Auskunft [vgl. auch NGW17].



## Kapitel 5

# Anforderungen

### 5.1 Methodenspezifische Anforderungen

Im Wesentlichen ergeben sich die methodischen Anforderungen logisch aus der Aufgabenstellung: Entwickelt wird ein computergestütztes Verfahren, das sowohl den Anforderungen quantitativer Forschungsmethodik genügt als auch den jeweils fach- bzw. gegenstandsbezogenen Spezifika der Renaissancemusikforschung Rechnung trägt. Diesen Fachspezifika wird sich im nächsten Abschnitt näher gewidmet.<sup>1</sup> An dieser Stelle sollen zunächst grundsätzliche Fragen zu den Anforderungen computergestützter Forschungsverfahren näher erörtert werden. Einerseits soll betont werden, dass diese Perspektive immer auch wesentlicher Teil einer Verfahrensentwicklung sein muss. Andererseits muss hier dem Umfang des gesamten Vorhabens insofern Rechnung getragen werden, als an dieser Stelle keine grundlegenden Ausführungen zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn und dessen methodischen Anforderungen erfolgen können.<sup>2</sup> Neben den grundlegenden Prinzipien wissenschaftlichen Arbeitens wie Intersubjektivität, Transparenz, Überprüfbarkeit und Replizierbarkeit, die sich zu einem maßgeblichen Teil auf die Frage von Arbeitsformen an sich und damit auch

---

<sup>1</sup> Siehe 5.2.

<sup>2</sup> Als Einführung in die Wissenschaftstheorie eignet sich beispielsweise [CBA07].



auf das Wesen digitaler Forschungsinfrastruktur richten, gilt es ebenso, sich auch wesentliche logische Anforderungen vor Augen zu führen. Diese lassen sich schlichtweg in einer Leitfrage zusammenfassen:

Wie kann sichergestellt werden, dass ein Verfahren genau das tut, was es soll, und nichts anderes – d. h. wie beantwortet es die gestellte Forschungsfrage und keine andere?

Es stellt sich also die wesentliche Aufgabe, eine Methode zu entwickeln, welche Ergebnisse liefert, die als Teil einer validen logischen Schlussfolgerung zur Beantwortung einer konkreten Frage dienen können sollen. Genau darin begründet sich ein Anspruch an logischer Konsistenz, den ein Verfahren einlösen muss. Zu betonen ist aber, dass dieser Anspruch nicht so sehr daher rührt, dass das Verfahren computergestützt sein soll, als vielmehr von dessen angestrebtem wissenschaftlichen Nutzen. Insofern ist die logische Konsistenz grundsätzlich eine qualitative Kernanforderung an Software innerhalb eines auf Forschung ausgerichteten Einsatzszenarios.

Um letztlich das erforderliche Maß an Konsistenz zu erreichen, sollte in einem ersten Schritt eine umfassende Analyse der geforderten Funktionalität, des zu deren Erfüllung angestrebten Prozessablaufs und der darin zu behandelnden Größen vorgenommen werden. Bei der Vergegenwärtigung der jeweiligen Forschungsfrage – der Ausgangspunkt dieser Analyse – muss somit in einem wesentlichen Schritt den drei wesentlichen Elementen dieser Konstellation Aufmerksamkeit gewidmet werden: Der Gegenstand, den die Frage betrifft, das zu erreichende Erkenntnisziel und der vermutete Weg dazwischen. Sollen – wie im konkreten Fall – Abhängigkeitsverhältnisse in der Überlieferung polyphoner Musik um 1500 analysiert werden, ist ersichtlich: Der Gegenstand ist die Überlieferung polyphoner Musik um 1500, das Erkenntnisinteresse ist die Aufdeckung möglicher Abhängigkeitsverhältnisse – da nichts weiter angegeben ist, sind in diesem Fall Abhängigkeitsverhältnisse innerhalb dieser Überlieferung gemeint. An die-

ser Stelle ist zur Operationalisierung dieses Vorhabens eine wesentliche begriffliche Klärung notwendig: Was ist die Überlieferung polyphoner Musik um 1500? Die Frage, was polyphone Musik sei, sowie die Eingrenzung, was mit ‚um 1500‘ genau gemeint sei, sind ebenso von Bedeutung, sollen an dieser Stelle aber nicht weiter vertieft werden. Dagegen aber die Frage: Was ist eigentlich die Überlieferung polyphoner Musik? Die Vergegenwärtigung, dass es um die Summe der Quellen – erhalten oder nicht – polyphoner Musik geht, ist ein entscheidender Schritt. Damit ist klar, es geht um konkrete physische Objekte, Handschriften und Drucke – aufgrund der zeitlichen Eingrenzung ist klar, dass beispielsweise Tonaufnahmen nicht relevant sind –, die in notierter Form ein gewisses musikalisches Repertoire – polyphone Musik – überliefern. Genauer gesagt geht es im Wesentlichen um die in dieser physischen Form manifestierten Inhalte, den konkreten Textzeugen und dessen Beziehung zu anderen Textzeugen – auch wenn der Begriff *Textzeuge* in der Musikwissenschaft unüblich ist, soll er an dieser Stelle verwendet werden, um die Überlieferung eines jeweiligen Stückes innerhalb einer Sammelquelle von dieser Quelle als Ganzem abzugrenzen.

Auf demselben Weg muss auch geklärt werden, was letztendlich unter Abhängigkeitsverhältnissen innerhalb der Überlieferung, also zwischen Textzeugen, zu verstehen ist. Hierin ist bereits impliziert, dass es nicht um die Beziehungen gesamter Sammelquellen untereinander geht, also handschriftlicher Kodizes oder gedruckter Anthologien. Damit bleibt noch zu klären, was mit Abhängigkeitsverhältnissen gemeint ist. Mit der Hypothese, dass ein Textzeuge von einem anderen abhängt, wird üblicherweise von einem Entstehungszusammenhang ausgegangen, dass eine Quelle in Abhängigkeit zu einer anderen entstanden ist, indem eine Quelle direkt oder indirekt Vorlage der anderen war oder beide direkt oder indirekt derselben Vorlage entstammen.<sup>3</sup> Aus dieser Schlussfolgerung ergeben sich bereits wesentliche

---

<sup>3</sup> Zu den Hypothesen über den Überlieferungsprozess, die mit der Annahme derartiger Beziehungen einhergehen, siehe 2.2.1.

Informationen zur dritten Domäne dieses Komplexes, dem Weg zwischen dem konkreten Forschungsgegenstand und Erkenntnisinteresse. Da es beim Gegenstand um den Inhalt von Überlieferung geht, wird deutlich, dass es sich um den Gegenstand der Textwissenschaft handelt. Mit der Analyse der Abhängigkeitsverhältnisse von Textzeugen beschäftigt sich die Filiation. Damit stellt die Filiation einen legitimen Weg dar, diese Forschungsfrage zu beantworten, zumal sie nicht nur grundsätzlich Teil der Textwissenschaften ist, sondern auch im Rahmen der Renaissancemusikforschung nicht nur in der Editorik sondern auch genau zu diesem Zweck verwendet wird. Aus eben diesem Grund muss sich zudem jedes entwickelte Verfahren an der Filiation messen lassen.

Erst an diesem Punkt soll die Frage aufgeworfen werden, wie sich das Anforderungskontinuum basierend auf Gegenstand und Erkenntnisinteresse durch die Maßgabe der Computerunterstützung verschiebt, da im konkreten Fall doch ein entscheidender Medienwechsel vorliegt. Der Kern der Aufgabenstellung besteht also zu einem wesentlichen Teil in einem Methodentransfer von einer zutiefst der hermeneutischen Tradition verpflichteten Praxis<sup>4</sup> in ein Medium, das ein enormes Maß an im Vorfeld erfolgter Strukturierung erfordert und sich insbesondere durch eine begrenzte Adaptierbarkeit auszeichnet. Aus diesen Gründen ist die umfassende Analyse der Aufgabenstellung unbedingt notwendig, denn eine nachträgliche Korrektur eines logischen Fehlschlusses basierend auf begrifflichen Unschärfen ist im schlimmsten Fall nicht mehr möglich. Bevor nun im folgenden Kapitel also weiter auf konkrete inhaltliche Problemstellungen eingegangen wird, ist es angebracht, zunächst einzuordnen, welchen methodischen Anforderungen ein derartiger Transfer zu folgen hat.

---

<sup>4</sup> Siehe 2.3.7.

### 5.1.1 Digitalisierung als Datenerhebung: Eine Frage der Repräsentation

Von ausschlaggebender Bedeutung beim Transfer eines Verfahrens – sprichwörtlich – vom analogen ins digitale Medium ist der Austausch des Handlungsfeldes: Statt eines/einer menschlichen Leser\*in soll ein Computer den Prozess des Lesens und Verarbeitens vornehmen. Deshalb muss dieser Gegenstand nun auch folgerichtig digitalisiert werden, um maschinenlesbar zu sein. Außerdem sollte ersichtlich sein, dass die Art und Weise der Digitalisierung sowohl dem Erkenntnisinteresse als auch der Verarbeitungsmethode angemessen sein soll. Die Digitalisierung eines Chorbuchs des 15. Jahrhunderts in Form einer fotografischen Reproduktion kann an sich nicht der Ausgangspunkt beispielsweise einer Analyse musikalischer Gesichtspunkte sein, denn letztendlich ist die Information über die jeweilige Farbe eines Punktes innerhalb eines Rasters, das mit weiteren Punkten gefüllt ist, hierfür nicht geeignet. Diese Information mag zwar dazu geeignet sein, aus ihr durch entwickelte regelgeleitete Verfahren diese Information zu extrahieren – um so Optical Music Recognition zu beschreiben –, allerdings ist eben dieser Zwischenschritt auch unbedingt notwendig hierzu. So mag dieses Beispiel zwar überspitzt sein, allerdings weist es damit auf einen fundamentalen Faktor hin: Bei der Digitalisierung eines physischen Gegenstandes, eines mentalen Konstruktes oder Bedeutungshorizontes handelt es sich um eine durch einen Computer verarbeitbare Beschreibung dieses Objektes. Diese Repräsentation eines Objektes muss sowohl formalisiert vorliegen als auch den Operationen entsprechen, die damit ausgeführt werden sollen. Damit bildet auch diese Repräsentation ein eigenes, dem jeweiligen Handlungsfeld entsprechendes Zeichensystem, dessen Bedeutung auf ein Objekt weist. Entsprechend ist ein notwendiger Teil der Verfahrensentwicklung die zweckgebundene Modellierung der Datengrundlage, basierend auf der Analyse der beteiligten Objekte und deren Bedeutungshorizont innerhalb

des spezifischen Handlungsfeldes. Ebenso berührt die Datenmodellierung zentrale Aspekte empirischer Forschungsmethodik, die formalisierte Darstellung des jeweiligen Gegenstandes und vor allem die Operationalisierung konzeptioneller Begriffe. Denn sollen basierend auf empirischen Daten Aussagen über elaborierte Konzepte getroffen werden, ist es unabdingbar, diese in einer Form zu konkretisieren, die es erlaubt, sie durch Beobachtungen zu bestätigen oder zu widerlegen.

Wenn es nun also um die Frage geht, wie eine (optimale) digitale Repräsentation eines Forschungsgegenstandes – Quellen polyphoner Musik um 1500 – aussehen soll, ist darin ein Prozess der Datenmodellierung, der Operationalisierung von Begrifflichkeiten und letztlich der Erhebung der Daten in Form einer Messung zu sehen. Dementsprechend sind diese Bereiche essentiell in Hinblick auf die oben genannten Leitfrage, wie sichergestellt werden kann, dass ein Verfahren genau die angestrebte Forschungsfrage beantwortet und keine andere. Hierzu sind im konkreten Kontext wesentliche Domänen zu betrachten:

- Musiknotation als Zeichensystem
- Überlieferung als Spannungsfeld zwischen Quelle und Werk
- Ähnlichkeit und Varianz

Zunächst ist festzustellen, dass sich eine Repräsentation des Quellentextes mit der notierten Musik auseinanderzusetzen hat. Da es sich bei Musiknotation um ein Zeichensystem handelt, muss gleichsam die digitale Repräsentation ein Zeichensystem für strukturierte Klangereignisse repräsentieren, das ebenso innerhalb eines Handlungsfeldes existiert. Durch dieses Handlungsfeld wird determiniert, welche Konzepte auf welche Weise zu repräsentieren sind. Bei der Frage nach der zweckgebunden optimalen Repräsentation von Musiknotation müssen grundsätzliche Fragen betrachtet werden, wie

sie beispielsweise auch Cristina Urchueguía im Zusammenhang mit der Übertragung spezieller Musiknotationsformen formuliert:

„Wollte man systematisch den Grad der Äquivalenz zwischen verschiedenen Zeichensystemen feststellen, so wäre folgender Fragenkatalog hilfreich:

- 1) Wie verhält sich der bezeichnete Klang zum notierten Klang?
- 2) Ist die Palette an Notierungsmöglichkeiten in den Zeichensystemen gleich, oder kann ein Zeichensystem musikalische Phänomene fixieren, die sich in dem anderen Zeichensystem überhaupt nicht oder nicht entsprechend darstellen lassen?
- 3) Inwiefern ist die Substanz des Notierten an das jeweilige Zeichensystem gebunden, so daß eine Übertragung in ein anderes Notierungssystem wesentliche musikalische Aspekte, die im Ausgangsnotat evident erscheinen, tilgt bzw. verdunkelt oder Gestalten, die in einem System notwendig so sein müssen, im anderen willkürlich erscheinen läßt?“<sup>5</sup>

Will man nun eine angemessene Repräsentationsform musikalischer Notation im Rahmen eines konkreten Vorhabens definieren, ist somit eine Entscheidung von zentraler Bedeutung: Soll das Zeichensystem repräsentiert werden oder dessen Bedeutung? Damit einher geht der zweite der genannten Aspekte, das Spannungsfeld zwischen Quelle und Werk. Es wurde bereits festgelegt, dass der Gegenstand der Fragestellung der Quellentext sein muss, wenn nach Beziehungen zwischen Quellen gefragt wird. Nun ist es aber so, dass letztendlich allein die Entscheidung, eine Quelle als Überlieferung eines Werkes zu betrachten, eine Kategorisierung manifestiert, die bereits auf einem Konzept von musikalischer Ähnlichkeit beruht. Dass dieses Konzept unabhängig vom jeweiligen Medium ist, zeigt sich, indem zum einen Quellen in unterschiedlicher Notation mit dieser Zuweisung

---

<sup>5</sup> Urc02, S. 287–288.

miteinander in Beziehung gesetzt werden, zum anderen in der Übertragung eines Werktextes aus einem Notierungssystem in ein anderes. Deutlich wird somit in erster Linie, welche Priorität dem Konzept von Ähnlichkeit zukommt. Ebenso muss aber im Rekurs auf die Filiation festgestellt werden, dass der Quellentext der Ausgangspunkt der Betrachtung ist. Damit muss genau dieser als Untersuchungseinheit Teil der Methode sein. Das Ergebnis der Filiation dagegen ist ein Zweifaches: Zum einen wird eine Ähnlichkeitsbeziehung zwischen Quellentexten postuliert und in Form eines Baumes dargestellt. Zum anderen beinhaltet die Aufnahme eines Quellentextes in ein solches Stemma auch eine Kategorisierung im Sinne einer Werkzuschreibung. Eben aufgrund dieser impliziten Zuschreibung ist die Filiation zumeist Teil der editorischen Vorgehensweise. Um aber nun eine Analyse automatisiert ausführen zu können, die eine derartige Aussage zum Ziel hat, ist es unbedingt notwendig, dieses Analyseergebnis nicht im Rahmen der Datenmodellierung vorweg zu nehmen. Wäre dies der Fall, ist das Ergebnis stattdessen ein trügerischer Zirkelschluss. Damit wird die Frage unumgänglich, wie hoch das Maß der logischen Datenaufbereitung bei der maschinenlesbaren Repräsentation des Untersuchungsgegenstandes sein darf, um eine derartige Vorannahme zu vermeiden.

Zur Vermeidung derartiger Zirkel- oder andere Fehlschlüsse ist die Wahl der logisch folgerichtigen Untersuchungsgröße unabdingbar. Insofern ist es notwendig, sich, um Beziehungsaussagen über Quellen entwickeln zu können, auf die Repräsentation der Quelle und damit des Quellentextes zu beschränken. Jede Form der Datenaufbereitung hin zu einer abstrakten Werkperspektive stellt die Integrität des Gegenstandes infrage. Wird diese Integrität im Laufe des Erhebungs- und Analyseprozess preisgegeben, sind zwar noch immer Beziehungsaussagen zwischen Objekten möglich, allerdings ist der Bezug zum Quellentext damit nicht erfüllt. Insofern ist die Frage nach dem Wesen und der Gestalt des Untersuchungsgegenstandes, des Quellentextes, zentral, und damit verbunden auch der Blick auf die

Notation. Bei der Entscheidung darüber, welche Aspekte der Notation Teil der Analyse sein sollen, ist in Bezug auf die notwendige Integrität des Untersuchungsgegenstandes zu konstatieren, dass auch die Repräsentation der Notation möglichst wenigen Abstraktionsschritten unterworfen sein darf – also möglichst der dem Zeichensystem immanenten Logik folgen sollte. Wenn diese immanente Logik weiterentwickelt werden muss, ist dabei unumgänglich, dass dieses möglichst selbstreferentiell geschehen muss. Jedes Einbeziehen externer Faktoren birgt nicht nur einen potenziellen Verlust der Aussagekraft, sondern auch schlichtweg der Replizierbarkeit, wenn diese Faktoren nicht klar zu isolieren sind. Damit ist ein derartiges Verfahren besonders anfällig gegenüber prozessimmanenten Eingriffen bei der Datenerhebung und -aufbereitung. Dementsprechend ist das in diesem Kontext angestrebte Vorgehen zum Zwecke der methodischen Integrität deutlich von einer editorischen Vorgehensweise abzugrenzen, auch wenn in beiden Fällen das philologische Arbeiten im Zentrum steht. Doch sobald im Rahmen eines Editionsvorhabens der Blick von den Quellen hin auf das Werk gelenkt wird, reicht dies über den gewählten Untersuchungsgegenstand hinaus. So ist aber nicht nur die entsprechende Abgrenzung einer Methode von einer verwandten notwendig zu deren Entwicklung und Vermittlung. Ebenso ist auch ein entsprechendes Maß an Sensibilität für diesen Unterschied im Rahmen der Datenmodellierung und -erhebung unbedingt erforderlich. Aus diesem Grund ist es unerlässlich, zunächst einmal im Rahmen der Verfahrensentwicklung diese Definitionsgrenze für den gewählten Untersuchungsgegenstand zu bestimmen.

So zeigt sich gerade im Umgang mit den Quellen polyphoner Musik des 15. und 16. Jahrhunderts ein komplexes und sich schnell wandelndes System musikalischer Notation, nicht nur auf die Entwicklung der Mensuralnotation bezogen, sondern auch allgemein im Sinne von Strategien zur Visualisierung konkreter musikalischer Zusammenhänge. Insbesondere aufgrund der Tatsache, dass dieses System so hochgradig kontextbezogen funktioniert



und somit besonders stark von einem/einer wissenden Leser\*in abhängig ist, erschwert es die notwendige Separierung der immanenten Logik des Gegenstandes vom Einfluss externer Interpretationsleistungen. Es stellt sich somit die maßgebliche Frage danach, wie viel an kontextbezogener Interpretationsleistung nötig ist, um ein dem Vorhaben angemessenes *Textstadium* zu erreichen.<sup>6</sup> Ebenso ist Vergleichbarkeit eine hier zentrale Größenordnung: Sie bestimmt zum einen das unabdingbare Mindestmaß an Interpretationsleistung, um Quellen überhaupt miteinander vergleichbar machen zu können. Zum anderen bestimmt sie aber auch das Niveau an deutenden Eingriffen, das nicht überschritten werden darf. Jegliche kontextabhängige Deutung, die sich nicht mehr auf generalisierbare Regelsätze zurückführen lässt, verhindert die notwendige Vergleichbarkeit von Befunden. Lässt sich ein solcher Eingriff nicht mehr auf einer generalisierbaren Ebene in Form von Konditionalsätzen transparent machen, ist dieses Niveau überschritten. Im Gegensatz zu einem editorischen Vorgehen, das den Fokus mehr auf einen Werk- denn auf den jeweiligen Quellentext lenkt, leitet sich außerdem für das konkrete Vorhaben ab, dass jeglicher Vergleich mehrerer Quellen zur Klärung und Deutung fraglicher Befunde nicht zulässig ist, andernfalls ist ein Entscheidungsprozess nicht mehr ohne Zirkelschlüsse zu bewerkstelligen. Die Anwendung generalisierbarer Regelsätze schließt das Zurückgreifen auf notationshistorisches Wissen und die Einordnung der jeweiligen Quellen in die jeweiligen musikgeschichtlichen Zusammenhänge explizit nicht aus.

### 5.1.2 Ähnlichkeit als Modell musikalischer Mutation: Eine Frage der Operationalisierung

Ebenso notwendig wie die Verfügbarkeit des Untersuchungsgegenstandes für ein Verfahren ist auch die Operationalisierung des Erkenntnisinteresses.

---

<sup>6</sup> Textstadium sei hier nicht im textgenetischen Sinne als Frage nach der Entstehung eines spezifischen Werktextes gemeint, sondern viel grundsätzlicher als Stadium eines prozesshaften Interpretationsvorgangs beim Lesen und Verstehen.

Wie bereits konstatiert wurde, liegt dies in Aussagen über Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen Textzeugen begründet, also der schriftlichen Überlieferung einzelner Musikstücke – der Begriff Werk sei an dieser Stelle vermieden, da damit bereits implizit eine auf Ähnlichkeit basierende Kategorisierung verbunden ist. Zunächst muss klargestellt werden, dass mannigfaltige Möglichkeiten für Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen Quellen bestehen, weshalb eine Eingrenzung vorzunehmen ist. So lassen sich beispielsweise auch Beziehungen zwischen den Stücken einer Sammelhandschrift, dem Œuvre einer Schreiberwerkstatt oder eines Druckers beschreiben. Tatsächlich schwingt, wenn beispielsweise die Frage nach Repertoirewanderungen gestellt wird, hier auch immer die abstrakte Einheit eines Werkes mit, in diesem Fall verstanden als Summe seiner Überlieferungen. Allerdings bezieht sich eben diese Frage nicht auf die Existenz eines konkreten autorisierten Werktextes, sondern gerade auf das Wechselspiel von Konstanz und Wandel. Daher ist die Frage nach dem verbindenden Element einer Überlieferung im Sinne des Werkes hier von nachrangiger Bedeutung. Vielmehr soll gerade der Wandel innerhalb der Überlieferung fokussiert werden, um so die Beziehungen zwischen den jeweiligen Textzeugen in den Blick zu nehmen. Die Frage nach einem autorisierten Werktext wird in diesem Zusammenhang nicht gestellt.

Allein der Bedarf an Konkretisierung einer gesuchten Ähnlichkeitsbeziehung weist schon auf die Mannigfaltigkeit des Begriffes an sich. So zeigt sich, dass die Suche nach einem Werktext einen anderen Ähnlichkeitsbegriff erfordert als es die Analyse von Schreibergewohnheiten<sup>7</sup> erfordert. Eine Perspektive auf die Überlieferung, die Beziehung zwischen den jeweiligen Textzeugen in Bezug auf das ihnen gemeinsame Element, fokussiert gerade im Besonderen die – wenn auch nur geringfügigen – Unterschiede, statt

---

<sup>7</sup> Siehe 2.2.3.

nach dem verbindenden Element zu suchen. Auch damit ist ein anderes Konzept von Ähnlichkeit verbunden.

Nun ist in diesem Zuge nicht nur eine begriffliche Bestimmung dessen, was als Ähnlichkeit betrachtet werden soll, notwendig, sondern – im Zuge des Transfers ins digitale Medium – auch eine Operationalisierung des Ähnlichkeitsbegriffes, der so eine Prozessierbarkeit überhaupt erst ermöglicht. Das mit der Stematologie eng verbundene Konzept der Genealogie legt in diesem Zuge ebenso die Vererbungslehre besonders nahe.<sup>8</sup> Im Rahmen der Phylogenetik werden Verwandtschaftsgrade von Arten bereits mithilfe computerbasierter Methoden betrachtet und somit stellt diese Disziplin ein für den Transfer aussichtsreiches Modell bereit. Wenn dieses Modell für die Untersuchung von Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen Quellen polyphoner Musik – oder auch im allgemeinen musikalische Ähnlichkeitsbeziehungen – genutzt werden soll, gehen damit weitere spezifische Anforderungen einher.

Ein wesentlicher Teil in der Adaption der Phylogenie liegt in der Strukturierung der Befunde in Form von Sequenzen, also in Form eindimensionaler Ketten von Zuständen. Zum einen muss klar sein, dass es sich bei einer Sequenz um eine endliche, diskrete und bestimmte Reihe handelt. Damit ist klar, dass die Sequenz einen definierten Beginn und ein Ende benötigt. Ebenso muss eine klare Reihenfolge festzulegen sein, in der die Elemente innerhalb dieser Kette aufeinander folgen. Dementsprechend muss die Struktur, das ist insbesondere für die weitere Prozessierung von elementarer Bedeutung, robust gegenüber möglichen Umsortierungen sein, bzw. die ursprüngliche Sortierung muss immer wiederherstellbar sein. Auch ist es notwendig, dass die Elemente, die innerhalb einer Sequenz aufeinander folgen, klar und deutlich voneinander abgrenzbar sind. Das Sequenzmodell unterstützt keine kontinuierlichen Übergänge. Zum anderen impliziert das Sequenzmodell, dass die Elemente innerhalb einer Sequenz Realisationen

---

<sup>8</sup> Siehe 3.

einer endlichen Menge diskreter Zustände sind. Demzufolge muss es eine festgelegte Menge definierbarer und deutlich voneinander differenzierbarer Zustände geben. Zwischenformen oder unbestimmte Zustände kann es nicht geben, diese wären wiederum als eigene Zustände zu definieren.

Damit ein Gegenstand als Sequenz repräsentiert werden kann, müssen somit folgende Gegebenheiten definiert sein: Es muss damit zweifelsfrei klar sein, welche Zusammenhänge durch eine Sequenz abgebildet werden sollen. Das gleiche gilt dafür, was durch die einzelnen Elemente repräsentiert wird, und wodurch ein Element von seinen Nachbarelementen abzugrenzen ist. Bei der Zuweisung von Zuständen zu diesen Elementen müssen zunächst sämtliche Zustände bekannt und definierbar sein. Es muss klar sein, was ein Zustand bezeichnet und wodurch ein Element einen Zustand zugewiesen bekommt.

Mit der Modellierung der Sequenzen ist eine wesentliche Anforderung zur Adaption der phylogenetischen Methode erfüllt, sodass auch prinzipiell bereits Basisoperationen ausführbar sind. Die einfachste dieser Operationen ist der paarweise Sequenzvergleich. So lange nicht mehr als dieses Sequenzmodell verfügbar ist, können Sequenzen auf vollständige oder teilweise Identität überprüft werden. Allerdings ist die Erkennung von Insertionen oder Deletionen so noch nicht möglich. Hierzu ist die Zuweisung so genannter *gap penalties* notwendig und damit einhergehend auch ein basales Verständnis von Mutationsvorgängen. Denn durch die Höhe der *gap penalties* im Vergleich zu den Kosten, die die Nichtidentität zweier gegenüberliegender Elemente mit sich bringt, werden bereits Vorannahmen darüber implementiert, wie wahrscheinlich die jeweilige Operation ist. Im Zuge elaborierter Operationalisierungen, wie sie für weiterführende Methoden notwendig sind – vor allem seien hier detaillierte Modelle mit mehreren Substitutionsmatrizen wie beispielsweise PAM<sup>9</sup> zu nennen –, sind auch

---

<sup>9</sup> Siehe hierzu 3.4.

zunehmend differenziertere Vorstellungen über Mutationsvorgänge erforderlich. Damit wird deutlich, dass bereits in einem basalen Stadium der Adaption Entscheidungen zu treffen sind, die eine Operationalisierung eines Ähnlichkeitsbegriffes implizieren. Ebenso, dass mit jeder weiterführenden Operationalisierung, die über die reine Prüfung auf Identität oder Nicht-identität hinaus geht, zusätzlich Vorannahmen implementiert werden, die entweder ein grundlegendes Verständnis über Prozesse musikalischer Mutation innerhalb eines Repertoires erfordern, oder zumindest Hypothesen darüber, die es zu überprüfen gilt. Ebenso wird hierbei deutlich, dass diese Vorstellung von Mutationsvorgängen sich konkret auf die gewählte Modellierung der Sequenzen beziehen muss, da diese konkret die Menge aller möglichen Zustände, die ein Element innerhalb einer Sequenz einnehmen kann, miteinander in Bezug setzt. Dementsprechend muss die Modellierung der Sequenzen nicht nur den Anforderungen einer angemessenen Repräsentation des Gegenstandes folgen, sondern auch der Operationalisierung des Verständnisses von Ähnlichkeit.

Es zeigt sich somit, dass das Potential, das mit der Adaption des Sequenzmodells und den damit einhergehenden Methoden der Bioinformatik verbunden ist, maßgeblich vom Grad der Operationalisierung eines ‚Mutationsmodells‘ abhängig ist. Je differenzierter das Verständnis musikalischer Mutationsprozesse ist, desto elaborierter kann die Modellierung dieser vorgenommen werden, um so spezifischere Analyseprozesse zu ermöglichen. So richtet sich beispielsweise auch die Modellierung von van Kranenburg nach substantiellen Eigenschaften des Repertoires. Da es sich im Falle der Analyse von Volksliedmelodien um ein mündlich überliefertes Repertoire handelt, das lediglich zu Forschungszwecken anhand von Audioaufnahmen durch Expert\*innen transkribiert wurde, folgt hieraus ein spezifisches Verhältnis zur Schriftlichkeit des Materials. Damit wird die notierte Form der Überlieferung explizit nicht als Gegenstand der Untersuchung betrachtet, sondern vielmehr als Form der Konservierung und Verfügbarmachung. Hieraus folgt

die Anforderung, die Auswirkungen repräsentationsbedingter Unterschiede möglichst gering zu halten.<sup>10</sup> Gleichzeitig wurden die Substitutionsregeln basierend auf musikwissenschaftlichem Vorwissen gewählt, um so bekannte Variationsformen mündlicher Überlieferung abzubilden.<sup>11</sup>

Entsprechend des hier gewählten Ansatzes im Sinne einer Quellenforschung sind stattdessen andere Prioritäten zu setzen. Eine Vernachlässigung der repräsentationsbedingten, also notationsbedingten, Unterschiede birgt zunächst das Risiko, den eigentlichen Untersuchungsgegenstand zu vernachlässigen. Vielmehr muss die Frage ins Zentrum gestellt werden, welche Modellvorstellung musikalischer Ähnlichkeit zu welchen Ergebnissen führt – d. h. sind für unmittelbare Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen Textzeugen vor allem die *substantiellen Varianten* von Bedeutung, oder muss auch den sog. *akzidentiellen*, bzw. *iterierenden Varianten* Rechnung getragen werden?

## 5.2 Gegenstandsspezifische Anforderungen

### 5.2.1 Quellenspezifische Anforderungen

Eine der wesentlichen Herausforderungen bei der Dokumentation eines Quellenbefundes stellt der Zustand einer Quelle selbst dar. Ist der Vergleich mit verwandten Überlieferungen aufgrund methodischer Vorentscheidungen nicht zulässig, können korruptierte Passagen innerhalb des Befundes nicht basierend auf einem Vergleich anderer Lesarten ergänzt werden. Lediglich quelleninterne Indizien können auf diese Weise genutzt werden. Um Quellenmaterial jedoch nicht aufgrund eines suboptimalen Zustandes direkt aus Analysen entfernen zu müssen, gilt es, adäquate Strategien zu entwickeln,

---

<sup>10</sup> Vgl. Kra10, S. 95–96.

<sup>11</sup> Im Original „musicological knowledge“; vgl. Kra10, S. 104–107. Siehe hierzu auch 3.2.2.

die sowohl die Kodierung als auch die weitergehende Prozessierung und Analyse bedingen.

Zunächst einmal wird im Folgenden umrissen, welche Art Korruptierungen auftreten. Einen Sonderfall hierbei stellen offensichtliche Eingriffe, z. B. Korrekturen, dar. Sie sind an sich nicht als Korruptierung einer Quelle zu sehen, sondern führen vielmehr zu einer Facettierung des Quellenbefundes.

**Überlieferungslücken** Offensichtliche Schwierigkeiten bereiten physische Schäden an einer Quelle. Sie bedingen Überlieferungslücken unterschiedlichen Umfangs. Prinzipiell lassen sich diese Lücken als solche kenntlich machen, hierfür liefert MEI die Elemente <gap> und <damage>. Die eigentliche Herausforderung liegt in der weiterführenden Behandlung der Lücken im Rahmen von Prozessierung und Analyse, insbesondere da hier die Vielfalt möglicher Schäden und der dadurch hervorgerufenen Korruptierungen des Textes eine spezifische Einordnung und Bewertung verlangen.

Die Ausdehnung der Überlieferungslücken variiert sehr stark, von recht kleinen Löchern in einer Seite, abgeschnittenen Seitenteilen, bis hin zu komplett fehlenden Seiten oder Stimmbüchern. Außerdem geht die Größe der eigentlichen Lücke nicht konform mit dem Ausmaß der Korruptierung, das durch sie hervorgerufen wird. Ist beispielsweise der Rand einer Seite abgetrennt, ist der physische Schaden an sich gering. Im Fall einer horizontalen Abtrennung des unteren Seitenteils kann ein System komplett fehlen oder nur teilweise beschädigt sein. Auch wenn der Schaden damit zunächst das gesamte System umfasst, können dennoch nur kleine Überlieferungslücken verursacht worden sein, wenn beispielsweise nur die unteren ein oder zwei Linien betroffen sind.<sup>12</sup> Sinkt dann die Melodie unter eine gewisse Schwelle, entstehen isolierte Lücken in der Überlieferung, steigt sie danach wieder

---

<sup>12</sup> Siehe beispielsweise [ModD 4, f. 14v]. Hier ist das letzte System des Tenor nur teilweise erhalten.

an, können diese Passagen wieder problemlos lesbar sein. So können auch durch einen einzelnen systemischen Schaden mehrere Lücken entstehen; eine eventuell vorhandene Textierung fehlt in diesem Fall komplett. Im Falle einer vertikalen Abtrennung des äußeren Seitenteils stellt sich die Situation anders dar, da sämtliche Systeme einer Seite betroffen sind. Im besten Falle würde durch ein Fehlen des rechten Randes, z. B. des Außenrandes einer Recto-Seite, immer nur am Ende der Systeme eine Lücke entstehen. Zwar prinzipiell kodierbar, aber für eine weitergehende Auswertung nur noch sehr eingeschränkt nutzbar ist eine Quelle, bei der durch das Fehlen des linken Randes die Schlüsselung verloren gegangen ist.<sup>13</sup> Hier ist der physische Schaden überschaubar, da der Großteil der Seite und damit auch des Textes erhalten geblieben ist. Auch eine Kodierung der jeweiligen Position der einzelnen Noten auf dem Liniensystem ist möglich. Da allerdings mit der Schlüsselung das Bezugssystem für die Tonhöhe fehlt und nicht durch quellenimmanente Anhaltspunkte ergänzt werden kann, kann eine derartige Seite nicht auf konventionelle Weise erfasst werden. Damit ist dieser Parameter für einen automatisierten Vergleich der Kodierungen mehrerer Quellen nicht verfügbar.

Gerade in Bezug auf die weiterführende Analyse werfen Überlieferungslücken zusätzliche Fragestellungen auf, die im gesamten Workflow von Kodierung, Formalisierung und Analyse von hoher Relevanz sind. Es liegt in der Natur von Überlieferungslücken, dass ihre logische, beispielsweise in rhythmischen Einheiten gedachte, Ausdehnung ohne das Hinzuziehen externer Lesarten nicht feststellbar ist. Die Dauer fehlender Passagen kann, auch wenn nur kleine materielle Lücken sie bedingen, stark variieren. Selbst die Schätzung der Anzahl fehlender Symbole anhand der Abstände und der Größe der Lücke, ist keine verlässliche Bestimmungsmethode. Zunächst einmal führt die Unbestimmtheit der Ausdehnung von Lücken zu keinen

---

<sup>13</sup> Dies ist der Fall in der Überlieferung von ‚Tu solus qui facis mirabilia‘ in [RoccaP s.s.].



Schwierigkeiten. Probleme in der weiteren Verarbeitung entstehen allerdings, wie schon im Fall der fehlenden Schlüsselung, dort wo Informationen ausgewertet werden, die nicht nur auf einem einzelnen Symbol beruhen, sondern kontextabhängig sind. Beispielsweise gilt dies für die Anwendung von Regeln zur Alteration oder auch für die Auflösung lückenhafter Ligaturen.<sup>14</sup>

Ebenso stellt sich die Frage, wie Lücken an sich in der Auswertung behandelt werden. So wird deutlich, dass Überlieferungslücken anders behandelt werden müssen als eine intendierte Unvollständigkeit der Quelle, weil beispielsweise nur ein einzelner Teil einer Messe überliefert wird. Auch kann eine Quelle – beispielsweise ein Druck in Stimmbüchern – selbstverständlich Ausgangsbasis für vollständige Überlieferungen sein, wenn der Schaden erst in jüngerer Zeit verursacht wurde, indem beispielsweise ein Stimmbuch verloren ging. Dementsprechend ist es notwendig, Überlieferungslücken als solche und deren Position im Text explizit zu machen.

**Quellenspezifische Ambiguitäten** Ein weiterer zustandsbedingter Faktor, der die Nutzung von Quellenbefunden erschwert, sind unsichere Lesarten. Passagen, die nicht mit Gewissheit lesbar sind, können verschiedene Ursachen haben. Zum einen kann die Lesbarkeit durch Schäden vermindert sein, z. B. Löcher oder Flecke. Am Rand von beschädigungsbedingten Überlieferungslücken sind Passagen häufig nur noch mit Einschränkungen lesbar. Zum anderen können schreiberbedingte Eigenarten die Lesbarkeit erschweren. Hierunter fallen beispielsweise unklare Positionierungen, wodurch die Tonhöhe einer Note nicht mit Gewissheit festgelegt werden kann, oder rhythmische Unklarheiten wie schwer erkennbare Colorierung, mehrdeutige Caudierungen oder undeutlich geschriebene Pausenzeichen.

Da aus methodischen Gesichtspunkten ein Vergleich mit externen Lesarten nicht infrage kommt, bleibt während der Kodierung nur die Möglichkeit,

---

<sup>14</sup> Siehe hierzu auch 5.2.2.



Abbildung 5.1: Die Cauda der dritten Ligatur ist sowohl nach oben als auch nach unten notiert. Hierdurch ist eine korrekte Auflösung der Notenwerte nicht möglich, entweder muss die Cauda nach oben oder nach unten orientiert sein. Der Kontext wie auch die anderen Stimmen legen nahe, dass hier die Ligatur als *cum opposita proprietate* zu verstehen wäre, die Cauda nach oben zu lesen wäre. Übertragung nach [FlorBN Panc. 27, f. 80r], Altus.

quellenimmanente Klärungen vorzunehmen. Doch auch dies kann nur unter Einschränkungen erfolgen, da jede Klärung ein erhebliches Potenzial der Abweichung vom Quellenbefund darstellt und auch schon das Maß an interpretativer Leistung an sich diskussionsbedürftig ist. Somit sind diese Passagen ausdrücklich als solche zu kennzeichnen und in der weiteren Prozessierung und Analyse entsprechend zu behandeln.

Dementsprechend stellt sich hier die Frage, wie die Kodierung und die Behandlung derartiger Passagen aussehen soll, da es sich auch hier um einen äußerst vielgestaltigen Sachverhalt handelt. MEI ermöglicht die Kennzeichnung unklarer Passagen, allerdings können nur ganze Elemente als solche gekennzeichnet werden. Eine nähere Definition, bei welchem Parameter (beispielsweise Tonhöhe oder Notenwert) die Unklarheit herrscht, ist über verbale Beschreibungen hinaus nicht intendiert. Von der weiteren Prozessierung hängen auch genaue Vorgaben zur Kodierung ab. So lässt sich allgemein feststellen, dass es sich bei unklaren Lesarten zumeist um mehrdeutige Passagen handelt. In einigen Fällen kann man diese Mehrdeutigkeit konkret auf mögliche Szenarien eingrenzen, in anderen Fällen ist die Mehrdeutigkeit allerdings unbestimmter Natur. Beispielsweise können in einem Fall zwei mögliche Tonhöhen in Frage kommen, während in einem anderen Fall eine Passage trotz Verschmutzungen zwar lesbar ist, aber nicht mit zufriedenstellender Sicherheit. Beide Formen sind auch kodierbar, doch

erhöht die Berücksichtigung beider Lösungsansätze die Komplexität einer weiteren Prozessierung und Analyse erheblich. Zunächst einmal wäre für beide Strategien eine Behandlung zu entwickeln. Im Falle der konkreten Ambiguitäten müssten zahlreiche mögliche Szenarien eines Quellenbefundes, quasi als parallele Facettierungen unterschiedlicher Gewichtung, gehandhabt werden, obwohl klar ist, dass selbst wenn alle Fälle plausibel wären, nur ein Bruchteil davon einer Schreiberintention entsprächen. In jedem Fall wäre es nötig, klar zu vermitteln, wie während des Kodierungsprozesses die Entscheidung für einen der Lösungsansätze getroffen werden muss. Zu bedenken ist außerdem ein weiterer Faktor, die Deutungssicherheit. Diese bildet eine davon unabhängige Dimension in der Bewertung von Ambiguitäten. So kann nicht einfach konstatiert werden, ein hohes Maß an Deutungssicherheit korreliere mit der Konkretheit einer Ambiguität. Vielmehr verfügt jede mögliche Lesart einer konkreten Ambiguität über ein eigenes Maß an Deutungssicherheit, quasi in Form einer Gewichtung. Allerdings, auch wenn die Einschätzung der Deutungssicherheit letztendlich subjektiv bleibt, führt diese zu erheblichen Unterschieden in der Bewertung einer unsicheren Lesart. Eine Facettierung des Befundes im Rahmen der weitergehenden Formalisierung erschwert zudem die weitere Analyse enorm, da hier im schlimmsten Falle derart viele variierende mögliche Lesarten zu handhaben wären, sodass keine Befunde mehr zu generieren wären.

**Fehler** Ebenso klärungsbedürftig ist der Umgang mit offensichtlichen Fehlern sowie unvollständiger oder redundanter Notation im Quellenbefund. Eine Korrektur der Fehler ist methodisch nicht vertretbar, da es sich um eine Abweichung vom Quellenbefund handelt. Auch eine anschließende Analyse muss robust gegenüber diesen Fehlern sein und sie vielmehr mit berücksichtigen anstatt sie zu korrigieren. Daher bewegen sich die Möglichkeiten des Umgangs nur im Bereich der Kennzeichnung, auch wenn diese zunächst einmal nicht relevant für die Analyse erscheint. Ein anderer

Sachverhalt liegt in Fällen vor, die nach strenger Anwendung bekannter Regeln fehlerhaft wären, sich aber deutlich erkennbar im Kontext klären. Häufig handelt es sich hier um unvollständige oder redundante Notation.

Ein Fall unvollständiger Notation sind Mensurzeichen, die einer Stimme nicht explizit beigegeben werden. Altus und Bassus von ‚Tu solus qui facis mirabilia‘ in [FlorBN Panc. 27, ff. 79v-80r] sind nicht explizit mit Mensurzeichen versehen, dennoch kann aus dem Kontext ersehen werden, dass auch hier die in Cantus und Tenor gegebenen Messuren gelten. Die Anfänge der Stimmen sind exakt auf gleicher Höhe notiert, sodass sich auch optisch ein deutlicher Bezug ergibt. Um eine logische Prozessierung zu gewährleisten, ist aber die Angabe der herrschenden Messur pro Stimme notwendig, weswegen hier eine Ergänzung der Messuren in der Kodierung der beiden Stimmen sinnvoll erscheint. Sonst würde dies, wie bei Überlieferungslücken, dazu führen, dass eine weitere Prozessierung nur noch eingeschränkt möglich ist, da Parameter für ganze Sequenzen nicht erhoben werden können, was einen erheblichen Informationsverlust darstellen würde.

(a) Beginn des Cantus.

(b) Beginn des Altus.

(c) Beginn des Tenor.

(d) Beginn des Bassus.

Abbildung 5.2: Am Anfang von Altus und Bassus (recto) fehlen die Mensurzeichen zu Beginn. Übertragung von [FlorBN Panc. 27, ff. 79v-80r].

Redundante Notation findet sich in der Manifestation von ‚Tu solus qui facis mirabilia‘ in [SGalls463]. Im dritten Teil der Motette wird die *proportio sesquialtera* wiederholt, obwohl sie nicht zwischendurch aufgelöst wurde.

Dennoch kann die zweite Proportionsangabe am Ende des ersten Systems aufgrund der direkt davor befindlichen Passage auch als redundante Angabe betrachtet werden. Durch die mehreren aufeinander folgenden *Coronae*, die jeweils ein Verharren auf dem Ton und eine Generalpause anzeigen<sup>15</sup> wird die herrschende Mensur bewusst aufgebrochen. So ließe sich diese Praxis als zusätzliche redundante Maßnahme verstehen, um eine korrekte Interpretation durch Ausführende sicher zu stellen. Würde die Prozessierung hier regelkonform die zusätzliche Proportion berücksichtigen, würde man einen erheblichen Fehler der musikalischen Logik in Kauf nehmen. Ob und wie dieses Maß an Interpretationsleistung mit einbezogen werden muss, ist noch zu klären.

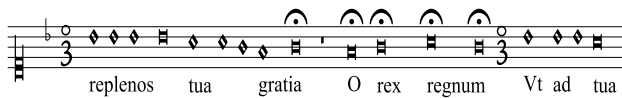


Abbildung 5.3: Wiederholung der *proportio sesquialtera* in ‚Tu solus qui facis mirabilia‘, Cantus: Übertragung nach [SGallS463, f. 31v].

Auch können gewisse Befunde, obwohl sie korrekt notiert sind, nicht ohne Weiteres kodiert werden, da sie entweder im Rahmen des gewählten Kodierungsansatzes schlichtweg nicht praktikabel oder bei Beibehaltung des Kodieransatzes nicht schemakonform wären. Eine Kennzeichnung mit <sic> erlaubt es in einigen Fällen, einen derartigen Befund dennoch schemakonform zu kodieren. Da es sich hier um heikle Entscheidungen handelt, die einer vorsichtigen Abwägung bedürfen, können diese nur am Einzelfall erfolgen.<sup>16</sup> Auch für solche Fälle muss geklärt werden, wie sich der Einfluss

<sup>15</sup> „Punctus more generalis est signum in medio semicirculi ab inferiori parte aperti positum, quo in illis notis supra quas constituitur ab omni parte cantus generaliter est morandum [...] Et hic punctus vulgariter punctus organi vocatur“ [Tin, Cap. XIII].

<sup>16</sup> Vgl. hier die Ausführungen zur Kodierung von Divisi-Passagen, ab S. 285.

auf die weitere Prozessierung darstellt, insbesondere bei der Verarbeitung kontextbasierter Informationen.

**Änderungen** Vor allem in Handschriften sind offensichtliche Eingriffe in den Text, insbesondere Korrekturen, nicht selten. Im Zuge der Analyse von Quellenbefunden ist auch die Betrachtung dieser Eingriffe von Relevanz, gehören sie doch ebenso zur Quellengestalt wie die ‚notierte Form‘, in die sie eingreifen. Ebenso spielen sie auch in der Überlieferungsgeschichte eine Rolle, da mehrere Revisionsstufen auch die Verwandtschaftsbeziehungen mehrerer Quellen untereinander erheblich ausdifferenzieren können. Ein Gedankenexperiment kann dies sehr gut vor Augen führen: Eine Quelle *B* basiert auf einer Quelle *A*. In Quelle *B* wurden nachträglich Passagen korrigiert; dieser Zustand soll hier als *B'* bezeichnet werden. Dieser alternative Quellentext *B'* diene wiederum Quelle *C* als Ausgangsbasis, während eventuell Quelle *D* auf Zustand *B* beruht. Darüber hinaus ist außerdem vorstellbar, dass die Änderungen von *B* zu *B'* noch von einer Quelle *E* herrühren. Damit wären die Verwandtschaftsbeziehungen in diesem Fall nur unzureichend beschrieben, würde nicht auf die Mutation der Quelle *B* von ihrem Ausgangszustand in einen weiteren Zustand *B'* berücksichtigt werden.

Zur Kodierung dieser Eingriffe bietet MEI mit dem Modul für editorische Auszeichnungen<sup>17</sup> Werkzeuge, die Eingriffe als Aktionen wie Addition, Deletion, Substitution oder Wiederherstellung definieren. Schwierig ist vielmehr die Identifikation und Rekonstruktion von Eingriffen, wie auch deren weitergehende Behandlung. Die Schwierigkeit steigt hierbei mit der Anzahl von einzelnen Eingriffen in einer Quelle. So definiert jeder einzelne Eingriff an sich zwei Zustände, ein Davor und ein Danach. Diese Zustände können während der weiterführenden Analyse nicht gemeinsam betrachtet werden. Vielmehr ist es ratsam, die Zustände aus der Kodierung zu extrahieren und

---

<sup>17</sup> MEI.editttrans.

als eigenständige Facetten einer Quelle zu behandeln. Sollte hierbei ein Zustand, beispielsweise vor einer Rasur, im Rahmen der Kodierung nicht mehr rekonstruierbar sein, bietet es sich an, diese Passage als Überlieferungslücke eines Zustandes zu behandeln. Sind aber innerhalb eines Analyseabschnittes mehrere Eingriffe zu finden, ergibt sich die Frage danach, wie sich die jeweils zwei Zustände jeder einzelnen Änderung kombinieren lassen – also wie viele verschiedene Zustände für eine Analyseeinheit isoliert werden müssten. Da für jeden einzelnen Eingriff die zeitliche Abfolge der Zustände klar ist, aber nicht ersichtlich ist, wie sich die Eingriffe jeweils aufeinander beziehen und in welcher relevanten zeitlichen Abfolge<sup>18</sup> diese zueinander stehen, muss hier ein entsprechendes Verfahren gefunden werden – vor allem, da es sich hierbei nicht um Spezialfälle handelt. Es kann prinzipiell geschlossen werden, dass jede mögliche Kombination der Zustände von  $n$  Änderungen zu  $2^n$  möglichen Zuständen führen würde. Da aber einmal erfolgte Eingriffe nicht reversibel sind – dies wäre ein zusätzlicher Eingriff – und Eingriffe an verschiedenen Stellen auch zeitgleich, also im selben Revisionsschritt, erfolgen, sind auch in extremen Fällen nur wenige dieser möglichen Zustände auch plausibel. Denkt man das obige Gedankenexperiment weiter, wird deutlich, dass jeder relevante Zwischenzustand (z. B.  $B$ ,  $B'$  und  $B''$ ) wiederum eine Rolle in der Überlieferung spielen könnte. Doch diese rein stochastische Betrachtung kann für sich alleine nicht stehen, denn lediglich der Quellenbefund kann hier belastbare Informationsquelle sein.

Letztlich bleibt damit nur, entweder plausible Zwischenzustände im Rahmen des Kodierungsprozesses zu rekonstruieren und zu dokumentieren<sup>19</sup>, oder sich einer Vereinfachung zu bedienen. Sind keine detaillierten Zustände

---

<sup>18</sup> Relevant können für die Untersuchung von Verwandtschaftsbeziehungen von Quellen nur abgeschlossene Revisionsschritte sein, nicht aber die Reihenfolge mehrerer Änderungen innerhalb desselben Revisionsprozesses. Letzteres würde eher in den Bereich der Textgenese fallen.

<sup>19</sup> Hierzu könnten beispielsweise die Konzepte zur Kodierung genetischer Prozesse des Projektes „Beethovens Werkstatt“ Verwendung finden [vgl. BW].

in einer Kodierung enthalten, bestünde ein möglicher Lösungsweg darin, Zwischenzustände als vernachlässigbar zu betrachten. In diesem Fall könnte jeder Analyseabschnitt nur maximal zwei Zustände annehmen, vor allen vorhandenen Änderungen und nach diesen. Hiermit wären allen Einzeländerungen Rechnung getragen worden, aber die Analyse nicht durch zahlreiche wenig plausible Facettierungen aufgebläht.

### 5.2.2 Notationsspezifische Anforderungen

Bei der Rekonstruktion/Dokumentation des Textes einer Quelle muss neben dem Umgang mit den zustandsbedingten Eigenarten auch ein weiterer Faktor in den Fokus gerückt werden, die Dokumentation der spezifischen Notation, das dem Text zugrundeliegende Zeichensystem. Um eben nicht nur die verwendeten Zeichen oder nur die Bedeutung des Textes zu dokumentieren, ist auch die Auseinandersetzung mit dem Zeichensystem an sich und seiner Anwendung innerhalb des zu kodierenden Textes relevant. Insbesondere da das für den Vergleich so dominierende Kontinuum von Ähnlichkeit und Verschiedenheit, das der Untersuchung von Verwandtschaftsbeziehungen zugrunde liegt, sich intuitiv auch wesentlich in der Verbindung von Zeichen und Bedeutung manifestiert, muss sich die Kodierung von Befunden notierter Musik auch immer mit der Notation selbst beschäftigen; im konkreten Fall mit Weißer Mensuralnotation<sup>20</sup>.

Wie jede Form von Musiknotation, bzw. Zeichensystem, kodiert die Mensuralnotation musikalische Information in einem regelgeleiteten System. Es gibt Vorschriften, die es erlauben, aus einem komplexen Zusammenspiel von Linien, rhombischen Strukturen, anderen Einzelsymbolen und deren räumlichem Bezug zueinander musikalische Dimensionen wie die Höhe und Dauer

---

<sup>20</sup> Die Weiße Mensuralnotation wurde von der Mitte des 15. bis zum Ende des 16. Jahrhunderts verwendet. Die Bezeichnung bezieht sich auf die Verwendung weißer Notenköpfe für die längeren Notenwerte gegenüber der früheren Praxis die Köpfe längerer Notenwerte auszufüllen [vgl. Ape06, S. 93, 215].



eines Tons, zu bestimmen. Der Maßgabe, Quellenbefunde zu dokumentieren, würde prinzipiell auch das bloße Festhalten dieses Zeichensystems genügen. Daneben ist es aber gerade die Dimension der semantischen Bedeutung, die durch die Kodierung von Musik maschinell erfassbar gemacht wird. Steht die Dokumentation dessen im Vordergrund, was als notierte Form zu bezeichnen ist, kann nicht nur das bloße Konglomerat von Zeichen Gegenstand sein, sondern ist auch die abstrakte Bedeutung des Textes einer Quelle von Relevanz. So zeigt sich vielmehr die notierte Form einer Quelle gerade in dem individuellen Zusammenspiel dieser Ebenen. Somit wird deutlich, dass die Kodierung eines Quellenbefundes, der notierten Form einer Quelle, besondere Anforderungen in sich birgt, die über die semantische Kodierung von Musik hinausgeht: Sie muss zum einen dokumentieren, welche Zeichen vorhanden sind und diese in ihrer Gestalt beschreiben. Zum anderen muss aber auch der Bedeutungshorizont dieses Zeichens im Kontext erfasst werden, setzt doch ein intuitives Verständnis von Ähnlichkeit voraus, dass zwei unterschiedliche Zeichenketten sich ähnlicher sind als andere, je ähnlicher deren Bedeutung ist. Um eben diesen Horizont erfassen zu können, so lässt sich daraus schließen, liegt es nahe, der jeweiligen semantischen Bedeutung der Zeichen auch ihren entsprechenden Raum zuzugestehen. Sind die Regeln zur Verknüpfung von Zeichengestalt und Bedeutungshorizont derart einfacher Natur, dass eine eindeutige Beziehung von Gestalt zu Bedeutung vorhanden ist, erfüllt die Beschreibung der Bedeutungsebene auch die Funktion der Dokumentation von Gestalt. Auch wenn normierende Zeichen dazu nötig sind, den Bedeutungskontext festzulegen, (z. B. Notenschlüssel) kann sich auch in deren Kontext eine eindeutige Beziehung ergeben. Sobald ein Schlüssel einem System vorgegeben ist, wird die notierte (abstrakte) Tonstufe im weitesten Sinne eindeutig festgelegt. Soweit sind diese Fälle zunächst als unproblematisch zu betrachten.

Eine, wenn auch nicht exklusive, Eigenart der Mensuralnotation liegt allerdings in dem hohen Maß an kontextbasierten Deutungsstrategien, die

ihr zugrunde liegen.<sup>21</sup> In vielen Fällen ist ein Zeichen für sich nur bedingt aussagekräftig. Auch über das Einbeziehen normierender Zeichen hinaus wird häufig noch weiterer Kontext zur Entschlüsselung des musikalischen Sinns benötigt. Während sich die Strategie der Notation der Tonhöhe nicht grundsätzlich von der in der modernen Notation unterscheidet<sup>22</sup>, zeigt sich gerade in der Darstellung der rhythmischen Verhältnisse ein wesentlich anderes System, das sehr viel stärker kontextabhängig ist.

So basiert zwar die zeitliche Einteilung der Notenwerte auf der durch ein Zeichen angegebenen Mensur, welche festlegt, ob das Verhältnis zwischen zwei Notenwerten nun zwei- oder dreizeitig ist. Grundsätzlich besteht der Zeichenvorrat hinsichtlich der Notation der Zeitwerte aus hierarchisch angeordneten Notentypen: *Maxima*, *Longa*, *Brevis*, *Semibrevis*, *Minima*, *Semiminima Fusa* und *Semifusa*.<sup>23</sup> Die Mensur eines Stückes legt die Teilungsverhältnisse zwischen den einzelnen Hierarchieebenen fest: Das Verhältnis von *Brevis* zu *Semibrevis* wird als *Tempus* bezeichnet, das zwischen *Semibrevis* und *Minima* als *Prolatio*. In einem *Tempus perfectum* besteht eine *Brevis* aus drei *Semibrevis*, im *Tempus imperfectum* aus zwei *Semibrevis* – im Falle eines Verhältnisses von einer *Semibrevis* zu drei *Minimae* wird von einer *Prolatio maior*, im zweizeitigen Fall von einer *Prolatio minor* gesprochen. Das Verhältnis von *Brevis* zu *Longa* wird auch als *Modus* und das Verhältnis von *Longa* zu *Maxima* als *Maximodus* bezeichnet. Sämtliche kürzeren Notenwerte sind immer zweizeitig.<sup>24</sup> Allerdings existieren zudem zahlreiche Regeln zur kontextbedingten Alteration der Dauern. Beispielsweise verkürzt sich die Dauer einer Note um zwei Drittel ihres ursprünglichen Wertes

---

<sup>21</sup> „Mensural notation is at least partly redundant in that the scribe often has a choice of representing a certain musical content in different visual manifestations“.  
Sch18, S. 58.

<sup>22</sup> Dass hier dennoch nicht von Identität auszugehen ist, zeigen die weiteren Ausführungen zu Akzidentien.

<sup>23</sup> Auch die Pausenzeichen spiegeln die genannten Typen wider.

<sup>24</sup> Vgl. Ape06, S. 93, 102, 132.

durch Colorierung.<sup>25</sup> Darüber hinaus beeinflussen aber auch benachbarte Noten und Pausen die Dauer einer Note, sofern auf der aktuellen metrischen Hierarchieebene eine dreizeitige Unterteilung vorliegt.<sup>26</sup> Zusätzlich kann dieser Mechanismus ebenfalls wieder durch den Einsatz von Punkten, den *punctus divisionis*, manipuliert werden. In diesem Fall dienen die Punkte als Trennzeichen, um so kenntlich zu machen, welche Noten aufeinander zu beziehen sind. Herrscht ein zweizeitiges Teilungsverhältnis, kann ein Punkt als *punctum augmentationis* wiederum auch wieder die Dauer einer Note verlängern und es finden keine Imperfektionierungsregeln Anwendung.

Ein weiterer Fall kontextbasierter Deutung bilden Ligaturen, spezielle Formen von Notengruppen, die sich aus den Neumenzeichen entwickelten.<sup>27</sup> Der Notenwert der Noten, die eine Ligatur bilden, lässt sich im Gegensatz zur üblichen Praxis der Mensuralnotation nicht durch die Gestalt einer einzelnen Note bestimmen, sondern ergibt sich aus der Gestalt der gesamten Ligatur und der Position der jeweiligen Note innerhalb dieser. Einfluss auf die Gestalt einer Ligatur haben die Verlaufsrichtung, ihre Form und die Orientierung eventuell vorhandener Vertikalstriche; auch die Gestalt einer einzelnen Note innerhalb einer Ligatur kann relevant sein, wenn die Ligatur ein oder mehrere Maxima(e) enthält. Damit stellen Ligaturen eine alternative Notationsform zur Darstellung von Notenwerten dar. Ob damit zusätzliche Informationen verbunden sind, wird vermutet, ist aber nicht gesichert.<sup>28</sup> Auf jeden Fall zeigt sich in der Überlieferung, dass Ligaturen

---

<sup>25</sup> Im Falle weißer Mensuralnotation wird die Colorierung üblicherweise durch eine Schwärzung der Notenköpfe kenntlich gemacht.

<sup>26</sup> Als Imperfektion wird die Verkürzung einer dreizeitigen Note durch eine benachbarte kürzere Note bezeichnet. Als Augmentation wird die Verlängerung einer kürzeren Note bezeichnet. Im Falle *Brevis Semibrevis Semibrevis Brevis* wird die zweite Semibrevis augmentiert, sodass ein jambischer Rhythmus entsteht. Die Regeln zur Imperfektion und Augmentation sind ein Phänomen der dreizeitigen Teilungsverhältnisse [vgl. Ape06, S. 115–129].

<sup>27</sup> Vgl. zu Ligaturen als graphischem Element und deren möglichem Bedeutungshorizont auch Sch18, S. 66–73.

<sup>28</sup> Vgl. Boo83, S. 66–72.

häufig – aber nicht immer – abweichende Lesarten konkordanter Quellen bilden.<sup>29</sup>

Gerade das Erkennen des Kontextes sowie die Bestimmung des vorliegenden Sachverhaltes stellen im Rahmen einer Kodierung die größten Herausforderungen dar. Ist doch die Beziehung zwischen dem einzelnen schriftlich fixierten Zeichen und seiner Bedeutung zutiefst mehrdeutig. So ist die Abgrenzung der *proportio tripla* von einer *proportio sesquialtera* nicht immer einfach, werden beide Proportionen<sup>30</sup> doch gerne lediglich durch eine 3 gekennzeichnet.<sup>31</sup> Während aber eine *proportio tripla*  $\binom{3}{1}$  eine Verkürzung des Notenwertes auf ein Drittel der vorhergehenden Dauer bedeutet, bezeichnet eine *proportio sesquialtera*  $\binom{3}{2}$  die Verkürzung auf zwei Drittel ihrer vorhergehenden Dauer.<sup>32</sup> Eine *sesquialtera* entspricht damit der gleichen Verkürzung wie durch Colorierung angezeigt wird.<sup>33</sup> Auch ob es sich in einem konkreten Fall um ein *punctum augmentationis* oder ein *punctum divisionis* handelt, lässt sich nur anhand des vorherrschenden rhythmischen Kontinuums entscheiden. Die Abgrenzung einer colorierten – schwarz eingefärbten – Minima von einer einfachen Semiminima, die ebenfalls wie eine Minima mit schwarzem Notenkopf aussieht, ist ebenso anhand des einzelnen Zeichens nicht zu treffen. Üblicherweise treten colorierte Noten nicht einzeln auf, so bietet der unmittelbare Kontext eine fruchtbare Deu-

<sup>29</sup> In den für diese Studie konsultierten Quellen kann diese Tendenz ebenfalls beobachtet werden.

<sup>30</sup> Proportionen bezeichnen die Verkleinerung bzw. Vergrößerung der Zeitwerte entsprechend eines bestimmten Verhältnisses. Die Schwierigkeit im Umgang mit Proportionen liegt vor allem darin begründet, dass deren konkrete Interpretation einem Wandel unterlegen ist [vgl. Bus93, S. 164–226].

<sup>31</sup> Auch Apel bespricht die Abgrenzung in seiner Darstellung [vgl. Ape06, S. 169].

<sup>32</sup> Proportionsanweisungen lassen sich gemeinhin lesen als ‚Aus  $x$  Noten werden bei gleicher Dauer  $y$  Noten‘, wenn  $\binom{y}{x}$ .

<sup>33</sup> „the use of coloration must be viewed as a visual choice on the part of the scribe rather than a musical necessity“. Sch18, S. 59.

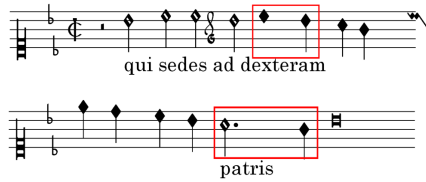


Abbildung 5.4: *minor color* und Punktierung in direkter Abfolge. Missa D'ung aultre amer, Gloria, Cantus, Übertragung von [VatS 41, f. 150v].

tungshilfe. Dennoch treten auch Fälle auf, in denen eine colorierte Passage in unmodifizierten Semiminimen weitergeführt wird.<sup>34</sup>

Darüber hinaus birgt auch die Colorierung einen Sonderfall, der in der modernen Literatur als *minor color*<sup>35</sup> bezeichnet wird: Eine kurze Wendung aus colorierter Semibrevis und colorierter Minima bei vorherrschender *prolatio minor*.<sup>36</sup> Häufig ist sogar eine parallele Nutzung beider Konventionen im selben Stück zu beobachten<sup>37</sup>, beispielsweise in Cantus und Altus von ‚Quis dabit capiti meo aquam‘ in [FlorBN 232] oder auch die bereits erwähnte Cantus-Passage des Gloria der Missa D'ung aultre amer; hier geht die colorierte Wendung nach einigen Semiminimae unmittelbar in eine punktierte Wendung über (siehe Abb. 5.4 sowie 5.5).

Entsprechend der Colorierung wäre eine triolische Deutung naheliegend, häufig stellt sie aber auch einen punktierten Rhythmus dar, wie bei einer Darstellung einer Minima mit *punctum augmentationis* und folgender Semiminima, so Apel. Verwandt hiermit sind auch die Folgen colorierter Brevis und folgender colorierter Semibrevis oder zwei folgenden colorierten Minimen, die laut Apel trotz Ausnahmen wiederum als Triolenrhythmus zu deuten seien. Dennoch relativiert er dies durch die Feststellung, dass noch

<sup>34</sup> Siehe beispielsweise Abbildung 5.4.

<sup>35</sup> Vgl. Ape06, S. 137.

<sup>36</sup> Offensichtlich führt erst Apel diese Bezeichnung ein [vgl. Boo83, S. 72; Woo01, Absatz 4].

<sup>37</sup> Vgl. auch Sch18, S. 60.



Abbildung 5.5: *minor color* und Punktierung in direkter Abfolge. ‚Quis dabit capiti meo aquam‘, Altus Anfang, Übertragung von [FlorBN 232, f. 80r].

bis ins 18. Jahrhundert hinein die Grenzen zwischen einem punktierten und einem triolischen Rhythmus fließend gewesen seien.<sup>38</sup> Auch Boorman behandelt das Phänomen des *minor color*.<sup>39</sup> Er beschreibt, ähnlich wie bei der Verwendung von Ligaturen, die Möglichkeit tiefer gehender Implikationen zur Textverteilung oder als Anzeichen rhythmischer Komplexität, doch offensichtlich setzt er in seiner Diskussion auch die Deutung als punktierten Rhythmus voraus; dies wird nicht diskutiert. Ronald Woodley dagegen spricht von einer Veränderung der Notationspraxis um 1500. Als frühesten Nachweis einer punktierten Interpretation bei *prolatio minor* nennt er Pietro Aarons ‚Libri tres de institutione harmonica‘ (1516).<sup>40</sup> Ältere Beschreibungen scheint es, so Woodley, nicht zu geben, denn höchstens Adam von Fulda legt nahe, dass die Reduktion der Dauer um ein Drittel durch Colorierung nicht immer eine rhythmische Veränderung um ein Drittel zur Folge hat.<sup>41</sup> Gaffurius und Tinctoris erwähnen dieses spezielle Phänomen nicht einmal explizit; Woodley impliziert zudem, dass Tinctoris vielmehr eine triolische Interpretation bevorzugt habe.<sup>42</sup> Wie Woodley im Weiteren

<sup>38</sup> Vgl. Ape06, S. 138f.

<sup>39</sup> Vgl. Boo83, insbesondere S. 72–75.

<sup>40</sup> Im Anhang seines Artikels gibt er zahlreiche Beispiele [vgl. Woo01, Anhang Seiten]. Zusätzlich verweist Boorman noch auf Lodovico Zacconis ‚Prattica musica‘ von 1597 [vgl. Boo83, S. 73].

<sup>41</sup> „... licet ibidem [sc. in reliquis imperfectis non signatis] color etiam tertiam partem auferat in tactu, non tamen perfecte id facit in motu.“ [Woo01, Absatz 6].

<sup>42</sup> Vgl. Woo01, Absätze 7–12.

argumentiert, zeigen sich über die Zeit hinweg Annäherungsprozesse zwischen *minor color* und punktierten Rhythmen. Die Gründe beschreibt er als vielschichtig: Zum einen sei die generelle Zunahme von Geschwindigkeit zu nennen, zum anderen mögliche Annäherungen musikalischer Genre oder die mit der Zeit zunehmende Bevorzugung weniger komplexer rhythmischer Graduierungen.<sup>43</sup>

Die für diese Studie konsultierten Quellen berühren genau diesen Zeitpunkt dieses Wandels. Die Entstehung der ältesten Quelle der Missa D'ung aultre amer, das Chorbuch [VatS 41], lässt sich ungefähr auf ca. 1480 bis 1507 schätzen<sup>44</sup>, die Quelle [FlorBN 232]<sup>45</sup> wird generell nach 1514 verortet. Es ist somit deutlich, dass hier eine Strategie nötig ist, wie mit diesem Phänomen umgegangen werden soll, da hier aufgrund der zeitlichen Einordnung nicht eine einheitliche Lösung gefunden werden kann. Vielmehr muss nach Alter und Kontext der Quelle für jede Kodierung einzeln entschieden werden. Ein Vergleich mit konkordanten Quellen kann hier nicht dienlich sein, zum einen aus den geschilderten methodischen Gründen, zum anderen finden sich gerade an den betroffenen Passagen Abweichungen.<sup>46</sup> Auch eine gleichzeitige Verwendung punktierter Wendungen und *minor color* kann hier nur schwer als Indiz dienen, ist es in beiden gezeigten Quellen der Fall.

Wie diese Beispiele zeigen, handelt es sich bei der Mensuralnotation nicht um ein einheitliches Notationssystem. Vielmehr ist es geprägt von differenzierten Entwicklungsstufen sowie Reformbestrebungen<sup>47</sup> und einer daraus resultierenden Varianz einzelner Praktiken. Ebenso differierte das Verständ-

---

<sup>43</sup> Woo01, Absätze 33–34.

<sup>44</sup> Vgl. Dea84, S. 58.

<sup>45</sup> Vgl. FlorBN232.d.

<sup>46</sup> [ModD 4] ist identisch mit [VatS 41], die Petrucci-Drucke der Messe allerdings nicht. Der Beginn des Tenor, der eine ähnliche Wendung (colorierte Brevis, Minima, Minima) zeigt, in beiden Formteilen des Credo in [VatS 41] ist singular.

<sup>47</sup> So zeigt Busse Berger deutlich auf, dass Johannes Tinctoris' Bestrebungen nicht in der Dokumentation zeitgenössischer Praktiken lagen, sondern viel mehr in dessen Reformation [siehe Bus93, insbesondere S. 230f.].

nis zeitgenössischer Theoretiker auch durch einen allmählichen Wandel der musikalischen Praxis zum Teil maßgeblich.<sup>48</sup> So ist ein hohes Maß an Ambiguität charakteristisch für die Notationspraxis um 1500.<sup>49</sup> Dass identisch klingende musikalische Sachverhalte auf unterschiedliche Weisen notiert sein können, bzw. notierte Sachverhalte unterschiedlich gedeutet werden können, ist keine Ausnahme, sondern dem Repertoire inhärent. Somit ist eine der wesentlichen Anforderungen des Kodierungssystems eben genau diese Ambiguität darzustellen und unter Wahrung der methodischen Integrität zu handhaben. Wenn prinzipiell der interpretative Einfluss auf eine Kodierung um der Dokumentation von Quellenbefunden willen möglichst reduziert sein sollte, gleichzeitig aber ein interpretativer Zugang zum Repertoire für das Verständnis erforderlich ist, muss ein besonderes Augenmerk darauf liegen, diese Pole konstruktiv miteinander zu verbinden. Letztendlich kann hier nur ein entsprechend ausgereiftes Kodierungskonzept der Schlüssel sein, der sich explizit diesem Verhältnis widmet und klar definiert, wie weit Interpretation zulässig ist und wie sie erkennbarer und nachvollziehbarer Teil einer Kodierung sein kann. Darüber hinaus muss auch jede weitere Prozessierung und Analyse genau dieser Charakteristik Rechnung tragen, indem die Lösungsansätze durch die Kodierung sinnvoll weitergetragen werden.

**Akzidentien** Im Rahmen der Behandlung notationsspezifischer Anforderungen soll in aller Kürze auch die Rolle von Akzidentien Erwähnung finden. Basierend auf dem mittelalterlichen Tonsystem bezeichneten die Symbole für *b durum* und *b molle* zunächst nicht die Flexion einer Tonstufe, sondern diente zunächst der Unterscheidung der Doppelstufen *b/h* sowie

---

<sup>48</sup> Beispielsweise stellte Sebald Heyden 1537 bereits fest, dass Musiker längst nicht mehr wüssten wie perfekte Mensuren oder *modus cum tempore*-Zeichen zu interpretieren wären [vgl. Bus93, S. 30].

<sup>49</sup> Siehe 2.2.3.



*bb/hh*. Hieraus entwickelte sich erst allmählich mit einem sich ändernden Verständnis des Tonsystems die Funktion als Alterationszeichen.

Als Instrument zur Vermittlung des Tonraumes diente im späten Mittelalter die sog. ‚Hand‘ wie auch die Unterteilung in mehrere ineinander verflochtene Hexachorde (auch *deductiones* genannt), die mit Hilfe der Solmisationssilben memoriert werden konnten.<sup>50</sup> Ein Hexachord besteht immer aus sechs Tönen: In der Mitte befindet sich ein kleiner Halbtonschritt zwischen den mit *mi* und *fa* solmisierten Stufen, darüber und darunter befinden sich jeweils zwei Ganztonschritte. Je nachdem, ob und welche Ausprägung der Doppelstufen an einem Hexachord beteiligt sind, wurden zudem drei Arten von Hexachorden unterschieden: das *hexachordum naturale* ohne Beteiligung der Doppelstufe von c bis a, das *hexachordum durum* von g bis e mit der Ausprägung h und das *hexachordum molle* von f bis d mit der Ausprägung b. Aus der entsprechenden Verortung der Doppelstufe entweder als h im *hexachordum durum* oder als b im *hexachordum molle* entwickelte sich die grundsätzliche Assoziation des *b molle* ♭ mit ‚fa‘ und des *b durum* ♮ – ursprünglich ♭<sup>51</sup> – mit ‚mi‘.<sup>52</sup> Außerdem war es möglich diesen regulären Tonraum, *musica recta* genannt, zu verlassen, indem die Solmisationssilben auf ihnen nicht ursprünglich zugeordneten Stufen verwendet werden. Diese als *musica ficta* bezeichnete Praxis muss dabei allerdings nicht automatisch zu einer Veränderung der Tonhöhe führen. Wird ein Hexachord auf einer anderen als den üblichen Stufen gebildet, muss noch immer die Reihenfolge von Ganz- und Halbtonschritten erhalten bleiben. Dies führt üblicherweise dazu, dass entweder die ‚mi‘-Stufe erhöht oder die ‚fa‘-Stufe erniedrigt werden muss, und damit eine Alteration stattfindet.<sup>53</sup> Grundsätzlich zeigte damit ein ♭ an, dass zwischen dem damit versehenen Ton und dem darunter nur ein kleiner Halbtonschritt

---

<sup>50</sup> Vgl. Ber87, S. 2–11.

<sup>51</sup> Vgl. Ber87, S. 20.

<sup>52</sup> Vgl. Ber87, S. 17.

<sup>53</sup> Vgl. Ber87, S. 12–13.

liegen darf. Ebenso zeigt das  $\natural$  einen kleinen Halbtonschritt zwischen dem damit versehenen Ton und dem darüber liegenden an. Diese Erklärung bezieht sich somit nicht auf die jeweilige Tonhöhe, sondern vielmehr auf den melodischen Kontext. So findet sich bei Ugolino von Orvieto auch die Variante, eine Erhöhung eines F durch ein davor befindliches  $\flat$  auf der Höhe von G anzuzeigen. Vor allem in späterer Zeit finden sich aber zunehmend mehr Definitionen, die die direkte Veränderung eines Tons beschreiben.<sup>54</sup> Zeitlich parallel zu diesem Definitionswandel zeigt sich auch ein allmählicher Wandel des Verständnisses des Tonsystems. So zeigt Karol Berger, dass im 15. Jahrhundert allmählich mit dem sich erweiternden Raum der *musica ficta* das Bild der Hand von einer Vorstellung abgelöst wird, die auf dem Monochord und der Klaviatur aufbaut.<sup>55</sup>

Ein Auflösungszeichen war in diesem Zuge weder notwendig noch bekannt, da sich  $\flat$  und  $\natural$  gegenseitig aufhoben.<sup>56</sup> Stattdessen wurde als drittes Zeichen noch das *diesis*-Zeichen  $\times$  unterschieden. Es wurde, obwohl es namentlich vom *b quadratum* zu unterscheiden ist, immer mit der gleichen Funktion wie  $\natural$  verwendet. Im 16. Jahrhundert versuchten einige Theoretiker die Funktion zu unterscheiden, indem sie forderten,  $\natural$  nur um h anzuzeigen zu verwenden,  $\times$  für die Modifikation aller anderen Stufen.<sup>57</sup> Laut Berger geht das Zeichen offensichtlich auf Marchettus von Padua zurück, der ein System drei verschiedener Halbtonschritte entwickelte, die alle aus dem Grundintervall der *diesis* zusammengesetzt sein sollten. Das Symbol nannte er *musica falsa* und es sollte den größten der drei Halbtonschritte, den ‚chromatischen‘ Halbtonschritt bezeichnen.<sup>58</sup> Dennoch verwendeten zahlreiche Theoretiker dieses Zeichen, ohne die damit einhergehende Funktion zu

<sup>54</sup> Vgl. Ber87, S. 17–18; Ben02, S. 16–17; Ben02, S. 73–74.

<sup>55</sup> Vgl. Ber87, S. 29–43.

<sup>56</sup> Vgl. Ber87, S. 19.

<sup>57</sup> Ber87, S. 20.

<sup>58</sup> Ber87, S. 22.

übernehmen, sondern setzten es vielmehr mit dem *b quadratum* gleich.<sup>59</sup> Neben den intern genutzten Zeichen waren auch Vorzeichnungen üblich, als „claves minus principales“ bezeichnet. Ein mit dem Schlüssel notiertes *b* zeigte an, dass *b fa* zu singen war. Ansonsten wurde die höhere Stufe *h mi* vorausgesetzt.<sup>60</sup> Während diese Vorzeichnungen für die Dauer des jeweiligen Systems gültig waren, herrschte unter den Theoretikern Uneinigkeit über die Gültigkeitsdauer der innerhalb des Systems verwendeten Akzidentien. Laut Prodocimus gelten diese nur für die jeweilig folgende Note, laut Tinctoris solange, wie das damit vorgezeichnete Hexachord gültig sei.<sup>61</sup>

Eine Besonderheit im Umgang mit Musikquellen des 15. und 16. Jahrhunderts liegt zudem darin, dass nicht alle Akzidentien tatsächlich notiert sind. Vielmehr lag es in der Verantwortung der Ausführenden, die Alterationen anhand des musikalischen Zusammenhangs auszuführen.<sup>62</sup> Diese Diskrepanz zur modernen Notation – Margeret Bent spricht davon, dass die Notationspraxis aus der modernen Perspektive als unterdefiniert gesehen wird<sup>63</sup> – führte dazu, dass es Teil der Editionspraxis Alter Musik ist, diese impliziten Alterationen als Empfehlungen hinzuzugeben. So bezeichnet der Begriff *musica ficta* im modernen Forschungskontext, neben dem Tonraum außerhalb des traditionellen Gamut, auch die Beschäftigung mit den ad-hoc ausgeführten Alterationen. Da es aber nicht möglich ist, konkrete und eindeutige Regeln hierfür festzulegen, wird der Diskurs zu diesem Thema besonders kontrovers geführt.<sup>64</sup> Dass die Musiktheorie diese Fragestellung selbst für Experten nicht zweifelsfrei beantworten konnte, zeigt auch eine Kontroverse, die in der Mitte des 16. Jahrhunderts an der Päpstlichen

---

<sup>59</sup> Ber87, S. 27.

<sup>60</sup> Ber87, S. 4.

<sup>61</sup> Vgl. Ber87, S. 19–20.

<sup>62</sup> Vgl. Ben02, S. 62; Ben02, S. 5–6.

<sup>63</sup> Vgl. Ben02, S. 36–37.

<sup>64</sup> Siehe Ben02, S. 1–33; Ber87, S. 43–48; Bla98; Urq16.

Kapelle geführt wurde, ob eine Stimme jetzt mit internen ♭-Symbolen oder einer Vorzeichnung zu versehen sei.<sup>65</sup>

Da somit die editorische Hinzugabe immanenter Alterationen eine Empfehlung darstellt, ist es im Rahmen des hier verfolgten Ansatzes nicht vertretbar, diese bei der Analyse zu berücksichtigen. Vielmehr steht eine Fokussierung auf die Dokumentation und Auswertung von Quellenbefunden dem entgegen. Entsprechend der methodischen Vorgaben kann lediglich eine Berücksichtigung der im Quellenmaterial ausdrücklich notierten Akzidentien erfolgen. Doch auch bei der Behandlung der tatsächlich notierten Akzidentien ist die Frage nach deren Geltungsbereich für den musikalischen Kontext zu bedenken. Eine von vornherein festgelegte Gültigkeitsspanne wie auch visuelle Zuordnung ist nicht festlegbar, sondern bedarf wiederum einer Abwägung anhand des Einzelfalles. Damit zeigt sich, dass auch der Übergang von der Betrachtung von Quellenakzidentien zur Berücksichtigung immanenter Alterationen fließend ist.

Zwar kann zumeist davon ausgegangen werden, dass ein systeminternes Akzidens sich ausschließlich auf die ihm folgende Note bezieht. Dennoch finden sich selbst beim Studium des hier betrachteten Quellenmaterials schnell Ausnahmen. So zeigt sich beispielsweise im zweiten Teil von ‚*Quis dabit capiti meo aquam*‘, dass das jeweils in Bassus und Altus notierte ♭ (siehe Abb. 5.6) nicht nur für genau die Note gelten kann, vor der es notiert ist. Die Tonwiederholung tritt in sämtlichen Stimmen auf und damit gilt die Notwendigkeit der Vermeidung des Tritonus mit dem Tenor für alle folgenden Noten derselben Höhe.

Auch zeigt sich, dass systeminterne Akzidentien nicht immer exakt vor der betroffenen Note notiert sein müssen (siehe Abb. 5.7). Zudem ist das hier notierte ♭ redundant zur Vorzeichnung, die explizit beide Oktaven betrifft.

---

<sup>65</sup> Siehe Ber87, S. 61–62; Loc65.

## 5 Anforderungen

---



Abbildung 5.6: Das  $\flat$  muss auch für die folgenden Noten auf gleicher Tonhöhe gelten. Übertragung des Bassus nach [FlorBN 232].

Damit ist offensichtlich, auch wenn das Akzidens nicht direkt vor dem  $b$  notiert ist, dass es sich auf dieses beziehen muss.



Abbildung 5.7: Das  $\flat$  ist vor dem  $a$  notiert, aber auf der Höhe des folgenden  $b$ . *M. D'ung aultr amer*, Kyrie, Bassus, Übertragung nach [ModD 4, f. 16r].

Zum Beginn des zweiten Teils von ‚Tu solus qui facis mirabilia‘ ist im Druck von Petrucci, [1503<sup>1</sup>], sowohl im Altus als auch im Bassus ein  $\flat$  notiert, das ebenfalls einen längeren Geltungsbereich abdecken muss, da ein identisches Motiv wiederholt wird aber nur ein Akzidens notiert ist. Die Wiederholung ist ohne Akzidentien notiert. Im Bassus befindet sich das  $\flat$  vor der betroffenen Note innerhalb des Motivs. Im Altus (siehe Abb. 5.8) befindet sich das  $\flat$  stattdessen am Beginn des Motivs. In beiden Fällen muss das Akzidens auch für die Wiederholung gelten, da auch die beiden anderen Stimmen jeweils ein Motiv wiederholen. Auffällig ist im Falle des Altus, dass der gesamte Verlauf sich innerhalb eines einzelnen Hexachordes bewegt und keine Mutation notwendig ist. Im Bassus trifft dies allerdings nicht zu, hier beträgt der Ambitus eine Oktave. Damit geht die Behandlung von Quellenakzidentien über die bloße Entscheidung für die Aussage eines Musiktheoretikers und gegen die Aussage eines anderen Musiktheoretikers hinaus und unterliegt bei jedem Einzelfall dem entsprechenden Kontext.



Abbildung 5.8: Das ♭ am Beginn ist kein *clavis minus principalis*, muss aber dennoch für die gesamte Phrase gültig sein. Übertragung des Altus nach [1503<sup>1</sup>].

Deutlich zeigt sich dies auch an einem Beispiel, das nicht dem hier behandelten Repertoire entstammt. Im Contratenor dieser Version von ‚Fortuna desperata‘ zeigen sich zwei Sonderfälle, die ebenfalls zu bedenken sind. So werden, wenn es nicht anders möglich ist, Akzidentien, die eine Note innerhalb einer Ligatur betreffen, auch hinter der Ligatur notiert (siehe Abb. 5.9a). Darüber hinaus ist dieses Akzidens redundant zur Vorzeichnung notiert. Ebenso ist aber auch die ungenaue, bzw. nicht korrekte, vertikale Positionierung eines Akzidens zu berücksichtigen. Abbildung 5.9b zeigt ebenfalls ein ♭. In diesem Fall ist das Akzidens aber wiederum vor der Ligatur notiert. Auch ergibt die Positionierung auf der Höhe eines *c* wiederum keinen Sinn, sondern vielmehr sollte die zweite Note der Ligatur zu einem *b* erniedrigt werden. Ein Bezug auf das der Ligatur folgende *c* ist auf jeden Fall nicht ersichtlich.



(a) Das ♭ bezieht sich auf das *b* (2. Note der Ligatur).



(b) Das ♭ vor der Ligatur ist auf falscher Höhe positioniert.

Abbildung 5.9: ‚Fortuna desperata‘, Bassus, in [PerBC 431, f. 85]; [siehe Mec01, Plate 3].

Ob diese Passage nun als Fehler zu deuten ist, oder – unter Einbeziehung der anderen Passage – als Teil einer laxen Notation von Akzidentien, stellt ein weiteres Beispiel für den methodischen Konflikt dar, der im Zuge eines auf den Quellentext zentrierten Vorgehens gelöst werden muss. Um die

Quelle als Untersuchungsgegenstand zu wahren, ist sowohl eine exakte Wiedergabe der visuellen Befunde wie auch der Verzicht auf Emendationen notwendig. Zur Dokumentation eines musikalischen Textes, wie er sich anhand einer Quelle zeigt, ist allerdings ein Mindestmaß an deutenden Eingriffen erforderlich. So kann auf keinen Fall eine pauschale Deutung notationsspezifischer Zusammenhänge erfolgen. Allein die Bestimmung des jeweiligen Geltungsbereiches eines notierten Akzidens muss dem Kontext entsprechend eine Einzelfallentscheidung sein. Dazu zeigen sich zudem die Abgrenzungsschwierigkeiten bei der Betrachtung dieses Themenkomplexes. Einerseits ist die Grenze zwischen Deutung notierter Akzidentien und die Berücksichtigung nicht notierter ad-hoc auszuführenden Alterationen fließend. Andererseits ist auch die Grenze zwischen Emendation und einer für das Verständnis des Textes notwendigen normierenden Lesefähigkeit immer wieder am jeweiligen Einzelfall zu verhandeln.

### 5.2.3 Text

Da es sich bei dem zu untersuchenden Repertoire ausschließlich um Vokalmusik handelt, ist auch die Frage des Umgangs mit dem unterlegten Vokaltext von Bedeutung – gleichzeitig sollen in diesem Zusammenhang aber auch die anderen Arten von Textbeigaben betrachtet werden. Als grobe Typisierung lassen sich zunächst folgende Formen voneinander abgrenzen:

- Vollständige Textunterlegung
- Zusätzliche unabhängige Strophen
- Incipits
- Textdirektiven

Zusätzliche Strophen sind nicht häufig, wenn sie auftreten, dann bei mehrstrophigem Repertoire wie beispielsweise Lauden. Üblicherweise ist die erste

Strophe der Musik unterlegt, weitere Strophen sind unabhängig davon als Text beigegeben. Im Rahmen der Kodierung können diese dokumentiert werden, in jedem Fall kann aber eine Zuordnung des Textes zur Musik nicht erfolgen, da diese Form interpretativer Leistung im methodischen Kontext nicht mehr vertretbar wäre. Daher muss, wenn dokumentiert, hier auch durch die Kodierung eine andere Qualität deutlich gemacht werden. Dies muss abhängig davon erfolgen, wie die logische Aufteilung der gesamten Kodierung gestaltet sein soll und welche Strategie für den Umgang mit unterlegtem Text gewählt wird.

Anstelle einer vollständigen Textunterlegung sind Incipits besonders häufig in den Tenorstimmen zu finden, aber auch in anderen Stimmen möglich. Lediglich die Cantusstimme ist üblicherweise vollständig textiert. Auch ist gerade in Messvertonungen, wo der gesungene Text bekannt ist, die Verwendung von Incipits üblich. Gerne sind diese auch an den jeweiligen Formabschnitten zu finden, oder es wird mit dem Incipit der Cantus firmus wiedergegeben. Deutlich wird, dass der Charakter von Incipits nicht dem von unterlegtem Vokaltext entspricht. Vielmehr kann hier von einem direktiven, bzw. identifizierenden Charakter gesprochen werden – bieten sie doch entweder Hilfe bei der strukturellen Orientierung oder eben weitere musikalisch relevante Informationen über die Komposition.<sup>66</sup> Auch hier gilt, dass, abhängig von der gewählten Kodierungsstrategie, die spezielle Qualität von Incipits deutlich werden muss.

Auch Direktiven sind nicht selten.<sup>67</sup> Im einfachsten Fall handelt es sich um die Anweisung, zu blättern – „*verte*“ –, wenn ein Stück auf der folgenden Seitenöffnung weitergeführt wird, oder die Anweisung, dass eine Stimme im jeweiligen Abschnitt stumm bleibt. Hier eröffnen sich zwei Themenkomplexe: Sollen diese Direktiven mit kodiert werden? Sie gehören

---

<sup>66</sup> Auch kann die Textierung des c.f. in Rot erfolgen, dann ist er klar als Rubrik zu identifizieren [vgl. Sch18, S. 89].

<sup>67</sup> Zu Paratexten vgl. auch Sch18, S. 89–93.



schließlich mit zur notierten Form. Im Gegensatz zu Vortragsbezeichnungen und textlich notierten Angaben zur Dynamik in modernem Repertoire, kann hier eher nicht konstatiert werden, dass es sich um die Notation musikalischer Parameter handelt – im Falle der „Tacet“-Anweisung das Fehlen einer Stimme an sich schon der relevante Befund, die Direktive instruiert die Ausführenden lediglich zusätzlich hierüber. Wie sollen die Direktiven kodiert und in der weiteren Formalisierung und Analyse überhaupt berücksichtigt werden? Zunächst einmal stellt sich im Rahmen der Kodierung die Frage, wie die Textdirektiven relativ zum Notentext positioniert werden sollen. Am einfachsten geschieht dies wohl über den direkten Verweis zu einem entsprechenden Objekt der Musiknotation, quasi als Anker. Andere Verweisformen, die MEI zur relativen Positionierung am musikalischen Text bietet, erfordern taktbasierte Musik.<sup>68</sup> Doch gerade die weitere Formalisierung und Analyse stellt die eigentliche Schwierigkeit dar, da es sich bei den Direktiven um ein anderes Zeichensystem handelt. Sollen, wenn eine formelle Darstellung der Notation oder den musikalischen Text gefunden ist, auch die Textdirektiven in einer Analyse berücksichtigt werden, erhöht sich die Komplexität um ein Vielfaches.

Allerdings können Textdirektiven in der polyphonen Musik des ausgehenden Mittelalters noch ein sehr viel höheres Maß an Komplexität erreichen. Nicht selten sind differenzierte Kanonanweisungen, wie sie beispielsweise in Dufays Missa ‚Se la face ay pale‘ in [VatS 14] auftreten. In der gesamten Messe wird der *Cantus firmus* im Tenor durch Kanonanweisungen manipuliert, z. B. bereits im Kyrie durch „Tenor crescit in duplo“<sup>69</sup> – „Tenor um das Doppelte augmentiert.“ Im Gloria erfolgt eine besonders detaillierte Kanonanweisung:

„Canon  
Tenor ter dicitur primo

---

<sup>68</sup> Siehe hierzu auch 6.1.

<sup>69</sup> VatS 14, f. 27v.

Quilibet figura crescit  
 in triplo 2° in duplo  
 3° ut jacet“<sup>70</sup>

Diese Anweisung besagt, dass die notierte Stimme drei Mal ausgeführt werden soll. Beim ersten Mal um das Dreifache augmentiert, beim zweiten Mal um das Doppelte augmentiert, beim dritten Mal wie sie notiert ist. Dazu ist die Stimme auf jeder der beiden Seitenöffnungen identisch notiert. Am Ende der Version auf der zweiten Seitenöffnung ist zudem ein Wiederholungszeichen notiert, um die dritte Wiederholung anzuzeigen. Im Credo verweist eine weitere Direktive darauf, die Stimme wie bereits im Gloria auszuführen:

„Et dicitur pro  
 Ut et in terra“<sup>71</sup>

Das Credo ist über drei Seitenöffnungen hinweg notiert. Auch hier ist der Tenor auf jeder Seitenöffnung in seiner Grundgestalt notiert.<sup>72</sup> In derartigen Fällen ergibt sich der musikalische Text überhaupt erst durch die Anweisung und den notierten *Cantus firmus*. Das schriftliche Notat ist somit eine kodierte Anweisung, anhand derer die musikalische Gestalt ausgeführt werden kann. Stellt sich aber die Frage des weiteren Umgangs, muss an diesem Punkt unwiderruflich entschieden werden, ob dem schriftlichen Notat oder dem musikalischen Text das Primat zukommt. Beide Formen wären mit <orig> (original) und <reg> (regularization) kodierbar, aber auch hier ist nicht ersichtlich, wie dann eine weitere Analyse beide Gestalten miteinander in Bezug setzen sollte.

Auch der vollständig dem Notensystem unterlegte Vokaltext ist nicht so ohne Weiteres nutzbar, wie er es im Fall modernen Notensatzes wäre. Das

<sup>70</sup> VatS 14, f. 29v.

<sup>71</sup> VatS 14, f. 31v.

<sup>72</sup> Vgl. auch Pla08, S. 41.

Verhältnis von Musik und Text in der Notationspraxis um 1500 entspricht nicht der genau definierten Textunterlegung wie sie in der modernen Notation üblich ist, wo zumeist eine direkte Zuordnung von Silbe zu Ton erfolgt. Vielmehr ist das in den Quellen dokumentierte Verhältnis ein sehr loses, das letztendlich die exakte Ausführung den Ausführenden überlässt. Die Silben sind zumeist nicht getrennt und eine deutliche graphische Zuordnung gibt es nicht.<sup>73</sup> Auch hier wäre ein Maß an interpretativer Leistung bei der silbengenauen Zuordnung nötig, das nicht vertretbar wäre. Stattdessen erscheint es in diesem Zusammenhang sinnvoller, die genauen optischen Befunde detailliert zu beschreiben, auch da hier weiteres Analysepotenzial liegt. Doch selbst die Beschreibung allein benötigt bereits ein äußerst komplexes System, lassen sich im Detail doch unterschiedliche Grade an Determiniertheit ausmachen. Zumeist kann recht problemlos eine Zuordnung auf der Basis von Phrasen erfolgen, ein Vers kann einer musikalischen Phrase zugeordnet werden. Hierdurch lassen sich jeweils Start- und Endpunkt einer ansonsten nur losen Verbindung festmachen. Innerhalb dieser Phrasen ist eine engere Zuordnung zumeist schwierig, aber nicht immer unmöglich. Unter bestimmten Gegebenheiten lassen sich darüber hinaus noch weitere Verbindungspunkte bestimmen.

Vor allem an Systemumbrüchen, aber nicht nur dort, lassen sich auch genauere Unterteilungen ausmachen. Wenn eine Phrase über einen Systemwechsel hinausreicht, kann die Position, an der Text und Musik den Umbruch vollziehen einander zugeordnet werden. Ab und an sind diese Systemumbrüche auch silbengenau. Und auch wenn die Notation der Textverse üblicherweise nicht in Silbenschrift, sondern in ganzen Worten erfolgt, finden sich wiederum Fälle, in denen sich einzelne Silben anhand größerer Abstände isolieren lassen. Ist der Verlauf der Musik an diesen Stellen entsprechend deutlich, lassen sich syllabische Unterlegungen identifizieren. In

---

<sup>73</sup> Vgl. hierzu auch Sch18, S. 84–88.

seltenen Fällen sind sogar auch innerhalb von Melismen einzelne Silben derart deutlich positioniert, dass sich daraus eine genaue Vorgabe ablesen lässt. In vielen anderen Fällen wiederum lassen sich durch eine optische Orientierung des Textes an der Musik, zumeist indem größere Abstände gelassen werden, dennoch keine genauen Zuordnungen vornehmen.<sup>74</sup> Hier ist dann nur eine Kongruenz mit einem Teil einer Phrase erkennbar, an welcher Note aber genau der Verbindungspunkt liegt, bleibt nicht zuordenbar.

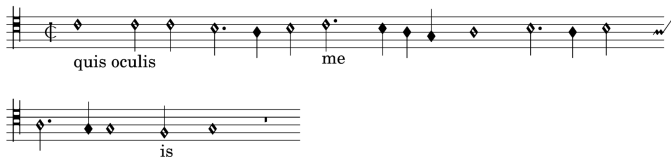


Abbildung 5.10: Im Tenor des ersten Teils ist das „meis“ deutlich in Einzelsilben geschrieben. Der Systemumbruch ist hier offensichtlich aber nicht der einzige Grund, da das „is“ erst unter die vorletzte Note der Phrase gesetzt wurde. ‚Quis dabit capiti meo aquam‘, Tenor Anfang, Übertragung von [FlorBN 232, f. 79v].

Eine Kodierung muss diesen Gegebenheiten Rechnung tragen, ebenso wie die weitergehende Prozessierung und Analyse. Denn letztendlich lässt sich festhalten, dass die Textunterlegung, wie sie in den Quellen vorzufinden ist, eben keine unmittelbare Zuordnung zulässt. Damit ist es unmöglich, den Text als bloße Eigenschaft der Musik zu modellieren. Vielmehr handelt es sich um zwei parallel verlaufende Informationsstränge, die über mehr oder weniger lose Verbindungspunkte verfügen.<sup>75</sup>

<sup>74</sup> Vgl. zur visuellen Kohärenz musikalischer Linien auch Sch18, S. 62–63.

<sup>75</sup> Aufgrund der Komplexität der erläuterten Teilprobleme wird die Betrachtung von Direktiven und der Unterlegung von Vokaltexen im weiteren Verlauf der Studie nicht weiter verfolgt.



## Kapitel 6

# Kodierung

### 6.1 Grundkonzepte der Modellierung von Musiknotation mit MEI

Die Kodierung des Quellenmaterials ist der erste Verfahrensschritt und somit von besonderer Bedeutung, da hier der Transfer vom physischen Objekt in dessen maschinenlesbare Repräsentation stattfindet. Um den methodischen Anforderungen gerecht zu werden, muss ein Kodierungsformat in der Lage sein, den Quellenbefund zu beschreiben. Hierzu ist es im Wesentlichen nötig, dass die Form der Notation unterstützt wird. Darüber hinaus müssen aber auch quellenspezifische Besonderheiten abbildbar sein. Die Richtlinien zur Kodierung von Musik der Music Encoding Initiative (*MEI*) erfüllen diese wesentlichen Anforderungen und bieten damit ein geeignetes Fundament. Bevor an dieser Stelle auf die eigentliche Kodierung des Quellenmaterials und die damit verbundenen Konkretisierungen der Guidelines im Detail eingegangen wird, sollen zunächst drei wesentliche Grundkonzepte von MEI erläutert werden, die auch die im Weiteren entwickelten Kodierungsrichtlinien anwenden: die Modularisierung als *document-encoding framework*, die eventbasierte Modellierung des musikalischen Textes und dessen Beschreibung durch vier semantische Domänen.

Seit der Version v2.0.0 (2012) hat sich der Ansatz von MEI von einer einzelnen statischen XML-Schemadefinition hin zu einem modularisierten und erweiterbaren „document-encoding framework“<sup>1</sup> entwickelt. Es werden Elemente anhand ihrer spezifischen Funktion in sog. Module eingeteilt, die sich in Customizations an- und abschalten lassen. Mit einem gemeinsamen Kern, dem sog. *MEI.shared*-Modul, werden grundsätzliche Konzepte bereitgestellt, die dann durch die anwendungsspezifischen Module ergänzt werden. Hierdurch lassen sich vielfältige, sehr heterogene Repertoires abbilden, in unterschiedlichen oder seltenen Notationsformen, bzw. repertoireabhängigen Spezialfällen. Auf diese Weise können auch für diese Einsatzbereiche Validierungsmöglichkeiten angeboten werden, ohne ein eigenständiges Kodierungsformat von Grund auf entwickeln zu müssen.<sup>2</sup> Die Verwendung von Customizations ist die empfohlene Nutzungsweise des Schemas. So werden zur Abdeckung moderner Notation, Neumen- und Mensuralnotation bereits vorgefertigte Schemaanpassungen angeboten, in denen jeweils das entsprechende Modul aktiviert ist, während die konkurrierenden Module inaktiv sind. Auch wenn es ein Schema gibt, das sämtliche Elemente von MEI erlaubt, wird von dessen Nutzung ausdrücklich abgeraten, wenn nicht explizit unterschiedliche Repertoires im selben Dokument validiert werden müssen.<sup>3</sup>

Durch diese Modularisierung ergibt sich so nicht nur die Unterstützung verschiedener Formen der Musiknotation und spezieller Repertoirebedürfnisse, sondern auch die Möglichkeit, gezielt die Kodierungen am Forschungsinteresse und den sich daraus ergebenden Konsequenzen anzupassen, und gleichzeitig eine starke interne Konsistenz zu wahren. Dennoch müssen hierbei einige Aspekte bedacht werden. Ein Korpus von Kodierungen kann durch einen hohen Grad an Anpassungen auch Kompatibilität mit ande-

---

<sup>1</sup> HPF11.

<sup>2</sup> Vgl. MEI.3.0; Eine detailliertere Ausführung inkl. Liste der vorhandenen Module findet sich in HPF11, S. 294–296.

<sup>3</sup> Vgl. MEI.readme3.0.

ren Kodierungen einbüßen. Im Falle rein restriktiver Anpassungen einer Customization, die lediglich den Vorrat an Möglichkeiten einschränken, ist dieses Risiko nicht gegeben, da nichts einer Validierung nach den weiter gefassten Basis-Customizations im Wege steht. Werden allerdings zusätzliche Elemente oder Attribute in den Anpassungen verwendet, sollte dies in möglichst geringem Maß erfolgen und die Grundstruktur so wenig wie möglich abgewandelt werden. Außerdem ist es, um eine Nachnutzung zu ermöglichen, angebracht, ein entsprechendes Script bereit zu stellen, das die Konvertierung in die nächstmögliche gängige Customization vornimmt. Auch wenn sicherlich Informationsverluste durch die Konversion zu erwarten sind, bleibt durch die Nutzung der gemeinsamen Grundbausteine dennoch ein Mehrwert.

Zur Modellierung des musikalischen Textes bedient sich MEI des Konzeptes der musikalischen ‚Events‘. Hierbei werden Noten, Akkorde und Pausen als sog. Basisevents (*basic events*) verstanden, die jeweils durch XML-Elemente dargestellt werden.<sup>4</sup> Dazu kommen andere Events, wie z. B. wechselnde Notenschlüssel, Custodes, Akzidentien oder Punkte. Für jedes Notationsformat gibt es eigene spezielle Events.<sup>5</sup>

Neben diesen Events bietet MEI sog. *control events*. Das sind Elemente, z. B. zur Darstellung von Dynamik, Bindebögen, Phrasierungen, die von Events abhängig sind<sup>6</sup> und zumeist auch mehr als ein Event beeinflussen. Die Verknüpfung von Event und Control Events geschieht über referenzierende Attribute, die Zählzeiten, visuelle Orientierung oder explizite Verweise auf Events sein können. Damit verfügt die logische/semantische Verbindung von Events und Control Events über eine andere Qualität als eine unmittelbare Verbindung, wie sie zwischen einem Objekt und dessen

---

<sup>4</sup> Vgl. MEI.3.0, Kap. 1.2.3.

<sup>5</sup> Sämtliche Elemente, die eine Funktion als Events erfüllen können, sind in MEI Member der Klasse *model.eventLike*.

<sup>6</sup> Control Events sind Member der Klasse *model.controleventLike*.



Eigenschaften herrschen. So führt die Verwendung von Control Events zu einem massiv steigenden Aufwand in der Prozessierung, bis hin zur Unmöglichkeit der Ausführung komplexer Operationen. Doch lassen sich auf diese Weise Sachverhalte strukturiert darstellen, die mit der reinen Verwendung von Objekt-Eigenschaftsbeziehungen nicht darstellbar wären. So kann die Verwendung von eigenständigen Elementen für Bindebögen mit zusätzlichen Informationen versehen werden, statt nur die bloße Existenz und logische Positionierung. Darüber hinaus können so auch Phänomene dargestellt werden, die nicht direkte Eigenschaften eines Events sein müssen, da Control Events ein begrenztes Maß an logischer Unabhängigkeit von den zugehörigen Events bieten.

Daneben gibt es noch weitere eigenständige Elemente für Akzidentien, Artikulation und Punktierungen, die weder Events noch Control Events sind, sondern zur weiteren Modifikation von Events dienen.<sup>7</sup> Diese bieten die Möglichkeit zur erweiterten Darstellung, wenn Attribute nicht ausreichen, weil beispielsweise optische Besonderheiten dokumentiert werden sollen.

Die Nutzung dieser Konzepte lässt sich exemplarisch besonders gut an der Modellierung Moderner Notation (*MEI.cmn*) beobachten. Aufgrund der Komplexität Moderner Notation, die neben der reinen Darstellung von Tonhöhen und Rhythmik, auch Dynamik, Phrasierung und andere Spielanweisungen – auch über Taktgrenzen hinaus – enthält, ist hier die Nutzung von Control Events insbesondere für die Darstellung von Ornamentierungen unumgänglich. Für die Kodierung hat sich die Konvention etabliert, Control Events als direktes Kindelement eines Taktes zu platzieren. Dabei geht es hier vor allem um eine bessere Lesbarkeit, da die Positionierung für die maschinelle Verarbeitung durch die erforderliche explizite Referenzierung der zugehörigen Events prinzipiell irrelevant ist.

---

<sup>7</sup> Sie sind Mitglieder der Klasse *model.noteModifierLike*. In MEI Version 4 gibt es darüber hinaus noch weitere Modifier-Klassen für Neumen und deren Komponenten [siehe MEI.4.0].



Abbildung 6.1: Beispiel: Events schwarz, Control Events rot, Modifier grün.

Für Mensuralnotation gibt es die speziellen Events `<ligature>` für Ligaturen, `<mensur>` für Messuren und `<proport>` für Proportionen, spezielle Control Events gibt es nicht. Generell ist die Zahl an relevanten Control Events eher gering; auch gibt es keine Konventionen für deren Positionierung. Lediglich `<dir>` (*directive*) scheint für die Kodierung von Textdirektiven naheliegend. Bedacht werden muss, dass die nicht vorhandene Taktstruktur des Repertoires die Zuweisung anhand von Zählzeiten unmöglich macht.<sup>8</sup> Stattdessen muss zur Verknüpfung mit Events die direkte Referenzierung durch Identifikatoren verwendet werden.<sup>9</sup>

Ein weiteres wesentliches Konzept, das MEI implementiert, ist die Modellierung mehrerer semantischer Domänen. Dieses Konzept wurde aus der Standard Music Description Language übernommen und dient weitestgehend der logischen Unterteilung der einzelnen Symbole anhand ihrer Funktion.<sup>10</sup> Hierbei werden vier Domänen unterschieden<sup>11</sup>:

„**logical domain**“: Beinhaltet den musikalischen Inhalt, entsprechend der ‚Intention des Komponisten‘.

„**gestural domain**“: Bezieht sich auf eine aufgeführte Interpretation der logischen Ebene.

<sup>8</sup> Hierdurch ist die Kodierung mit `@tstamp` (*time stamp*) und `@tstamp2` hinfällig.

<sup>9</sup> Unter Verwendung von `@startid` für den Beginn bzw. `@endid` für das Ende des Bereiches, mit dem das Control Event verknüpft sein soll.

<sup>10</sup> „[...] these domains remain useful for separating the functions of symbols within a music representation system“ [MEI.introduction].

<sup>11</sup> Siehe MEI.introduction; bzw. MEI.4.0, Kap. 1.2; ISO, Kap. 5.

„**visual domain**“: Umfasst Informationen über das Erscheinungsbild oder den Notensatz, z. B. Layout und genaue Positionierung von Symbolen.

„**analytical domain**“: Enthält Kommentare und Analysen der anderen semantischen Ebenen des kodierten Dokuments.

Hierbei wird darauf Wert gelegt, dass die beschriebenen semantischen Ebenen keine Neuentwicklung von SMDL sind, sondern vielmehr der Musikpraxis implizit sind. Vielmehr dient diese Explizitmachung dieser Bedeutungsebenen einer genaueren Beschreibung von Abstraktionen und Konventionen.<sup>12</sup>

Die in MEI übernommene bewusste Trennung dieser semantischen Domänen führt so zum einen zu einer erhöhten Komplexität des Kodierungsschemas, ermöglicht zum anderen aber erst die deutliche Abgrenzung verschiedener Bedeutungsebenen voneinander. Während die XML-Elemente, die einzelnen Objekte einer Kodierung, bis auf wenige Ausnahmen<sup>13</sup> nicht diesen Ebenen zugeordnet werden, sind hauptsächlich die Attribute, die diese Objekte näher beschreiben, den einzelnen Domänen zuzuordnen und auch entsprechend in Attributklassen zusammengefasst. Gerade bei einem so zentralen Element wie `<note>` zeigt sich der Wert dieser Zuordnung. Während die logische Ebene die abstrakt musikalischen Informationen subsumiert, beinhalten die gesturalen Attribute aufführungsrelevante – und häufig auch implizite – Abweichungen dieser logischen Informationen. Die visuelle Domäne vereint Informationen über die genaue optische Darstellung des jeweiligen Notensymbols. Die analytische Domäne bietet die Möglichkeit zusätzliche analytische Angaben zu machen, wie beispielsweise die Darstellung von Bezügen zwischen einzelnen Objekten.

---

<sup>12</sup> Vgl. ISO, Kap. 5.

<sup>13</sup> Ausnahmen bilden hier beispielsweise die Milestones `<pb>` (*page break*) und `<sb>` (*system break*) zur Markierung von Seiten- und Systemumbrüchen.

<b>Logical</b> <i>att.note.log</i>	<b>Gestural</b> <i>att.note.ges</i>	<b>Visual</b> <i>att.note.vis</i>	<b>Analytical</b> <i>att.note.anl</i>
@accid (accidental)	@accid.ges	@color	@copyof
@artic (articulation)	@artic.ges	@head.fill	@corresp (correspond)
@dur (duration)	@dur.ges	@ho	@sameas
@pname (pitch name)	@pname.ges	@stem.dir	@synch (synchronous)

Tabelle 6.1: Beispiel: Attribute von <note> gruppiert nach ihrer Zugehörigkeit zu den jeweiligen semantischen Domänen. Dargestellt ist eine Auswahl von Attributen.

## 6.2 Semantische Ebenen der quellenbasierten Kodierung von Mensuralmusik

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die diplomatische Wiedergabe von Quellen nicht das Hauptanliegen von MEI darstellt. MEI ist vielmehr multiparadigmatisch ausgerichtet und die Guidelines bieten Instrumentarien, die eine Vielzahl von Anliegen abdecken. Ebenso ist zu bemerken, dass die Nutzung von MEI für die Kodierung weißer Mensuralnotation sowie das Anliegen der Beschreibung von Quellenbefunden jeweils für sich alleinstehend nicht mit großen Schwierigkeiten verbunden sind. Gleichzeitig ist auf einen noch andauernden Diskurs zur konkreten Umsetzung von Mensuralnotation in MEI hinzuweisen, der hier zwar nicht ausführlich wiedergegeben werden kann, aber dennoch zu thematisieren ist, insofern einerseits für eine Reihe von Anwendungsszenarien noch Lösungen fehlen und andererseits auch die Dokumentation noch der Revision bedarf.<sup>14</sup> So muss festgestellt werden, dass die Umsetzung einer Kodierung entsprechend der genannten Kernanforderung – die möglichst getreue Dokumentation des Quellenbefundes –

<sup>14</sup> Im Zusammenhang mit Repertoire des 14. Jahrhunderts merken beispielsweise Stinson und Stoessel noch Entwicklungsbedarf an [vgl. SS14, S. 616].

tatsächlich einen Fall darstellt, der nicht ohne weitere Diskussion bleiben kann. Vielmehr erzeugt die Verquickung des Anliegens der quellengetreuen Kodierung von Mensuralnotation mit den bereits diskutierten methodischen Bedingungen<sup>15</sup>, die die Nutzung der Kodierungen für eine weitere Analyse mit sich bringt, ein Spannungsfeld, das zunächst einer grundsätzlichen Einordnung bedarf, bevor konkrete Leitlinien für die Kodierung entwickelt werden können. In erster Linie betrifft dies die Abgrenzung der jeweiligen semantischen Domänen.

Wie den bisherigen Ausführungen zu entnehmen ist, können Quellenbefunde aus zahlreichen Gründen mehrdeutig bleiben.<sup>16</sup> Eine Auflösung dieser Ambiguitäten ist methodisch im vorliegenden Kontext nicht zweckmäßig, da hierdurch nicht mehr gewährleistet wäre, dass der Untersuchungsgegenstand dem Verfahren zugänglich bleibt. Würden an dieser Stelle methodische Abstriche gemacht, ließe sich nicht mehr gewährleisten, dass die Ergebnisse den Zielvorgaben entsprechen. Und da hier die wesentliche Schnittstelle liegt – die Transformation vom Quellenobjekt in dessen maschinenlesbare Beschreibung – muss gerade bei der Kodierung die hierfür erforderliche Sorgfalt walten. Dementsprechend ist es unabdingbar, mit der Kodierung die zuvor genannten quellenspezifischen Anforderungen zu erfüllen und zwar in einer Form, die den Befund in seinen ihm spezifischen Eigenarten beschreibt und nicht über ihn hinausgeht. Letzteres stellt somit die wesentliche Unterscheidung dar, die im Rahmen der beschreibenden Kodierung einer Quelle im Vergleich zu einer Kodierung im Sinne einer digitalen Edition erfolgen muss. Wo die Edition sich primär mit dem musikalischen Text beschäftigt und zugunsten dessen Kohärenz Eingriffe gewährt, muss die beschreibende Kodierung, wenn die zugrundeliegende Quelle es nicht anders zulässt, auch auf Kosten der musikalischen Konsistenz erfolgen.

---

<sup>15</sup> Siehe 5.1.

<sup>16</sup> Vgl. 5.2.

Im Rahmen der Kodierung von Mensuralnotation ist, wie bereits erwähnt wurde, zu konstatieren, dass dieses Modul in seiner Abdeckung von Szenarien und Problemstellungen noch nicht an das zur Kodierung moderner Musiknotation (*common music notation*) heran reicht. Durch ein zunehmendes Interesse in der Community kann davon ausgegangen werden, dass die Entwicklung voranschreitet, allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Entwicklungen in diesem Bereich derzeit noch nicht als abgeschlossen gelten können. Insofern stellen die hiesigen Ausführungen nicht einen grundsätzlichen Modus Operandi für den Umgang mit Mensuralmusik in Verbindung mit MEI dar, sondern sind insbesondere durch den bereits erläuterten methodischen Kontext geprägt.

Ziel des Moduls *MEI.mensural* ist es, Mensuralmusik entsprechend ihrer eigenen Qualität umzusetzen und nicht als durch einen abweichenden Zeichenvorrat maskierte moderne Notation. Da mensurale Musik nicht taktgebunden ist, verzichtet *MEI.mensural* bei der Strukturierung auf das `<measure>`-Element zur Darstellung von Takten. Ebenso werden die Definition der Taktart wie auch Taktzeichen durch die Verwendung von Messuren und Proportionen ersetzt. `@dur` enthält einen neuen Wertevorrat, der die mensuralen Notenwerte abbildet.<sup>17</sup> Die Darstellung der tatsächlichen Notendauer nach der Anwendung der Regeln zur Alteration und Imperfektion sollen durch die Modifikation der betroffenen `<note>`-Elemente geschehen. Mit den Attributen `@num` und `@numbase` sollen die tatsächlichen rhythmischen Proportionen angegeben werden.<sup>18</sup> Damit wird der Mechanismus zur Notation von Dauern derart implementiert, dass die als Werte von `@dur` definierten Notentypen lediglich nominelle Dauern angeben. Die tatsächliche relative Dauer ergibt sich erst durch Berücksichtigung der Modifikation. Ligaturen werden durch ein eigenes Element

---

<sup>17</sup> Hierzu wurde der Datentyp *data.DURATION.mensural* definiert, der als Werte die mensuralen Notentypen beinhaltet. Siehe auch 5.2.2.

<sup>18</sup> Vgl. MEI.3.0, Kap. 5.1.1.

abgebildet, das die in der Ligatur vereinten Noten als Kindelemente enthält. Ebenso sind Empfehlungen über die Verwendung von Akzidentien und Punkten als eigenständige Events innerhalb von `<layer>` angedacht, statt sie wie Modifier als Kindelemente von `<note>` zu verwenden.<sup>19</sup> Ebenso zu bemerken ist der Unterschied zwischen der Kennzeichnung semantisch relevanter Colorierung im Gegensatz zur Färbung einer Note. Die semantische Colorierung wird mit dem Attribut `@colored` umgesetzt, um damit explizit die Änderung von rhythmischen Werten auszudrücken. Die Farbe einer Note wird dagegen mit `@color` definiert, das Aussehen des Notenkopfes üblicherweise mit `@head.color` bzw. `@head.fill`. Damit implementiert das Modul im Vergleich zur modernen Musiknotation nicht nur neue Elemente wie Ligaturen, Messuren und Proportionen und die Organisation musikalischer Ordnung außerhalb einer Taktstruktur, sondern auch das lose Gefüge von Notentypen und relativen Notendauern.

Dennoch zeigt sich auch, dass die Unterstützung der Mensuralnotation in Version 3.0.0 in einigen Punkten noch nicht vollständig umgesetzt wurde.<sup>20</sup> Auf diesem Stand treten bei der Nutzung der Customization für Mensuralnotation noch Schwierigkeiten praktischer und semantischer Natur auf, die auch für die Kodierung von Quellenmaterial berücksichtigt und gelöst werden müssen. So ist die detaillierte Formulierung des Verhältnisses zwischen nomineller und tatsächlicher Dauer noch nicht vollständig in die Guidelines eingeflossen. Insbesondere die Dokumentation der konkreten Anwendung von `@num` und `@numbase` zur Modifikation der konkreten Notendauern bedarf noch der Revision. Die Guidelines erläutern ein Verfahren, das Dauern im Vergleich zu einer Ganzen Note angibt, das in der Mensural Interest Group bereits diskutiert wurde, aber noch nicht in die

---

<sup>19</sup> Vgl. MEI.2.1.1, S. 114–115.

<sup>20</sup> Im November 2018 wurde die Version 4.0.0 veröffentlicht. Die Kodierungen wurden noch mit Version 3.0.0 durchgeführt, daher beziehen sich die Ausführungen vorrangig auf diese Version.

Guidelines eingeflossen ist.<sup>21</sup> Aus diesem Grund wird in den folgenden Kodierungsrichtlinien das gewählte Verfahren genau definiert.<sup>22</sup>

Auch erlaubt die Kodierung von Mensuren prinzipiell die Angabe der logischen wie auch der visuellen Domäne, indem neben @tempus, @prolatio, @modusminor und @modusmaior auch das Zeichen, seine Orientierung und Modifikationen festgehalten werden können.<sup>23</sup> Doch lassen sich Proportionen nur logisch anhand der Modifikation, die sie anzeigen, mit @num und @numbase kodieren. Es ist derzeit nicht möglich, das verwendete Zeichen in seiner Gestalt in einem Umfang zu beschreiben, wie es bei <mensur> der Fall ist – es ist lediglich grundsätzlich möglich auf externe oder selbst definierte Zeichen für Elemente zu verweisen. Ebenso ist es nicht möglich, konkret anzugeben, auf welchen Notentyp die Proportion angewendet werden soll, sofern keine gleichmäßige Modifikation der Dauern erfolgt. Derartige Beziehungen zwischen der verwendeten Notationsweise und ihrer semantischen Bedeutung sind allerdings für die Umsetzung der methodischen Anforderungen in den Kodierungen absolut notwendig, insofern es notwendig ist, hier historischen Entwicklungen unterworfenen Konventionen zu dokumentieren.<sup>24</sup> Deshalb ist eine Klärung dieser Verhältnisse im Rahmen dieser Arbeit notwendig.

Neben diesen sehr konkreten praktischen Spezifika ist zudem noch ein konzeptioneller Aspekt anzuführen. Wenn man das dargelegte Konzept mehrerer semantischer Domänen in notierter Musik und deren Interpretation weiterführt, zeigt sich, dass diese Ebenen zwar grundsätzlich auch in der Mensuralmusik vorhanden sind, allerdings zum einen deutlich ausdifferenziert werden und zum anderen etwas modifiziert werden müssen, um ein

---

<sup>21</sup> Vgl. MEL.3.0, Kap. 5.1.1; mensuralIG.

<sup>22</sup> Siehe 6.3.

<sup>23</sup> Die Kodierung von Mensuren mit mehreren Mensurzeichen ist derzeit noch nicht möglich. Ein Verfahren hierfür wird ebenfalls diskutiert.

<sup>24</sup> Vgl. zur Umsetzung von Proportionen und deren historischen Entwicklung 5.2.2, bzw. 7.3.2.



klares Bild zu ergeben. Die analytische Domäne sei an dieser Stelle zunächst ausgeklammert, da man hier im weitesten Sinne von einer zusätzlichen Domäne sprechen kann, die sich auf die anderen drei Domänen bezieht. Allerdings benötigt das Verhältnis von visueller, logischer und gesturaler Domäne in Bezug auf mensurale Musik eine Klärung. Das Domänenmodell ist zwar prinzipiell abstrakt, so wie es allerdings in der Definition von SMDL beschrieben ist und damit auch MEI zugrunde liegt, ist ihm aber doch eine moderne Perspektive inne, die nicht ohne Weiteres zu übertragen ist.

Die Beschreibung der logischen Domäne als „Intention des Komponisten“<sup>25</sup> kann für den zeitlichen Rahmen des 15. und 16. Jahrhunderts nur eingeschränkt angewandt werden. Wie Boorman erläutert, gibt es in der Musik um 1500 nicht „den einen Text“<sup>26</sup> und auch nicht die „Intention des Komponisten“<sup>27</sup> in dieser Form. Eine derartig stabile Vorstellung eines Werkes entspricht nicht der Musikkultur des 15. und 16. Jahrhunderts und damit muss auch die logische Domäne in dieser Hinsicht einem anderen Maßstab unterworfen werden. Auch die Definition der logischen Domäne als „abstrakte Information, die sowohl visueller als auch gesturaler Domäne gemein ist“<sup>28</sup>, führt zu Schwierigkeiten, da das Verhältnis zwischen schriftlich fixierter Musik und Ausführung ein anderes ist als im Falle moderner Notation.<sup>29</sup> Ebenso wurde bereits deutlich<sup>30</sup>, dass der Mensuralnotation

---

<sup>25</sup> Vgl. ISO, Kap. 5.1.

<sup>26</sup> „The problem facing the textual critic of early music is therefore that there is no text to criticise, and no value (in these terms) to the surviving variants. In the case of major changes, of different versions, we confront problems that have been discussed outside music. In music, too, we sometimes have to adopt a position in which the two versions are equally valid“ [Boo81b, S. 175].

<sup>27</sup> „It may be that the concept of more than one ‚author’s version‘ must be accepted as generally valid for music, both because of cases like this, and as a result of a situation in which we can not assume that the composer had a fixed preference for many of the details (or even the larger aspects of his work)“ [Boo81b, S. 175].

<sup>28</sup> Vgl. ISO, Kap. 5.1.

<sup>29</sup> Zum Problem der Übersetzung vgl. Ben02, S. 219–239.

<sup>30</sup> Vgl. 5.2.2.

ein sehr viel höheres Maß an Kontextabhängigkeit zu eigen ist, als es der Modernen Notation zugrunde liegt.

Vielmehr zeigt sich, dass beim Leseprozess von Mensuralnotation ein zusätzlicher Verständnisschritt nötig ist. So können die drei hier thematisierten semantischen Domänen, auch wenn sie gleichzeitig existieren und sich strukturiert adressieren lassen, zudem als prozesshafte Struktur verstanden werden, die einen Lese- und Verständnisvorgang beschreiben. Dieser beginnt auf der Ebene des visuellen Zeichens an sich, ohne jegliche Deutung. Die Zeichen lassen sich beschreiben, in ihrer Form, Farbe, ihrer Relation zueinander und den dabei eingehaltenen Abständen. Diese Art Information wird auch in der visuellen Domäne berücksichtigt. Der logischen Domäne liegt bereits die Deutung dieser Zeichen zugrunde. Das metrische Gefüge, die Tonhöhen, Artikulation und Dynamik sind derart klar, dass eine mentale Vorstellung existiert, die dann die Grundlage für eine Ausführung bildet.

Nun ist es aber der Mensuralnotation eigen, dass mit dem Erkennen und Deuten der einzelnen Zeichen eben noch keine vollständige mentale Vorstellung erreicht ist. Das Erschließen der tatsächlich zu intonierenden Tonstufe ist dabei ebenso kontextabhängig wie die Notation der Zeiteinheiten. In diesem Kontext soll, da die Flexion der Tonhöhen ein weitaus spezielleres Problem darstellt<sup>31</sup>, der Fokus auf dem zuletzt genannten Aspekt liegen. Die Notation des Rhythmus, des metrischen Gefüges und der Tondauern, bedarf durch die starke Kontextabhängigkeit eines mehrschrittigen Verständnisprozesses. In der Modernen Notation kann mit der Klassifikation einer Note, beispielsweise als Viertelnote, in Bezug zur herrschenden Taktart bereits eine Aussage über die relative Dauer dieser Note ausgesagt werden. Die Mensuralnotation lässt dies nicht so einfach zu. Hier werden die Noten ihrer Gestalt nach klassifiziert, als Einzelnoten oder im Verbund mit anderen Noten als Ligatur; ebenso wird festgestellt, ob eine Note

---

<sup>31</sup> Siehe 5.2.2.

zusätzlich zu ihrem Notentyp als coloriert zu klassifizieren ist. Auch das Mensurzeichen wird entsprechend klassifiziert und daraus eine Aussage über die vorherrschenden Teilungsverhältnisse *Tempus*, *Prolatio* und *Modus*, bzw. *Maximodus* abgeleitet. Erst auf dieser Grundlage lassen sich nun Punkte als *punctum augmentationis* oder *punctum divisionis* klassifizieren, Alterations- und Imperfektionsregeln anwenden und damit eine Aussage über die relative Dauer von Noten und Pausen treffen. Dieser Zweischritt ist der Mensuralnotation damit semantisch inhärent.

Am Beispiel der verschiedenen Aspekte der Kodierung von Dauern in MEI kann dieses Verhältnis deutlich gemacht werden: Während in der Modernen Notation mit @dur die logische Klassifizierung des Symbols angegeben wird, kann mit @dur.ges die tatsächlich auszuführende absolute Dauer beispielsweise in MIDI clicks oder Sekunden definiert werden.<sup>32</sup> Im Falle der Mensuralnotation wird durch @dur (und @colored) eine nominelle Klassifizierung vorgenommen, die dann mit Hilfe von @num/ @numbase als relative Dauern normalisiert werden. Erst diese Normalisierung steht dann in direktem Bezug zur absoluten Dauer, die mit @dur.ges kodiert wird.

Damit lässt sich dieser isolierte Deutungsschritt auch fest mit einem Vorrat an Attributen adressieren und kann damit als eigene quasi *symbolische* Ebene beschrieben werden. Mit diesem Konzept, spezifisch für die Modellierung von Mensuralnotation, lässt sich zudem im Zuge der größeren hier behandelten Fragestellung das mehrdeutige Verhältnis von Notation und musikalischer Bedeutung besser beschreiben, nämlich als Beziehungsgeflecht

---

<sup>32</sup> „@dur.ges (optional) Records performed duration information that differs from the written duration. Its value may be expressed in several forms; that is, ppq (MIDI clicks and MusicXML 'divisions'), Humdrum \*\*recip values, beats, seconds, or mensural duration values“ [MEI.3.0, Attribute Class: att.duration.performed]. In Version 4.0.0 wurden dedizierte Attribute für die Kodierung absoluter Zeitdauern eingeführt und @dur.ges ist explizit für dieselben Datentypen wie @dur vorgesehen [MEI.4.0, att.duration.gestural].

zwischen visueller Darstellung, symbolischer Klassifizierung und logischer Bedeutung. Darüber hinaus drängt sich die Frage auf, wie inhärent diese symbolische Ebene der musikalischen Logik ist und wie groß ihr Anteil im Musikverständnis des 15. und 16. Jahrhunderts ist. Sicherlich zeigt sich gerade auch an Phänomenen der musikalischen Schriftkultur wie den bereits erwähnten komplexen Kanonanweisungen<sup>33</sup> bis zur Gattung des Rätselkanons, dass ein Spiel mit Verschlüsselung und komplexen Deutungsprozessen der Musikkultur des 15. und 16. Jahrhunderts zu eigen ist. Ebenso sollte bedacht werden, dass ein Zeichensystem üblicher Weise die Logik dessen mit abbildet, das es darstellen soll. In dieser Hinsicht ist es naheliegend, dass das stark kontextbezogene System musikalischer Zeiteinteilung mit sämtlichen Besonderheiten wie Coloration, Alteration und Imperfektion dem rhythmischen Verständnis innewohnte und nicht nur Teil eines vermeintlich überkomplexen Zeichensystems war. Insofern kann eben genau diese Dichotomie zwischen symbolischer Klassifizierung und logischer Bedeutungsebene als inhärenter Bestandteil der Musikpraxis betrachtet werden. Die Isolierung der symbolischen Ebene als Bestandteil einer logischen Domäne dient hierbei letztendlich vor allem der Beschreibung dieser Dichotomie und vor allem der Vergegenwärtigung dieses Beziehungsgeflechts im Rahmen der formalisierten Beschreibung von Musiknotation.

## 6.3 Kodierung als Beschreibung mensuraler Musikquellen

Wie im Kapitel zu den methodischen Anforderungen<sup>34</sup> dargestellt wird, steht die Erfassung der Quellengestalt im Zentrum der Kodierung. In diesem Sinne muss die Kodierung ihrem grundsätzlichen Anliegen somit dem Grundsatz einer diplomatischen Quellenkodierung folgen. Ein editorisches

---

<sup>33</sup> Siehe 5.2.3.

<sup>34</sup> Siehe 5.1.

Vorgehen, im Sinne der Erarbeitung eines Textes auf der Basis der vorliegenden Textzeugen, ist aus diesem Grund deutlich auszuschließen. So ist klar, dass jede Quelle einzeln und vollständig kodiert wird und nicht eine gemeinsame Kodierung angefertigt wird, die sich an den entsprechenden Stellen gemäß der Varianten ausdifferenziert, wie es im Rahmen der digitalen Edition üblich ist. Andernfalls würde ein wesentlicher Teil der Analyse, die Kollation, vorweggenommen werden. Auch muss dementsprechend die Quellengestalt Teil der Kodierung sein, wie sie in ihren Eigenarten im Abschnitt zu den quellenspezifischen Anforderungen geschildert sind.<sup>35</sup>

Diesem Leitgedanken entspricht auch die Behandlung der Notation in der Kodierung. Ein wesentliches Interesse liegt in der Erfassung dessen, was im vorherigen Abschnitt als *symbolische Ebene* eingeführt wurde. Sie kommt der *notierten Form* einer Quelle am nächsten. Der normalisierende und interpretative Einfluss ist hier auf ein Mindestmaß reduziert, da noch keine Kontextualisierung des Notats hin zu einem sinnhaften musikalischen Text erfolgt. Das Regelgerüst, das den Entscheidungen bei der Kodierung zugrunde liegt, ist einfach und vermeidet eine tiefer gehende Miteinbeziehung von Entscheidungen, die dem musikalischen Kontext zugrunde liegen. Die Klassifikation einer Note als coloriert stellt hier eine Ausnahme dar, die sich nicht in einer praktikablen Weise vermeiden lässt. Aus dieser Konsequenz bei der rein visuellen Information zu verharren, würde zum einen die Beschreibung unnötig aufwendig gestalten – bliebe nur die Beschreibung der Noten aufgrund ihrer Form und Füllung –, zum anderen ist die Entscheidung nur in einem Fall (*Minima vs. Semiminima*) problematisch. Eine Normalisierung auf der Basis der direkten Umgebung erscheint hier als sinnvoll. Eine weitere Ausnahme bilden Mensur- und Proportionszeichen. So lassen sich Mensur- und Proportionszeichen nicht grundsätzlich eindeutig klassifizieren, da es möglich ist dieselbe Mensur

---

<sup>35</sup> Siehe 5.2.1.

durch mehr als ein Zeichen darzustellen. Oftmals manifestieren sich hierin regionale Unterschiede. Während beispielsweise das *tempus imperfectum diminutum* üblicherweise durch ein  $\Phi$  angezeigt wird, kann in deutschen Quellen auch ein gespiegelter Halbkreis ( $\ominus$ ) die Diminuiierung eines *tempus imperfectum* darstellen.<sup>36</sup> Ebenso können auch Proportionszeichen mehrdeutig sein, weshalb beispielsweise eine *proportio tripla* und eine *proportio sesquialtera* mit dem gleichen Zeichen angezeigt werden kann.<sup>37</sup> Aufgrund dessen ist es notwendig, in bestimmten Fällen auch die *visuelle Domäne* in der Kodierung mit zu berücksichtigen.

Darüber hinaus kann eine prinzipielle Bedeutung der *logischen Domäne* nicht ausgeschlossen werden, da sie eine wesentliche Rolle für die Klassifizierung von Varianten und deren damit verbundenem Wert für die Filiation spielt.<sup>38</sup> Insofern erfordert die Frage nach den einer Filiation zugrunde zu legenden Parametern auch die Einbeziehung dieser Dimension. Wie aber bereits deutlich wurde, adressiert die Beziehung zwischen den semantischen Domänen die Spezifika der Mensuralnotation besonders stark, sodass hier die notationsspezifischen Ambiguitäten wesentlich zu Buche schlagen. Es kann darum bei der Miteinbeziehung der logischen Dimension nur darum gehen, das Quellenmaterial in seiner Struktur aus sich selbst heraus zu beschreiben und zu erklären. Die Notation wird hierbei entsprechend ihres historischen Hintergrundes im Rahmen der durch den Kodierungsansatz festgelegten Leitlinien dokumentiert und interpretiert.<sup>39</sup> Damit geht es ganz klar um die historische Einordnung von Quellen und die Anwendung des notationsspezifischen Wissens. Zum Teil ist aber die logische Dimension im

---

<sup>36</sup> Vgl. Bus93, S. 31–32.

<sup>37</sup> Vgl. S. 247.

<sup>38</sup> So lässt sich die Definition substantieller Varianten weitestgehend analog zu einer logischen Dimension verstehen. Siehe 2.1 bzw. 6.1.

<sup>39</sup> Interpretation ist in diesem Zusammenhang nicht im hermeneutischen kontextualisierenden Sinne gemeint, sondern vielmehr im analytischen Sinne: Es geht um die Anwendung eines klar festgelegten Regelapparates auf eine Aussage, im konkreten eine Symbolkette.

Falle mensuraler Quellen nicht ohne Weiteres zu entwickeln. So muss diese letztendlich zwar Beachtung finden, kann aber aufgrund anderer methodischer Entscheidungen nur eingeschränkt zugänglich gemacht werden. Große Probleme ergeben sich beispielsweise in der Behandlung von Fehlern oder anderweitig korrumpierten Passagen, die zum Teil derart gravierend sein können, dass sich ein nach satztechnischen Maßstäben ‚funktionierender‘ Text überhaupt nicht mehr erschließen lässt.<sup>40</sup>

Aus diesen genannten Gründen soll sich die Kodierung zwar im Wesentlichen an der symbolischen Dimension orientieren, muss aber darüber hinaus auch logische und visuelle Informationen mit einbeziehen: Zum einen die logischen, um dem musikalischen Deutungshorizont gerecht zu werden, zum anderen aber auch die visuellen, um dem Quellenbefund auch in den Passagen treu zu bleiben, die keine direkte und eindeutige Klassifikation ermöglichen. Die weitere Auseinandersetzung mit diesem Spannungsfeld von visueller, symbolischer und logischer Dimension erfolgt im Rahmen von Formalisierung und Analyse. Die Kodierung bildet hierbei allerdings den wesentlichen Grundstein, da hier die notwendigen Informationen bereitgestellt werden müssen.

Leitlinien und Regelsystem dieses Kodieransatzes<sup>41</sup> dienen als methodische Bestandteile zum einen der Kompatibilität mit darauffolgenden Prozessierungen und Analysen, zum anderen aber auch ganz klar der Objektivierung. Auch wenn eine Kodierung immer zu gewissen Teilen subjektiven Einflüssen unterlegen ist, gilt es diese, insbesondere wenn die Kodierung manuell erfolgt, so klein wie möglich zu halten. Sofern die Möglichkeiten gegeben sind, würde dies in größeren Kontexten beispielsweise die Einhaltung eines Vier-Augen-Prinzips beinhalten. Auf jeden Fall sollten kritische Passagen entsprechend erläutert, ausführlich kodiert und auch diskutiert werden. Ge-

---

<sup>40</sup> Siehe hierzu 5.1.1.

<sup>41</sup> Im Rahmen der Kodierungsarbeiten wurde eine entsprechende MEI Customization von der Autorin entwickelt.

naue Vorgaben zur Validität der Kodierungen, welche Elemente in welchem Kontext verwendet werden dürfen und welche Attribute zu genauer Beschreibung erlaubt sind, sind Teil der entsprechenden Schemaanpassungen. Da diese allerdings sehr streng formalisiert den möglichen Inhalt der XML-Dateien festlegt, kann dies nicht alleine als Kodierungsgrundlage dienen. Dazu ergänzend bieten die folgenden Leitlinien Entscheidungsgrundsätze, die im konkreten Umgang mit dem Quellenmaterial als Orientierungshilfe dienen sollen. Dass darüber hinaus für die Kodierung Kenntnisse der Mensuralnotation erforderlich sind, wie sie in der gängigen Fachliteratur zur Notationskunde Erläuterung finden, wie auch Kenntnisse über den Umgang mit mensural notierten Quellen des Zeitraums von ca. 1470 bis ca. 1530, erklärt sich von selbst.

**Semantische Ausdrücklichkeit** Es muss explizit dargelegt sein, welcher semantischen Domäne eine Eigenschaft entstammt. Dies stellt im Wesentlichen eine Aufgabe im Rahmen der Entwicklung und Dokumentation von Kodierungskonventionen dar. Nur so kann im Kodierungsprozess die notwendige Transparenz gewährleistet werden, die es überhaupt erst ermöglicht, in komplexeren Einzelfällen die optimale Kodierungsentscheidung zu treffen.

So muss beispielsweise klar sein, dass die nominelle Klassifizierung einer Note durch ihren Typ (und eine mögliche Colorierung) eine symbolische Information darstellt, die noch keine Aussage über die relative Dauer eines Tons aussagt. Diese Information entspringt erst der Betrachtung der vorherrschenden Mensur sowie bei Bedarf des direkten Umfeldes und dessen Auswirkungen durch Alteration oder Imperfektion. Bei der Kodierung der Mensur oder Proportionen ist ebenso zu beachten, dass durch die Information ‚C mit einem vertikalen Strich‘ das Aussehen des Zeichens beschrieben wird und erst auf dieser Grundlage die Klassifikation ‚tempus imperfectum diminutum‘ erfolgt. Darauf aufbauend ist wiederum erst ein



bestimmtes Kontinuum relativer Zeitdauern und deren Bezug zum Tactus abzuleiten. Dass die eine Information nicht in der Lage ist, die jeweils anderen vollständig zu ersetzen, ist wesentliche Grundlage des hier vorgestellten Kodierungsansatzes und ist daher deutlich zu kommunizieren. In solchen Fällen, in denen das Verhältnis von visueller Gestalt und symbolisch-logischer Klassifizierung nicht als eindeutige Relation gegeben ist, liegt es nahe, beide Informationen wiederzugeben (siehe unten auch „Reversibilität und Redundanz“).

**Stimmenweise Kodierung** Entsprechend der Zielsetzung der Quellenkodierung stellt sich die Frage, wie stark an der Quellengestalt festzuhalten ist, im Konkreten: Soll das als Chorbuch oder in Stimmbüchern vorliegende Material stimmenweise kodiert werden oder soll der mehrstimmige Satz in Partituranordnung das Ziel sein? Wie Boorman erläutert, macht das Quellenmaterial die Musik, er spricht hier vom mehrstimmigen Satz, dem einzelnen Leser nicht wirklich zugänglich. Und selbst darüber hinaus erschweren Layout, Notation und oftmals auch Fehler dieses Verständnis, selbst wenn für jede einzelne Stimme ein „reader-cum-performer“ vorhanden ist.<sup>42</sup> So liegt ihm zufolge die Schwierigkeit häufig darin, dass die eigentlich simultan erklingenden Stimmen jeweils einzeln kopiert und überprüft werden. Hierdurch sei es möglich, dass Stimmen einzeln betrachtet zwar sinnvoll erscheinen, aber gemeinsam mit den anderen Stimmen nicht mehr funktionierten.<sup>43</sup>

Setzt man diese Perspektive in Bezug zu dem, was die Kodierung im aktuellen Analysezusammenhang leisten soll, nämlich die Quelle in ihrer Gestalt darstellen und maschinenlesbar für eine weitere Analyse zugänglich machen, ist klar, dass das Ziel der Kodierung nicht der mehrstimmige Satz sein kann. Selbst wenn dieser beispielsweise aufgrund offensichtlicher

---

<sup>42</sup> Vgl. Boo81b, S. 169.

<sup>43</sup> Vgl. Boo81b, S. 169.

Fehler<sup>44</sup> nicht verfügbar ist, verliert die Quelle hierdurch nicht automatisch ihren Wert für eine Analyse. Auch ist es daher selbstverständlich, Fehler als solche nicht zu korrigieren. In weiterer Konsequenz kann im Rekurs auf die isolierten semantischen Ebenen<sup>45</sup> auch festgehalten werden, dass die angestrebte symbolische Ebene gerade noch nicht den simultan erklingbaren Satz bezeichnet, sondern sich noch im Kontext der einzeln kopierten und redigierten Stimme bewegt. Das würde somit auch bedeuten, dass der simultane mehrstimmige Satz nicht Anspruch der Kodierung sein kann und dieser damit auch nicht als Grundlage für Entscheidungen über eine Kodierung dienen darf.<sup>46</sup>

**Zeichenbasierte Kodierung** Die Kodierung innerhalb einer Stimme erfolgt so flach wie möglich innerhalb eines <layer>-Elements, da ein System üblicherweise auch nur eine Stimme enthält. Jedes Zeichen wird als eigenständiges Event kodiert, auch Akzidentien und Punkte. Ebenso werden auch Schlüssel, Vorzeichnungen, Custodes, vertikale Linien sowie Mensur- und Proportionszeichen entsprechend ihres Auftretens im Notensystem kodiert. Soweit möglich, soll jedes kodierte Zeichen unabhängig voneinander beschrieben werden, so dass jedes Element so unabhängig wie möglich verarbeitet werden kann. Wenn sich Zeichen aufeinander beziehen, sind diese Bezüge so deutlich zu machen, wie sie sich aus dem Quellenbefund ergeben, beispielsweise im Falle von Akzidentien durch deren Positionierung relativ zur Note und im Liniensystem.

Da Akzidentien unabhängig von der Note kodiert werden und sich darüber hinaus nicht immer (nur) auf die direkt folgende Note beziehen, oder

---

<sup>44</sup> Die Superius-Stimme im Osanna der M. ‚Se la face ay pale‘ reißt beispielsweise in [VatS 14, f. 35v] einfach ab [vgl. She09, S. 29].

<sup>45</sup> Vgl. 6.2.

<sup>46</sup> Zumal zeigt sich in der weiteren Betrachtung zur Formalisierung und zu den Analyse- und Vergleichsmöglichkeiten die massiv erhöhte Komplexität eines solchen Anliegens einerseits wie auch die mangelnde Notwendigkeit, einer Sequenz den mehrstimmigen Satz zugrunde zu legen.

unterhalb der Note notiert sind, ist hier eine genauere Beschreibung des visuellen Zusammenhangs nötig. Hierzu wird bei Bedarf die Position des Akzidens relativ zur folgenden Note angegeben. Um zu dokumentieren, welche Tonstufe modifiziert werden soll, wird bei Akzidentien, die vor einer Note notiert sind, deren Position im System als Tonstufe dokumentiert. Ist das Akzidens über oder unter einer Note notiert, ist klar ersichtlich, welche Note zugehörig ist.<sup>47</sup> Dann wird die Tonstufe der zugehörigen Note angegeben. In Fällen, in denen ein notiertes Akzidens sicher nicht einfach nur auf die direkt folgende Note bezogen werden kann, ist es darüber hinaus möglich, als Ergänzung die konkret betroffenen Noten mit @accid.ges zu kodieren.

Listing 6.1: Kodierung von <accid> wenn sich das b auf die übernächste Note bezieht (vgl. Abbildung 5.7): Die relative Position (rot) und die Tonstufe der zugehörigen Note (grün) sind angegeben.

```
<accid accid="f" ploc="b" oloc="3"/>  
<note dur="minima" pname="a" oct="3"/>  
<note dur="minima" pname="b" accid.ges="f" oct="3"/>
```

Listing 6.2: Kodierung von <accid> bei einem Kreuz unterhalb einer Note. Die relative Position (rot) und die Tonstufe der zugehörigen Note (grün) sind angegeben.

```
<accid accid="s" mse:accidPos="below" ploc="f" oloc="4"/>  
<note dur="semibrevis" pname="f" oct="4"/>
```

Da das Verfahren zur Verwendung von @num und @numbase während der Kodierungsphase in der Community noch nicht abschließend definiert war, soll das hier gewählte Verfahren erläutert werden. Gemäß der Maßgabe, Zeichen möglichst unabhängig prozessieren zu können, sollte auch die Modifizierung relativer Dauern beschrieben werden. Eine Beschreibung der relativen Dauern anhand eines externen Fixpunktes, wie es in den

---

<sup>47</sup> Hierzu wurde in der Customization ein eigenes Attribut @mse:accidPos eingeführt.

Guidelines<sup>48</sup> beschrieben wird, ist den hier verfolgten Grundsätzen nicht angemessen, da diese nicht textimmanent agiert und zudem zu stark kontextbasiert ist. Stattdessen werden mit @num und @numbase die Modifikation der jeweiligen Dauer als Bruch wiedergegeben.<sup>49</sup> @num stellt den Zähler dar, @numbase den Nenner. Wird also eine Note imperfiziert bzw. coloriert, verkürzt sie sich für gewöhnlich um ein Drittel. Sie behält somit also zwei Drittel ihrer unmodifizierten Dauer: `<note num="2" numbase="3"/>`.

Augmentierungen verlängern eine Note um die Hälfte ihres Wertes, hierdurch ist die Dauer einer Note drei Halbe ihres unmodifizierten Wertes: `<note num="3" numbase="2"/>`.

Dieses Verfahren wird analog auch für Proportionen verwendet (siehe ab S. 289).

Listing 6.3: Kodierung von Imperfektion und Augmentation mit @num und @numbase (Beispiel aus Kodierung des Altus in [FlorBN Panc. 27, f. 80r]).

```

<proport num="2" numbase="3" label="sesquialtera"
    mse:affected="semibrevis" altsym="#Proportion_3"/>
<rest dur="maxima"/>
<note dur="semibrevis" pname="f" oct="4"/>
5 <note dur="semibrevis" pname="f" oct="4"/>
<note dur="semibrevis" pname="f" oct="4"/>
<note dur="semibrevis" pname="g" oct="4" num="3" numbase="2"/>
<dot form="aug"/>
<note dur="minima" pname="f" oct="4"/>
10 <note dur="semibrevis" pname="e" oct="4"/>
<note dur="semibrevis" pname="d" oct="4"/>
<note dur="semibrevis" pname="d" oct="4"/>
<note dur="semibrevis" pname="c" oct="4"/>

```

<sup>48</sup> Vgl. MEL.3.0, Abschnitt 5.1.1.

<sup>49</sup> Mittlerweile werden übliche Imperfektionen und Alterationen durch ein neues Attribut @dur.quality kodiert, während @num/@numbase nur noch für spezielle Fälle Verwendung findet. Hier würde eine Kodierung wie `<note dur="semibrevis" num="3" numbase="2"/>` die Reduktion der Dauer um ein Drittel anzeigen – verstanden als ‚aus einer Semibrevis von der Dauer von 3 Minimae wird eine Semibrevis mit der Dauer von 2 Minimae‘.

```

<note dur="brevis" pname="d" oct="4" num="2" numbase="3"/>
15 <note dur="semibrevis" pname="b" oct="3"/>

```

Ein Spezialfall stellt außerdem eine kurze Divisi-Passage am Ende des Altus von ‚Tu solus qui facis mirabilia‘ dar. Hier teilt sich die Altus-Stimme kurzzeitig auf (siehe Abbildung 6.2). Die Brevis auf *a* ist nicht coloriert um eine rhythmische Verkürzung sondern um das Divisi anzuzeigen.<sup>50</sup> Entsprechend der semantischen Bedeutung von @colored kann dieses Attribut im vorliegenden Fall nicht verwendet werden, um die Färbung anzuzeigen. Stattdessen wurde @color verwendet.



Abbildung 6.2: Kurze Divisipassage in ‚Tu solus qui facis mirabilia‘, Altus, Transkription nach [1503<sup>1</sup>].

Die wesentliche Schwierigkeit bei diesem Fall liegt darin, zu entscheiden, wie das Divisi behandelt werden soll. In der Mensuralmusik ist in einem System üblicherweise nur eine einzelne Stimme notiert und derartige Divisipassagen sind verhältnismäßig selten. In MEI werden unterschiedliche Stimmen im selben System in jeweils eigenen <layer>-Elementen kodiert. Aufgrund der Kürze dieser Divisipassage erscheint es hier als nur wenig zielführend, in der Kodierung ein zweites <layer> zu verwenden. Vielmehr ist klar, dass sich eine Stimme an dieser Stelle teilt, aber nicht unabhängig wird. Deshalb ist eine Kodierung mit <chord> im Sinne eines Akkords sehr viel naheliegender. Allerdings sind die beiden Pausen nicht innerhalb von <chord> zulässig. Aus den genannten Gründen erweist es sich in diesem Einzelfall als kleineres Übel mit <sic> einen strukturellen Fehler – hier eine spezielle Eigenart – in der Notation zu kennzeichnen und die Pausen

<sup>50</sup> Die Autorin dankt Jason Stoessel für diese Auskunft.

so dennoch innerhalb eines Akkordes zu notieren.<sup>51</sup> Wie mit derartigen Passagen umgegangen werden soll, ist zudem auch ein Thema im Rahmen der Formalisierung und der Analyse.

Listing 6.4: Kodierung von kurzem Divisi mit <chord>. Die gefärbte Note wurde mit @color (rot) kodiert, da keine semantisch relevante Colorierung vorliegt.

```

<ligature form="recta">
  <note dur="semibrevis" pname="f" oct="4" stem.pos="left"
    stem.dir="up"/>
  <note dur="semibrevis" pname="d" oct="4"/>
5 </ligature>
<note dur="semibrevis" pname="e" oct="4"/>
<chord label="divisi">
  <note dur="brevis" pname="f" oct="4" num="2" numbase="3"/>
  <note dur="brevis" pname="a" oct="3" color="black" num="2"
10   numbase="3"/>
</chord>
<chord label="divisi">
  <sic>
    <rest dur="semibrevis" ploc="f" oloc="4"/>
15    <rest dur="semibrevis" ploc="g" oloc="3"/>
  </sic>
</chord>
<note dur="brevis" pname="d" oct="4" fermata="above"/>
<note dur="brevis" pname="e" oct="4" fermata="above"/>
20 <note dur="brevis" pname="d" oct="4" fermata="above"/>
  <note dur="longa" pname="b" oct="3"/>

```

**Reversibilität und Redundanz** Wie bereits daran zu sehen ist, dass beispielsweise das *tempus imperfectum diminutum* durch zwei verschiedene Zeichen angezeigt werden kann, ist auch die visuelle Gestalt in einigen Fällen eine notwendige Information. Sie kann bei gleicher Bedeutung variieren

<sup>51</sup> Vgl. 5.2.1.

und damit trägt sie auch zur wesentlichen Gestalt der *notierten Form* einer Quelle bei. Immer dann, wenn die visuelle Gestalt eines Symbols und dessen Klassifizierung keine direkte und eindeutige Beziehung bilden – also nicht reversibel sind – muss der Befund eindeutig beschrieben werden. In diesen Fällen sind die Informationen mehrerer semantischer Dimensionen darzulegen.

Im Falle der Messuren ist hierfür sowohl die strukturierte Beschreibung des verwendeten Symbols als auch die sich hieraus ergebende logisch-symbolische Klassifikation notwendig. Zur Beschreibung der visuellen Dimension bietet MEI 3.0.0 bereits Attribute, um die meisten Messurzeichen strukturiert zu beschreiben. Außerdem gibt es Attribute zur Beschreibung der Messur.<sup>52</sup>

Listing 6.5: Kodierung von `<messur>` mit visuellen (rot) und logischen (grün) Attributen.

```
<messur sign="C" slash="1" altsym="#Messur_Ccut"  
tempus="2" prolatio="2" num="1" numbase="2"/>
```

Auch auf die Mehrdeutigkeit der Symbole zur Darstellung von Proportionen wurde bereits hingewiesen. Deshalb ist es auch hier notwendig, das visuelle Zeichen festzuhalten. In MEI 3.0.0 existiert noch keine Möglichkeit, visuelle Eigenschaften des verwendeten Proportionszeichens strukturiert zu beschreiben, wie es für Messuren möglich ist. Aus diesem Grund wird mit dem `@altsym`-Attribut gearbeitet, um benutzerdefinierte Symbole einzubinden.<sup>53</sup> Zusätzlich ist es so, dass die Proportion logisch lediglich durch `@num/@numbase` definiert werden kann. Somit wird das Verhältnis zwischen Vorher und Nachher als `@num:@numbase` kodiert. Hierdurch würde

---

<sup>52</sup> Die Diminution wird durch `@num/@numbase` dargestellt.

<sup>53</sup> Zur Vereinheitlichung des Verfahrens in der Formalisierung wird `@altsym` auch für Messuren kodiert (siehe 7). Auf die direkte Einbindung von SMuFL-Glyphen wurde verzichtet, da so das für Petrucci spezifische *sesquialtera*-Symbol nicht darstellbar war; siehe 2.3.4 [vgl. SMuFL].

im Falle einer *sesquialtera* die Dauer der Noten um ein Drittel ihres ursprünglichen Wertes reduziert. Die Kodierung der Modifikation relativer Dauern innerhalb von `<proport>` wäre damit analog zu dem von einzelnen Noten.

Zusätzlich bergen diese nur sehr rudimentären Kodierungsmöglichkeiten das Problem, dass sich auf diese Weise bestimmte Entwicklungsstufen des Mensuralsystems in ihrer spezifischen Logik nicht derart zweifelsfrei abbilden lassen, um eine automatische Prozessierung zu ermöglichen. Eine erste Anpassung in dieser Hinsicht bietet bereits die Möglichkeit, den Notentyp, auf den sich eine Proportion beziehen soll, anzugeben – beispielsweise durch ein zusätzlich definiertes Attribut wie `@mse:affected`. Auf diese Weise können auch, zumindest einfache, mit Proportionen implizierte Mensuränderungen auf einer einzelnen Ebene verständlich kodiert werden, wie hier im Falle der *sesquialtera*. Eine Kodierung von Proportionen mit impliziter Änderung der Mensur als `<mensur>` würde dieses Problem zwar lösen, läuft aber der Maßgabe einer zeichenbasierten Kodierung zuwider, da ein Proportionszeichen als eigenständige Klasse von Zeichen zu verstehen ist.<sup>54</sup>

Listing 6.6: Kodierung einer *sesquialtera* als `<proport>` mit visuellen (rot) und symbolischen/logischen (grün) Attributen.

```
<proport label="sesquialtera" altsym="#Proportion_3"  
num="2" numbase="3" mse:affected="semibrevis"/>
```

Ligaturen sind zwar eindeutig aufzulösen aber ebenfalls nicht reversibel. Das komplexe Regelwerk, nachdem Ligaturen aufzulösen sind, basiert derart stark auf der visuellen Form einer jeweiligen Ligatur, dass es nicht möglich ist, aufgrund des Melodieverlaufs und der Notentypen auf die visuelle Form zurück zu schließen. So ist zwar üblicherweise bei Ligaturen mit mehr als zwei Noten jede mittlere Note eine Brevis, dennoch kann durch die entsprechende Form der Note oder das Hinzufügen einer Cauda auch hier

---

<sup>54</sup> Siehe für eine detaillierte Schilderung 7.3.2.



eine Maxima oder eine Longa stehen. Diese Information ist somit nur durch die visuelle Gestalt dokumentiert. Aus diesem Grund sind auch Ligaturen redundant zu kodieren, d. h. neben der aufgelösten Form ist auch die visuelle Gestalt zu dokumentieren:

Listing 6.7: Kodierung von `<ligature>` mit visuellen (rot) und symbolischen (grün) Attributen.

```
<ligature form="obliqua">
  <note dur="semibrevis" pname="b" oct="3" stem.pos="left"
  3   stem.dir="up"/>
  <note dur="semibrevis" pname="a" oct="3"/>
  <note dur="brevis" pname="c" oct="4" lig="recta"/>
</ligature>
```

**Quellenimmanente Deutung** Sind deutende Eingriffe – wie die Entscheidung, ob Colorierung vorliegt, die Anwendung von Imperfektions- und Alterationsregeln oder das Auflösen von Mehrdeutigkeiten – nötig, müssen diese Informationen zum einen in der Kodierung klar isolierbar sein, zum anderen ist auch bestimmten Grundsätzen zu folgen, um den Ansprüchen einer Quellenkodierung zu genügen. Sämtliche deutende und normalisierende Eingriffe müssen quellenimmanent vorgenommen werden. Somit ist jegliche vergleichende Konsultation konkordanter Quellen zu vermeiden. Die Deutung bestimmter notationsspezifischer Phänomene darf nur auf allgemeinem notationsspezifischem Wissen beruhen, das sich in Form verallgemeinerbarer Regeln formulieren lässt. Genau aus diesem Grund ist auch der Umgang mit dem als *minor color* bezeichneten Phänomen so schwierig, wie auch die Berücksichtigung von Imperfektions- und Alterationsregeln im Umfeld physischer Quellenschäden bzw. bei der Rekonstruktion von mehreren Zuständen einer Quelle, die Änderungen am Text aufweist. Dieser Spezialfall wird im folgenden Abschnitt genauer betrachtet.

Im Falle von *minor color*<sup>55</sup> zeigt sich, dass letztendlich die Entscheidung für die Quelle an sich getroffen werden muss. Ist ein solcher Fall in einer Quelle vorhanden, kann das gleichzeitige Vorhandensein punktierter Wendungen kein Indiz für eine bestimmte Interpretationsweise darstellen. Lediglich eine Einschätzung des historischen Kontextes der Quelle kann hier zu einer endgültigen Einschätzung führen. So ist klar, dass in [FlorBN 232], wenn die Handschrift nicht vor 1514 entstanden ist, eher die Deutung als punktierter Rhythmus naheliegend ist, während die Einschätzung für [VatS 41] nicht so einfach getroffen werden kann.

Ähnlich ist auch mit anderen Ambiguitäten umzugehen. Die Einschätzung von Notationskonventionen soll auf Basis der jeweiligen Quelle und ihrem historischen Kontext erfolgen, nicht durch Abgleich mit konkordanten Quellen. Auch schwer lesbare Passagen, z. B. aufgrund von Schäden, dürfen nicht anhand anderer Quellen normalisiert werden. Wenn auch die Einbeziehung der anderen Stimmen nur eingeschränkt zulässig ist, um Befunde zu deuten, hat dies auch Auswirkungen auf die Interpretation von Akzidentien. Es werden in der Kodierung nur die notierten Akzidentien berücksichtigt. Die Festlegung, für welche Noten diese zu gelten haben, muss ebenfalls basierend auf verallgemeinerbarem Wissen und dem notierten Kontext der Quelle geschlossen werden. Die Kodierung aus satztechnischen Gründen notwendigerweise zu ergänzenden Akzidentien ist aus methodischen Gründen auszuschließen, da es sich um eine Hinzugabe zum notierten Quellenbefund handelt.

**Editorische Eingriffe** Änderungen im Quellentext werden, sofern sie als solche zu erkennen sind, mit den hierfür vorgesehenen Elementen des MEI-Moduls für *Editorial Markup* kodiert. Innerhalb von <layer> können die durch Eingriffe entstandenen unterschiedlichen Stadien eines Quellentextes kodiert werden. Hierbei wird zwischen Additionen, Deletionen, Substi-

---

<sup>55</sup> Vgl. 5.2.2.

tutionen und Wiederherstellungen klassifiziert. Es wird somit nicht der eigentliche Eingriff, z. B. eine Rasur oder die verwendeten Korrekturzeichen<sup>56</sup>, kodiert, sondern die Auswirkung auf den Quellentext. Hierdurch erhält der Text mehrere Stadien, die sich, wenn keine näheren Details bekannt sind, am einfachsten als ein Vorher- und ein Nachher-Zustand beschreiben lassen.<sup>57</sup> Die weitere Behandlung dieser jeweiligen Zustände erfolgt dann im Rahmen der Formalisierung.<sup>58</sup>

Durch Schäden entstandene Überlieferungslücken werden mit `<damage>` kodiert. Sollte ein Zustand im Zusammenhang mit einer Änderung nicht mehr rekonstruierbar sein, wird stattdessen `<gap>` verwendet. Mit dem Attribut `@agent`, bzw. `@reason` wird die Ursache der Lücke festgehalten. In beiden Fällen werden diese Elemente als Teil der Serie von Events behandelt. Schwer lesbare oder anderweitig unklare Passagen werden durch `<unclear>` gekennzeichnet. Auch hier wird mit `@reason` die Ursache festgehalten. Mit `@cert` soll eine Einschätzung der Sicherheit angegeben werden, mit der die Passage so zu lesen ist wie angegeben. Auch wenn es möglich wäre, im Falle konkreter Ambiguitäten<sup>59</sup> tatsächlich mehrere infrage kommende Varianten zu kodieren, wird im aktuellen Rahmen von dieser Möglichkeit abgesehen, um die weitere Prozessierung nicht zusätzlich zu erschweren. Die Modellierung der Auswirkungen von lückenhaften oder schwer lesbaren Passagen sind ebenso Teil der weiteren Formalisierung.

Listing 6.8: Kodierung von Schäden und Unklarheiten: Missa ‚D’ung aultre amer‘, Kyrie, Tenor [ModD 4, f. 15v].

```
<note dur="semibrevis" pname="b" oct="3" num="3" numbase="2"/>
<dot form="aug"/>
<note dur="minima" pname="a" oct="3"/>
4 <unclear reason="cuted_page" cert="medium">
```

---

<sup>56</sup> Vgl. Ape06, S. 101.

<sup>57</sup> Vgl. 5.2.1.

<sup>58</sup> Vgl. 7.

<sup>59</sup> Vgl. die Ausführungen in 5.2.1.

```

    <note dur="semibrevis" pname="g" oct="3"/>
  </unclear>
  <damage agent="cutted_page"/>
  <unclear reason="cutted_page" cert="medium">
9    <note dur="brevis" pname="g" oct="3"/>
  </unclear>
  <damage agent="cutted_page"/>
  <unclear reason="cutted_page" cert="low">
    <ligature form="recta">
14    <damage agent="cutted_page"/>
      <note dur="brevis" pname="g" oct="3"/>
    </ligature>
  </unclear>

```

Schwierig ist vor allem aber die Anwendung von notationsspezifischem Wissen im Kontext physischer Schäden oder Textänderungen. Besonders deutlich wird dies beispielsweise im Bassus von ‚Tu solus qui facis mirabilia‘ in [FlorBN Panc. 27].



Abbildung 6.3: ‚Tu solus qui facis mirabilia‘, Ende des Bassus mit Rasur und Korrektur. Übertragung nach [FlorBN Panc. 27, f. 80r].

Nach den vier Pausen wurde offensichtlich eine Semibrevis ausrasiert. Außerdem wurde durch ein *v* (für *vaqua*) eine offensichtlich fehlerhafte Colorierung einer Note in einer Ligatur entfernt. Durch die vorhergehende *sesquialtera*-Proportion liegt dieser Passage nun ein *tempus perfectum* zugrunde, weshalb Imperfektion und Alteration angewandt werden müssen. Um aber beide Zustände – vor den Änderungen und nach den Änderungen – korrekt abzubilden, müssen auch deren Konsequenzen auf anzuwendende Alteration und Imperfektion mit berücksichtigt werden. In diesem konkreten Fall könnte die Rasur eine Rolle spielen. Spielt man aber beide

Szenarien durch, werden jeweils dieselben Noten imperfiziert. Hierdurch muss keine Substitution notiert werden. Zusätzlich können Kommentare in der Kodierung die konkrete Stelle genauer erläutern. Die fehlerhafte Colorierung vor der Änderung wird als solche durch <sic> gekennzeichnet und ebenfalls kommentiert.

Listing 6.9: Kodierung von Textänderungen und Umgang mit kontextbedingter Deutung; vgl. Abb. 6.3.

```

<rest dur="longa"/>
<rest dur="brevis"/>
3 <rest dur="semibrevis"/>
  <rest dur="semibrevis"/>
    <note dur="semibrevis" pname="g" oct="3"/>
    <del rend="erased">
      <note dur="semibrevis" pname="f" oct="3"/>
8 </del>
    <ligature form="recta">
      <note dur="semibrevis" pname="f" oct="3" stem.pos="left"
        stem.dir="up"/>
      <note dur="semibrevis" pname="g" oct="3"/>
13 </ligature>
    <note dur="semibrevis" pname="e" oct="3"/>
    <annot resp="#AP">
      Note would be imperfected either because of the preceding
      or the following sb.
18 </annot>
    <note dur="brevis" pname="d" oct="3" num="2" numbase="3"/>
    <note dur="semibrevis" pname="c" oct="3"/>
    <ligature form="recta">
      <subst label="correction" evidence="internal">
23 <del rend="correction with vaqua-sign">
      <sic>
      <annot resp="#AP">
        Coloration is obvious erroneous,
        also the alteration with @num and @numbase.

```

```

28         </annot>
           <note dur="semibrevis" pname="f" oct="3"
             colored="true" num="2" numbase="3"
             stem.pos="left" stem.dir="up"/>
           </sic>
33     </del>
       <add>
         <note dur="semibrevis" pname="f" oct="3" colored="false"
           stem.pos="left" stem.dir="up"/>
       </add>
38     </subst>
       <note dur="semibrevis" pname="g" oct="3"/>
     </ligature>
     <note dur="semibrevis" pname="e" oct="3"/>
     <annot resp="#AP">
43     Note would be imperfected either because of the preceding
       or the following sb.
     </annot>
     <note dur="brevis" pname="d" oct="3" fermata="above" num="2"
       numbase="3"/>
48 <rest dur="semibrevis"/>
     <note dur="brevis" pname="g" oct="3" fermata="below"/>
     <note dur="brevis" pname="c" oct="3" fermata="above"/>
     <note dur="brevis" pname="d" oct="3" fermata="above"/>
     <note dur="longa" pname="g" oct="2" fermata="above"/>
53 <barLine rend="dbl"/>

```



## Kapitel 7

# Formalisierung

### 7.1 Kodierung und Formalisierung

Ziel der Kodierung ist es, als Ergebnis eine maschinenlesbare Beschreibung des überlieferten Textes einer Quelle vorliegen zu haben. Diese Kodierung muss sich somit im Wesentlichen an der Quelle und ihren Eigenarten orientieren. Sie gibt den Quellentext so präzise wie möglich wieder, beschreibt dessen Zustand und dokumentiert auch eventuell vorhandene Korruptionen. Um diesen Anspruch allerdings leisten zu können, muss die Kodierung auch über das hinaus gehen, was direkter Gegenstand einer weiteren Analyse sein soll; beispielsweise ist es in einigen Fällen angebracht, gewisse Befunde durch Annotationen detaillierter zu erläutern und die gewählte Kodierweise einzuordnen. Damit ist die Kodierung in erster Linie der Quelle und dem in ihr dokumentierten Text verpflichtet. Sie dient als maschinenlesbare Grundlage eines weitergehenden Analyseprozesses. Deshalb wäre es abträglich sie unmittelbar als Analysematerial zu verwenden. Vielmehr ist es ratsam, entsprechend der Fragestellung einer Analyse, die Kodierung als Ausgangspunkt zu verwenden, um hieraus die zu untersuchenden Informationen zu extrahieren und entsprechend der gewählten Methode und des gewünschten Anliegens aufzubereiten.



Rekapituliert man die Anforderungen und den Kodierungsprozess, wird insbesondere die Komplexität des Gegenstandes deutlich, der sich auch in der Kodierung niederschlägt. Soll also der Quellentext Gegenstand einer Analyse sein, muss dieser aus der ihn umgebenden Struktur gelöst und aufbereitet werden. Aus der Kodierung werden somit genau die Parameter extrahiert, die dann Gegenstand der Analyse sein sollen. So ist es möglich, eine Kodierung, die vor allem der Quellendarstellung dienen soll und damit eine Vielzahl unterschiedlichster Informationen enthalten kann, als Grundlage für sehr spezielle Analysen zu nutzen, sofern die erforderlichen Informationen extrahierbar sind. Soll beispielsweise nur die Tonhöhe berücksichtigt werden, wird nur diese Information extrahiert. Ebenso kann entschieden werden, System- und Seitenumbrüche zu berücksichtigen oder nicht.

Genau diese Möglichkeit der gezielten Merkmalsextraktion aus einer Kodierung ist für den weiteren Analyseprozess grundlegend. Zum einen kann so gezielt geprüft werden, welche Parameter sinnvoll und notwendig für die Analyse sind. Dies ermöglicht eine Einschätzung darüber, wie die zuvor beschriebenen semantischen Dimensionen<sup>1</sup> zusammenhängen und welche die maßgebliche Rolle in der Beschreibung von Ähnlichkeitsbeziehungen spielt. Zum anderen können hierdurch Eingriffe im Quellentext behandelt werden. Statt hier einen Text, der sich bei Bedarf in mehrere Varianten verzweigt, zu vergleichen, können stattdessen zwei oder – sofern detailliertere Aussagen anhand der Quelle möglich sind – mehr Zustände unabhängig voneinander extrahiert werden. Dies entspricht viel eher dem Vorhaben, die Variation musikalischer Texte an sich zu untersuchen, als es die Synopse mehrerer Textstadien in einer gemeinsamen linearen Struktur ermöglichen würde, da so gerade die verschiedenen Textstadien deutlich zutage treten. Außerdem entspricht diese strikt lineare Form weitaus eher dem Konzept

---

<sup>1</sup> Siehe 6.2.

von Sequenzen und deren Behandlung, wie es in der Bioinformatik üblicherweise angewandt wird. Da es auch darum geht, deren Potenzial für eine Anwendung auf musikwissenschaftliche Fragestellungen, im konkreten Fall die Renaissancemusikforschung, zu erproben, ist angedacht, diesen Konzepten zunächst weitestgehend zu folgen, um dann ihre Eignung einschätzen zu können.

Im folgenden Abschnitt wird zuerst darauf eingegangen, wie das biologische Konzept der *Sequenz* auf notierte Musik angewendet wird und wie basierend hierauf die Sequenzen erzeugt werden. Daraufhin wird der Fokus auf die verwendete Methodik zur Merkmalsextraktion und Parameterbildung gerichtet.

## 7.2 Prozess der Sequenzbildung

Der Begriff der Sequenz in der Bioinformatik basiert, wie bereits deutlich wurde<sup>2</sup>, vor allem auf der biologischen Sequenz. Operiert wird üblicherweise mit einer Zeichenkette (*string*), in der jedes Zeichen eine Base oder Aminosäure repräsentiert. In einem weiter gefassten Ansatz kann man damit eine Sequenz im methodischen Sinne als Kette von Zeichen auffassen, die eine Kette von Objekten (hier Moleküle) bezeichnet. Ebenso wurde gezeigt, dass das Operieren mit derartigen Sequenzen weitestgehend unabhängig von der Bedeutung der Zeichen erfolgt. Aus diesem Grund ist es prinzipiell möglich, dieses Konzept und die wesentlichen Methoden für musikwissenschaftliche Fragestellungen zu adaptieren, allerdings ist es dennoch erforderlich, zunächst zu klären, wie genau der Sequenzbegriff und die damit verbundenen Verfahrensweisen auf den Gegenstand angewandt werden.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Siehe 3.1.

<sup>3</sup> Siehe 3.2.

Der lineare, geordnete Charakter einer Sequenz ist zunächst einmal eine Grundeigenschaft, die auch zur Darstellung musikalischer Zusammenhänge verwendbar ist. Zu klären ist allerdings, was genau durch die Objekte der Sequenz beschrieben werden soll. Im Rahmen des Modells der semantischen Dimensionen von Musik<sup>4</sup> lassen sich – die analytische Dimension auch diesmal außen vor gelassen – die klingende, die visuelle und die logische Dimension zum einen in ihrer abstrakten logischen Form und zum anderen die stärker auf die Notation bezogene symbolische Gestalt ausmachen. Sämtliche dieser Dimensionen sind linear, allerdings würde jede dieser Dimensionen anders modelliert werden. Auch wurde bereits deutlich, dass sie entsprechend eines komplexen Systems von Regeln und Traditionen miteinander verbunden sind. Wie bereits im Kontext des Kodierungsansatzes erläutert wurde<sup>5</sup>, stehen im Wesentlichen die abstrakte logische wie auch symbolische Ebene im Fokus, mit visuellen Ergänzungen. Doch während diese Ebenen in der Kodierung noch ohne Weiteres ergänzend nebeneinander stehen konnten, müssen sie im Rahmen der Formalisierung deutlicher voneinander getrennt werden.

So zeigen sich die semantischen Dimensionen innerhalb der Kodierung vor allem in den verwendeten Attributen, während die Elemente davon weitgehend unabhängig sind. Sollen aber daraus Informationen entsprechend ihrer semantischen Zuordnung gewonnen werden, zeigt sich, dass in einer logischen Dimension nicht alle Objekte verfügbar sind. Beispielsweise sind Schlüsselung, Mensur- und Proportionszeichen nur von eingeschränkter Relevanz, wenn absolute Tonhöhen und relative Tondauern verwendet werden. Auch Akzidentien und Punkte können als eigenständige Symbole obsolet werden, sofern ihr musikalischer Sinn durch Tonhöhe oder Tondauer weiter erhalten bleibt, wie auch Milestones, System- bzw. Seitenumbrüche oder Custodes in diesem Zusammenhang nicht relevant sind. Dementsprechend

---

<sup>4</sup> Vgl. 6.1 und 6.2.

<sup>5</sup> Siehe 6.3.

ist bereits im Rahmen der Sequenzbildung zu bedenken, welche Informationen für eine Auswertung relevant sind, worauf der Fokus liegt und welche Parameter zusätzlich erhoben werden. Ein wesentlicher Faktor bei der Modellierung der Sequenzen und der Auswahl der Parameter sind somit auch immer der Gegenstand der Analyse, dessen Eigenheiten und der Zweck der Analyse. Die Betrachtungen zum Alignment notierter Musik haben bereits deutlich gemacht, dass eine kontextbezogene Modellierung unabdingbar ist.<sup>6</sup>

Bei der Analyse der Überlieferungsstruktur von Mensuralmusik unterscheiden sich die Anforderungen von einem Setting wie bei van Kranenburg.<sup>7</sup> Statt der Suche ähnlicher Melodien<sup>8</sup> steht viel mehr die systematische Beschreibung und Einordnung von Unterschieden im Vordergrund, insbesondere, da im vorliegenden musikhistorischen Kontext nicht von einem einheitlichen Text ausgegangen werden kann. Letzteres trifft prinzipiell auch auf orale Musiktraditionen zu. Somit liegt der wesentliche Unterschied im Analysefokus: Statt eines Retrieval-Szenarios steht im aktuellen Kontext vielmehr die gezielte Beschreibung von Mutationen im Vordergrund. Durch den abweichenden Fokus der Analyse stellen sich andere Anforderungen bei der Wahl der Parameter und ihrer Robustheit. Da es zudem um die Untersuchung von in notierter Form vorliegendem Quellenmaterial im Gegensatz zu einer oral überlieferten Musiktradition geht, müssen keine repräsentationsbedingten Unterschiede, die von Abweichungen in einer Transkriptionspraxis herrühren, ausgeglichen werden. Stattdessen sind Unterschiede in der Notation von besonderem Interesse.<sup>9</sup> Da allerdings sowohl substanzielle als auch notationsspezifische Unterschiede relevant sind, ist es nötig, Aussagen über deren Beziehung zu treffen. Um hierüber konkrete Aussagen im Rahmen der Analyse gewinnen zu können, geht es darum,

---

<sup>6</sup> Siehe 3.2.2.

<sup>7</sup> Vgl. Kra10, S. 95–102.

<sup>8</sup> Vgl. Kra10, S. 91.

<sup>9</sup> Vgl. 2 und 5.2.2.

einen strukturierten Vergleich anzustellen. Hierzu muss zunächst das Verhalten sowohl der *symbolischen* als auch der *logischen Ebene* systematisch untersucht werden, dann müssen beide Ebenen in einem weiteren Schritt miteinander in Bezug gesetzt werden. Dieses Anliegen ist somit wesentlicher Kerngedanke der Modellierung der Sequenzen und der Parameterwahl.

Wie schon im Rahmen der Kodierungsrichtlinien<sup>10</sup> festgestellt wurde, kann das Ziel der Kodierung nicht in der Darstellung des mehrstimmigen und vor allem nicht des musikalisch konsistenten Satzes liegen. Das Interesse liegt stattdessen ganz klar bei der Quellengestalt mit all ihren möglichen Fehlern und Inkonsistenzen. Damit ist es auch im Rahmen der Formalisierung nicht das Ziel, den mehrstimmigen Satz als Sequenz zu modellieren. Eine Betrachtung der einzelnen Stimmen ist zur Identifizierung von Varianten ausreichend. Somit genügt es auch der Sequenz jeweils eine einzelne Stimme zugrunde zu legen. Um weitreichende Änderungen wie fehlende Stimmen oder ausgelassene Formteile identifizieren zu können, bietet es sich an, die eigentlich parallel erklingenden Stimmen innerhalb einer Sequenz hintereinander anzuordnen. Ebenso darstellbar ist auf diese Weise auch das Vorhandensein von zwei verschiedenen, nicht kompatiblen Zusatzstimmen in unterschiedlichen Überlieferungszusammenhängen, wie Boorman es schildert.<sup>11</sup> Fälle, wie beispielsweise Sätze, die um eine Stimme reduziert sind, indem eine neu komponierte Stimme zwei vorhandene Stimmen ersetzt, sind so nicht darstellbar. Allerdings erfordert die synchrone Darstellung eines mehrstimmigen Satzes in Form einer einzelnen Sequenz ein Maß an Komplexität, das an dieser Stelle noch nicht berücksichtigt wird. Eine Erweiterung des Konzeptes in dieser Hinsicht bietet sich erst an, sobald ausreichende Erfahrungen mit stimmweisen Sequenzen gesammelt wurden.

---

<sup>10</sup> Siehe S. 284.

<sup>11</sup> Vgl. Boo81b, S. 174–175.

Zunächst werden die Sequenzen aus dem XML extrahiert. Um die Schwierigkeiten durch den unterschiedlichen Aufbau von Chorbüchern und Stimmbüchern minimal zu halten, wird der Extraktionsvorgang zunächst pro Stimmfeld (*panel*) vorgenommen – im Chorbuch eine Stimme pro Seitenöffnung, im Stimmbuch ein Formteil (abgrenzbar anhand von Initialen) pro Seite. Reicht ein Formteil über einen Seitenumbruch hinweg, werden hierdurch auch zunächst zwei Sequenzen erzeugt. Wenn danach auch die Sequenzen unterschiedlicher Stimmen zusammengefügt werden, ist diese Trennung nicht mehr erkennbar. Die grundlegende Erzeugung der Sequenzen erfolgt zunächst anhand dieser optisch abgrenzbaren Abschnitte. Hierbei werden auch die Änderungen am Text berücksichtigt. Sind Änderungen innerhalb eines Feldes vorhanden, werden zwei Sequenzen erzeugt, eine für den Vorher- und eine für den Nachher-Zustand.<sup>12</sup> Entsprechend der Kodierung der Änderungen wird jeweils der relevante Teil eingefügt: Im Falle einer Substitution wird der Text innerhalb `<del>` Teil der Vorher-Sequenz während der Text innerhalb von `<add>` der Nachher-Sequenz hinzugefügt wird. Bei Deletionen und Additionen wird jeweils der Teil, der als gelöscht bzw. hinzugefügt kodiert ist, der Vorher- bzw. Nachher-Sequenz hinzugefügt; bei der Erzeugung der jeweils anderen Sequenz wird dieser Teil ignoriert. Jeder Sequenz werden in diesem Prozess die zu transformierenden MEI-Elemente zugewiesen. Anhand dieser werden dann nacheinander jeweils die entsprechenden Sequenzobjekte und die basalen Parameter erzeugt.

Dieser kleinste Sequenzabschnitt ist in einem Containerobjekt mit rudimentären Metadaten enthalten. Direkt während der Erzeugung werden dem Container der Titel des Stücks, der Formteil, der Name, die in der Kodierung verwendete Laufnummer der enthaltenen Stimme sowie, falls vorhanden, der Zustand hinzugefügt. Anhand dieser Informationen können

---

<sup>12</sup> Siehe 5.2.1.

diese einzelnen Sequenzen auch zu größeren Verbänden pro Formteil, pro Stimme oder pro Stück zusammengefügt werden.

### 7.3 Merkmalsextraktion

Innerhalb dieses Containers wird die eigentliche Sequenz als Liste vorgehalten, die die eigentlichen Sequenzobjekte enthält. Diese Sequenzobjekte können unterschiedliche Typen haben, je nachdem, aus welchem MEI-Element sie transformiert wurden. Folgende Objekttypen werden verwendet:

- Note
- Clef
- Custos
- Rest
- Accidental
- Barline
- Mensur
- KeyAccidental
- Gap
- Proportion
- Dot

Einige Eigenschaften besitzt jedes dieser Sequenzobjekte: den eigenen Objekttyp, einen Verweis auf das Containerobjekt, die ID des XML-Elementes, aus dem das Objekt erzeugt wurde, die Position innerhalb der Sequenz und ein Reliabilitätsmaß, *Evidenz* genannt. Zum wesentlichen Teil dienen diese Eigenschaften der besseren Prozessierbarkeit oder Nachverfolgbarkeit. Durch die Übernahme der XML-ID kann die Objekterzeugung und Merkmalsextraktion ab der Kodierung überwacht werden. Der Objekttyp wie auch der Verweis auf das Containerobjekt erleichtern komplexere Transformationsvorgänge.

Die festgeschriebene Positionierung innerhalb des Sequenzobjektes erfüllt zwei wesentliche Aufgaben: Zunächst einmal wurde die Sequenz als Liste implementiert. Zwar sind die Elemente einer Liste indiziert, allerdings ist es möglich die Sortierung der Elemente innerhalb einer Liste zu manipulieren. Um die Integrität der Sequenz zu wahren, ist es notwendig die Reihenfolge robust zu speichern. Darüber hinaus ausschlaggebend ist allerdings, dass Musiknotation oftmals Elemente übereinander anordnet.

So sind beispielsweise im kodierten Quellenmaterial Vorzeichnungen eines Systems – transformiert als *KeyAccidental* – zumeist ohne jegliche horizontale Verschiebung, die auf eine Reihenfolge schließen lassen könnte, notiert. Ebenso können auch Akzidentien nicht nur vor einer Note notiert sein; in der Handschrift [ModD 4] befinden sich Kreuze zumeist unterhalb der zugehörigen Note. Hier ist zumindest eine semantische Reihenfolge erkennbar, die auch in der Kodierung angewandt wurde. Besonders schwerwiegend sind solche Fälle, in denen als wesentlich erachtete und gleichrangige Informationen ohne festlegbare Reihenfolge übereinander angeordnet sind. Die bereits im Rahmen der Kodierung thematisierte Divisi-Passage<sup>13</sup> erfordert, um eine inhaltlich sinnvolle Sequenz zu erzeugen, eine Gleichbehandlung von auf derselben vertikalen Achse notierten Symbolen. Aus diesem Grund werden Elemente innerhalb von `<keyAccid>` und `<chord>` mit derselben Positionsnummer transformiert. Durch die semantisch bedingte Reihenfolge von Akzidentien und der bereits vorgenommenen Festlegung im Rahmen der Kodierung wird in diesem Fall auf die Gleichpositionierung verzichtet.

Eine der wesentlichen Herausforderung im Umgang mit Quellenmaterial ist, wie bereits thematisiert wurde<sup>14</sup>, die sorgfältige Wiedergabe ihres Zustandes. Eingriffe in den Quellentext wurden bereits bei der Sequenzerzeugung berücksichtigt, indem bei Bedarf zwei Sequenzen erzeugt werden, die den Zustand vor und den nach sämtlichen im Abschnitt vorhandenen Eingriffen abbilden. Eventuell vorhandene Lücken werden durch Sequenzobjekte vom Typ *Gap* abgebildet. Eine andere Situation herrscht im Falle von unklaren Lesarten vor. Sie sind eine für den gewählten Ansatz charakteristische Herausforderung, da sie anderweitig behandelt werden müssen, wenn sie durch einen Vergleich mit anderen Quellen nicht aufgelöst werden können. Im Gegensatz hierzu sind Unklarheiten nicht einfach Lücken im Quellentext. Auch wurde bereits festgestellt, dass eine facettierte Darstellung

---

<sup>13</sup> Siehe S. 288.

<sup>14</sup> Siehe 5.2.



konkreter Mehrdeutigkeiten zu erheblichen Schwierigkeiten in der Handhabung variierender Sequenzen führen würde.<sup>15</sup> Stattdessen kann, ganz allgemein formuliert, im Falle diffuser Ambiguitäten wie auch konkreter Mehrdeutigkeiten festgestellt werden, dass eine Information mit reduzierter Reliabilität vorliegt. Diese wird zunächst mit der Eigenschaft *Evidence* ausgedrückt. Angelehnt an die Werte des MEI-Attributes @cert kann diese Property die Werte *Clear*, *Unclear\_high*, *Unclear\_medium*, *Unclear\_low*, *Unclear\_unkown* und *Supplied* annehmen. Standardmäßig ist der Wert eines Objektes *Clear*. Ist ein Objekt aus einem MEI-Element transformiert, das aus einer als unklar kodierten Passage stammt, wird der Wert entsprechend des mit @cert für die jeweilige Unklarheit angegebenen Grades an Reliabilität gesetzt. Sind für die Prozessierung relevante Elemente im Rahmen der Kodierung ergänzt worden, da sie sich aus dem Kontext der Quelle ergeben<sup>16</sup>, erhält das Objekt den Wert *Supplied*. Im Zuge der Analyse dürfen Objekte mit dem Wert *Supplied* nicht in die Bewertung einfließen.

### 7.3.1 Erzeugung der symbolischen Ebene

Um im Rahmen der Analyse mehr Informationen über das spezifische Verhältnis von orthographischen und substantiellen Varianten zu gewinnen, müssen Parameter gefunden werden, die entweder die symbolische oder die logische Ebene betreffen. Hierbei wird jede dieser Dimensionen von mehreren Parametern abgebildet, die gemeinsam oder auch einzeln betrachtet werden können. Jeder Parameter kann einer Dimension zugeordnet sein.

Die symbolische Ebene orientiert sich maßgeblich an der Struktur des notierten Befundes. Im Fall von Mensuralnotation lässt sich als notierter Befund im Wesentlichen die linear verlaufende Symbolkette innerhalb des Liniensystems ausmachen. Zusätzliche damit assoziierte Angaben wie beispielsweise

---

<sup>15</sup> Vgl. 5.2.1, S. 236.

<sup>16</sup> Vgl. 5.2.1, S. 239.

zu Dynamik, Artikulation und Ornamentierung fehlen. So zeigt sich schon im Rahmen der Kodierung, dass weitgehend keine *control events*<sup>17</sup> zur Repräsentation des Notats nötig sind. Soll nun eine Sequenz modelliert werden, die den notierten Befund beschreiben soll, ist es naheliegend, die Elemente innerhalb des Liniensystems, kodiert innerhalb von `<layer>`, als Ausgangspunkt zu nutzen. So bilden die oben genannten Typen von Sequenzobjekten im Wesentlichen die relevanten MEI-Elemente ab. Sämtliche relevanten Symbole werden gleichrangig und unabhängig voneinander in Sequenzobjekte überführt. Eine Hierarchisierung, wie beispielsweise Punkte oder Akzidentien als Eigenschaften von Noten abzubilden, wird nicht vorgenommen. Es ist möglich, in der weiteren Analyse gewisse Aspekte, wie etwa Seiten- und Systemumbrüche außen vor zu lassen.

Die Schlüsselung ist ein wesentliches Indiz für die Lage der Stimme, da sie üblicherweise so gewählt wird, dass Hilfslinien vermieden werden. Da sie zudem am Beginn eines Systems wiederholt werden, würden diese ähnlich wie Custodes außen vor gelassen, wenn auf die Auswertung der Umbrüche verzichtet wird. Ändert sich aber die verwendete Schlüsselung, ist dies als notationsspezifische Variante zu betrachten. Somit werden Notenschlüssel als eigenständige Objekte innerhalb der Sequenz und nicht in Form eines systemischen Parameters wiedergegeben. Als Eigenschaften übernehmen sie aus der Kodierung die Form des Schlüssels und die vertikale Position innerhalb des Liniensystems.

Vertikale Linien haben üblicherweise gliedernde Funktion, da sie formale Abschnitte voneinander abgrenzen. Häufig lässt sich zudem eine rudimentäre Hierarchisierung durch den Gebrauch von einfachen und doppelten Linien feststellen. Auch werden Wiederholungszeichen am einfachsten durch die Verwendung von `<barLine>` kodiert und damit als *Barline*-Objekt modelliert. Deshalb sind auch sie für eine Sequenz, die den notierten Befund

---

<sup>17</sup> Siehe hierzu 6.1.

wiedergibt, von Bedeutung. Mit einer Eigenschaft *Type* wird dokumentiert, ob es sich um einfache, doppelte Linien oder Wiederholungszeichen handelt.

Mensur- und Proportionszeichen besitzen doppelte Relevanz in einer Darstellung der symbolischen Dimension. Zum einen lassen sich an ihnen, wie auch an vertikalen Linien, formale Abschnitte abgrenzen. Zum anderen zeigen sie einen wesentlichen Teil des musikalischen Gefüges an, in dem sich die dokumentierte Stimme bewegt. Erst durch ihren semantischen Gehalt werden Notentypen zu relativen Notendauern. Hierdurch kann eine Abweichung in nur einem einzigen Symbol in einer Stimme eine weitreichende logische Änderung zur Folge haben. Zudem ist gerade im Falle der Mensur- und Proportionsangaben die Beziehung zwischen dem verwendeten Zeichen und seiner semantischen Bedeutung nicht eindeutig. Notationsspezifische Variationen sind somit nicht selten und Ausdruck des spezifischen historischen Kontextes von Notation.<sup>18</sup> Ihre Darstellung innerhalb der Sequenz ist somit von essenzieller Bedeutung. Hierbei ist es wichtig, zunächst zwischen ihrem Aussehen und ihrem semantischen Gehalt zu differenzieren. Solange eine Sequenz der notierten Befunde erzeugt werden soll, ist vor allem das notierte Symbol an sich relevant, nicht der damit verbundene Bedeutungshorizont. Aus diesem Grund beschränkt sich die Differenzierung von Mensur- und Proportionszeichen in diesem Stadium der Sequenzmodellierung zunächst auf die Differenzierung der verwendeten Symbole. Die Auswirkungen dieser Symbole auf das musikalische Gefüge werden im Rahmen der abstrakten Ebene behandelt.

Punkte und Akzidentien sind in ihrer Funktion eng mit Noten verbunden – in moderner Notation dienen sie der Modifikation der Tonhöhe oder der Dauer. In der Mensuralnotation ist diese enge Beziehung noch nicht gegeben, sondern entwickelt sich erst im Laufe des 16. Jahrhunderts. Die allmähliche Verdrängung perfekter Messuren führt dazu, dass Punkte hauptsächlich als

---

<sup>18</sup> Vgl. 5.2.2 und 6.3.

*punctum augmentationis*, der sich auf die zuvor befindliche Note beziehen lässt, Anwendung finden.<sup>19</sup> Im Kontext des hier betrachteten Repertoires ist diese sich entwickelnde Beziehung zwar bereits erkennbar, allerdings ist es aufgrund der noch vorherrschenden prinzipiellen Unabhängigkeit wie auch der angestrebten Gleichbehandlung aller auftretenden Symbole sinnvoll, Punkte und Akzidentien eigenständig zu kodieren und auch in der Sequenzbildung eigenständig zu behandeln. Punkte werden nicht durch weitere Eigenschaften klassifiziert. Sowohl Akzidentien als auch Tonartenvorzeichnungen werden durch das verwendete Zeichen als auch dessen Positionierung beschrieben. Die vertikale Orientierung im Liniensystem wird in Form der Tonstufe angegeben, die beeinflusst wird. Im Falle von eigenständigen Akzidentien wird auch die Position relativ zur folgenden Note angegeben, um so dokumentieren zu können, ob das Vorzeichen ober- oder unterhalb einer Note positioniert war.<sup>20</sup>

Auch im Kontext einer symbolischen Ebene können Pausen- und Notensymbole als zentrale Objekte aufgefasst werden, allein schon da sie die am häufigsten vorkommenden Symbole sind. Im aktuellen Stadium liegt trotz ihrer zentralen semantischen Rolle dennoch der Fokus darauf, sie in ihrer Gestalt als solche zu beschreiben. Im Falle von Pausen wurde darauf verzichtet, ihre vertikale Positionierung zu berücksichtigen – diese richtet sich üblicherweise nach dem Verlauf der Melodie. Somit bleibt als wesentlicher Parameter zur Beschreibung ihre Form. Hierzu liegt es nahe, zur Klassifizierung den jeweils korrespondierenden mensuralen Notentyp zu verwenden. Darauf aufbauend können dann Notenobjekte definiert werden. Auch sie werden durch den Notentyp klassifiziert. Zusätzlich wird ihre vertikale Positionierung durch die jeweilige Tonstufe<sup>21</sup> angegeben. Um dem

---

<sup>19</sup> Siehe 5.2.2.

<sup>20</sup> Siehe hierzu auch die Ausführungen zur Positionierung der Sequenzobjekte.

<sup>21</sup> Zur Angabe anhand von Tonstufen wird immer das Base-40 Format verwendet [vgl. Hew86]. Im aktuellen Kontext werden nur Werte für Tonstufen ohne Akzidentien verwendet.

rein visuell beschreibenden Charakter dieses Stadiums treu zu bleiben, könnte man auch nur die relative Positionierung im Liniensystem angeben, da aber vor allem die Unterscheidbarkeit im Vordergrund steht, eignen sich beide Möglichkeiten gleich gut. Die Verwendung der Tonstufen in Abhängigkeit zur Schlüsselung erleichtert stattdessen weiterführende Operationen. Darüber hinaus kommen im Falle von Noten noch weitere Parameter hinzu, die der Beschreibung der visuellen Gestalt eines Notensymbols geschuldet sind. So muss zusätzlich zum Notentyp auch eine mögliche Colorierung berücksichtigt werden; diese wird in einem eigenen Parameter *Coloration* erfasst. Einen Sonderfall bilden *coronae* (bzw. *Fermaten*). Sie sind eigentlich eigene Symbole, beziehen sich aber in jedem Fall auf ein anderes Symbol. So ist auch ihre Kodierung in *MEI.mensural* als Attribut und nicht als eigenes Element vorgesehen. Aus diesem Grund bot es sich an, auch hier Fermaten als Parameter von Notenobjekten abzubilden. Würden sie eigenständig innerhalb der linear verlaufenden Zeichenkette auftreten, wäre diese Entscheidung anders zu treffen.

Ein wesentlicher Faktor ist die Behandlung von Ligaturen, die als visuelle Spielart von Mensuralnotation im Kontext der symbolischen Sequenzmodellierung erfolgen muss; für die logische musikalische Ebene sind Ligaturen irrelevant. Da es sich bei Ligaturen um eine spezifische Form von Symbolen handelt, könnte man sie als eigenen Objekttypen beschreiben. Allerdings erfordert die Beschreibung von Ligaturen derart zahlreiche Parameter, dass es einfacher ist, sie nicht als eigenständiges Symbol zu beschreiben, sondern stattdessen dem Notenobjekt spezielle Parameter hinzuzufügen, um die optischen Parameter von Ligaturen zu beschreiben. Hierzu dienen die Eigenschaften *LigatureForm*, *LigaturePosition* und *Stem*.<sup>22</sup> Mit *LigaturePosition* wird die Position einer Note innerhalb der Ligatur als natürliche Zahl angegeben; ist eine Note nicht Teil einer Ligatur gilt *LigaturePosition* = 0.

---

<sup>22</sup> *Stem* kann auch verwendet werden, um die Positionierung von Notenhälsen außerhalb von Ligaturen zu beschreiben, darauf wurde allerdings verzichtet.

*LigatureForm* gibt an, ob es sich bei der Ligatur, bzw. im Falle von Ligaturen mit mehr als zwei Noten, bei dem jeweiligen Teil der Ligatur um eine *Ligatura recta* oder eine *Ligatura obliqua* handelt. Ist eine Note nicht Teil einer Ligatur, wird dieser Wert auf ‚Null‘ gesetzt. Die Eigenschaft *Stem* beschreibt die Position einer vorhandenen *Cauda*, beispielsweise ‚RightUp‘ oder ‚LeftDown‘. Ist keine *Cauda* vorhanden, bzw. die Note nicht Teil einer Ligatur, wird auch dieser Wert auf ‚Null‘ gesetzt. Auf diese Weise wird eine Ligatur über mehrere Notenobjekte hinweg eindeutig beschrieben, so dass zum einen ihre visuelle Gestalt erkennbar und auch ihr semantischer Gehalt daraus ableitbar ist. Eine Beschreibung durch ein spezifisches Ligaturobjekt würde zudem die Unterteilung und nähere Definition der einzelnen Bestandteile benötigen, wie auch die Information über deren vertikale Positionierung im Liniensystem – genau diese Information ist bereits im Notenobjekt modelliert.

Die symbolische Dimension lehnt sich durch diese Modellierung am deutlichsten daran an, wie DNA- oder Proteinsequenzen modelliert werden. Hier bezeichnen die einzelnen Buchstaben jeweils einen möglichen Zustand, den ein Sequenzelement annehmen kann. Auf diese Weise werden die in der Sequenz enthaltenen Basen oder Aminosäuren repräsentiert. Diese Buchstabenrepräsentation dient keiner tiefergehenden Beschreibung inhaltlicher Qualitäten, sondern grenzt lediglich verschiedene Zustände voneinander ab. Ähnlich kann prinzipiell auch bei der Repräsentation von Musiknotation vorgegangen werden. Allerdings sind in diesem Fall sehr viel mehr verschiedene Zustände zu definieren, wodurch eine Repräsentation durch ein Buchstabenalphabet nicht praktikabel wäre. Stattdessen kann die Kombination des jeweiligen Objekttyps mit den weiteren aufgeführten Parametern die auftretenden Symbole derart deutlich differenzieren, dass sie eindeutig repräsentiert sind. Zudem ist die Unterscheidung anhand dieser funktionellen Klassifikation, wie beispielsweise ‚Rest, Minima‘, intuitiver, auch wenn ihr Nutzen nicht in einer qualitativen Beschreibung liegt, sondern vielmehr

in der Herstellung von Unterscheidbarkeit. In diesem Sinne entspricht eine Sequenz notierter Musik in dieser streng am notierten Befund orientierten symbolischen Dimension der Definition, die die Modellierung biologischer Sequenzen ausmacht.

Ob allerdings noch von einer Wiedergabe der symbolischen Ebene gesprochen werden kann, wenn Parameter außer Acht gelassen werden, um die Komplexität zu reduzieren, ist zu bezweifeln. Das Vernachlässigen von System- und Seitenumbrüchen ist hier ein Grenzfall. Zwar sind Umbrüche zunächst der visuellen Dimension zuzurechnen, dennoch sind Custodes und am Systembeginn wiederholte Schlüssel und Tonartenvorzeichnungen klar der symbolischen Ebene zuzurechnen, so wie sie im Kontext der Sequenzmodellierung aufgefasst wurde. Insofern sind rekonstruierbare Umbrüche streng genommen zu berücksichtigen und stellen einen weiteren Faktor dar, der in der Überlieferungsgeschichte ebenfalls variiert und somit beobachtet werden kann.

### 7.3.2 Erzeugung der abstrakten Ebene

Neben der Modellierung der notierten Befunde in einer *symbolbasierten* Sequenz soll in diesem Entwicklungsstadium auch der logischen Dimension Rechnung getragen werden, um so nähere Aussagen über den Zusammenhang zwischen notiertem Befund und musikalischer Faktur zu berücksichtigen, ist diese doch wesentlich für das Ähnlichkeitsempfinden. Damit aber Aussagen zu treffen sind über das Verhältnis der – nach van Kranenburg<sup>23</sup> – substantiellen und repräsentationsbedingten Varianten, müssen beide Ebenen der Analyse zugeführt werden.

Bei der Modellierung dieser abstrakten Sequenzebene muss zunächst definiert werden, welche musikalischen Dimensionen berücksichtigt werden und wie diese eingebunden werden. Wie jedoch bereits im Verlauf der Ausführungen zu den inhaltlichen Anforderungen und auch der Kodierung

deutlich wurde, ist die Erzeugung eines musikalischen Textes auf der Basis des Quellenbefundes ein äußerst komplexer Prozess, der die Anwendung einer Vielzahl spezifischer Kenntnisse erfordert, die sich oftmals nicht durch ein verallgemeinerbares Regelgerüst formulieren lassen. Stattdessen beruhen sie vielmehr auf kontextabhängigen Einzelentscheidungen, die zum einen auf dem musikalischen Satz beruhen, zum anderen auf der Berücksichtigung des spezifischen historischen Kontextes der jeweiligen Quelle. Dieser Prozess mündet üblicherweise in einer kritischen Edition. Da der hier verfolgte Ansatz bereits deutlich von einem editorischen Anliegen abgegrenzt wurde<sup>24</sup>, ist festzuhalten, dass die Einbeziehung einer logischen musikalischen Ebene in die Analyse nur rudimentär zu leisten ist. So liegt der Fokus der Kodierung wesentlich auf der Dokumentation der Quellenbefunde. Um dies methodisch sauber zu gewährleisten, war es an einigen Stellen notwendig, Entscheidungen zu treffen, die der Integrität eines musikalischen Satzes entgegenstehen. So werden die Stimmen nicht gemeinsam betrachtet und auftretende Fehler bewusst akzeptiert. Mit dem Ausschluss der Konsultation konkordanter Quellen zur Klärung einzelner Stellen wurde im besonderen Maße die exakte Beschreibung einer Quelle ins Zentrum gestellt. Damit kann in der Kodierung prinzipiell eine Einordnung des Quellenbefundes nach logischen Gesichtspunkten nur in ergänzender Form vorgenommen werden. Außerdem wurde Wert darauf gelegt, das Maß an interpretativen Eingriffen so gering wie möglich zu halten, um die Fokussierung auf den gewählten Untersuchungsgegenstand zu gewährleisten.

Im Zuge der Formalisierung, die die rein automatisierte Aufbereitung der Kodierung für die Analyse darstellt, kann immer nur das berücksichtigt werden, was bereits Teil der Kodierung ist und sich anhand eines klar und allgemein formulierbaren Regelgerüsts prozessieren lässt. Bei der Modellierung der Sequenzparameter zeigt sich allerdings deutlich, dass, wo

---

<sup>24</sup> Siehe 5.1.



die Umsetzung als Symbolkette diesem methodischen Anspruch noch problemlos gerecht werden konnte, die Umsetzung einer logisch-musikalischen Ebene nicht auf ein Grundmaß an Interpretationsleistung verzichten kann. Stattdessen wird hier das Verhältnis zwischen den Informationsebenen deutlich. Eine logisch-musikalische Ebene kann somit, zumindest in Bezug auf mensural notierte Musik, streng genommen nicht Teil der notierten Form der Quelle sein. Sie stellt das Ergebnis der interpretativen Leistung im Rahmen des Leseprozesses dar. Aus diesem Grund können für diese Informationsebene nicht mehr die strengen methodischen Anforderungen gelten. Soll eine Analyse eine methodisch integere Quellenanalyse darstellen, kann die hier entwickelte logisch-musikalische Ebene nicht berücksichtigt werden. Sie wurde in diesem Kontext vielmehr aus einem explorativen Interesse mitentwickelt, um der Frage nachzugehen, ob eine ausschließliche Berücksichtigung extrahierter Symbolketten die inhaltlichen Anforderungen erfüllen kann. Auch im Rahmen der Entwicklung geeigneter Substitutionsregeln ist die Berücksichtigung gegenstandsbezogener Logik unerlässlich.

Die Erzeugung der abstrakten musikalischen Ebene erfolgt aufbauend auf der Extraktion der notierten Befunde. Während es im vorhergehenden Schritt um die Herstellung von Unterscheidbarkeit ging, soll nun in einer basalen Form den funktionalen und musikalischen Zusammenhängen Rechnung getragen werden. Als Grundlage hierfür werden sowohl die bereits beschriebenen Parameter der symbolischen Ebene genutzt als auch weitere Informationen aus der Kodierung extrahiert. Es geht – dies ist zu betonen – nicht darum, anhand der symbolischen Informationen musikalische Logik zu prozessieren. Dies entspräche nicht der hier verfolgten Fragestellung. Wesentliche Informationen, die nötig sind, um das musikalische Gefüge angemessen erfassen zu können, sind bereits Teil der Kodierung. So wurde auch grundsätzlich Wert darauf gelegt, die Prozessierungslogik mit so wenig konkretem Wissen über die jeweilige musikalische Faktur als möglich zu versehen. Stattdessen war es das Ziel, die formalisierte Beschreibung der

musikalischen Gegebenheiten in der Kodierung nach möglichst allgemeingültigen Grundregeln zu verarbeiten. Diese Kapselung von Verarbeitungslogik und Datengrundlage führt zwar dazu, dass eine Prozessierung unmöglich wird, sofern diese Informationen nicht Teil der Kodierung sind. Allerdings wird hierdurch bei gleichzeitiger Wahrung der inhaltlichen Integrität ein hohes Maß an Flexibilität gewährleistet, wie auch durch den Verzicht auf konkrete Vorannahmen zur musikalischen Faktur. Insofern kann diese Umsetzung durch ihren allgemeinen Charakter nur bis zu einem gewissen Grad die musikalischen Gegebenheiten eines konkreten Stückes präzise wiedergeben.

**Berücksichtigung notierter Akzidentien** Ein Teil der Modellierung liegt in der Präzisierung der Tonhöhen. In der symbolischen Sequenz dient die Tonhöhe als in Relation zur Schlüsselung angegebene Klassifikation der vertikalen Orientierung eines Symbols – dies ist zwar identisch mit der Tonstufe, darf an dieser Stelle aber nicht mit einer logischen Tonhöhe verwechselt werden. Um von logischen Tonhöhen im weitesten Sinne sprechen zu können, muss – unter Vernachlässigung einer konkreten Stimmung wie auch eines Tonsystems – zumindest rudimentär ein Bezug zwischen einer Tonstufe und Akzidentien hergestellt werden. Doch bereits eine derartig minimal implementierte Umsetzung birgt bereits zahlreiche Herausforderungen, die sowohl mit der Natur von Alterierungen im Tonsystem als auch mit einer anderen Rolle notierter Akzidentien zusammenhängen.<sup>25</sup>

Eine der wesentlichen Schwierigkeiten liegt insbesondere in der Abgrenzung der Interpretation notierter Akzidentien von der Ausführung satztechnisch bedingter Alteration.<sup>26</sup> In methodischer Hinsicht ist deutlich zu machen,

<sup>25</sup> Vgl. 5.2.2.

<sup>26</sup> Im Rahmen der Forschungsdebatte zur *musica ficta* wurde auch die Begründung für ihre Entwicklung in einem anonymen Musiktraktat aus Sevilla, „*scilicet causa necessitatis et causa pulchritudinis cantus*“, [Ben02, S. 66] unterschiedlich aufgefasst, vgl. bspw. [Ben02, 66f.], [Bla98]. An dieser Stelle soll von jeglichen Implikationen

dass letzteres nicht zu berücksichtigen ist, allerdings kann dieser Themenkomplex nicht gänzlich außen vor gelassen werden bei der Berücksichtigung notierter Akzidentien, insbesondere bei der Bewertung ihres Gültigkeitsbereiches. Auch muss angemerkt sein, dass es nur sehr schwer möglich ist, den Übergang zwischen der Deutung eines schriftlichen Befundes und editorischen Empfehlungen letztendlich zweifelsfrei abzugrenzen. Da sich allerdings die Art der interpretativen Leistung, die Definition der Gültigkeitsdauer eines jeweiligen notierten Akzidents, klar darstellen lässt, kann durch eine basale Akzidentienbehandlung zumindest eine annähernde Umdeutung des visuell-symbolischen Befundes in die logische Tonhöhe vorgenommen werden.

Hierbei wurde die Entscheidung getroffen, die Prozessierung im Rahmen der Formalisierung bewusst so eng wie möglich zu gestalten und dafür im Rahmen der Kodierung ein weiteres Eingreifen zu ermöglichen. Da sich letztlich notierte Akzidentien als Anweisungen zur Änderung melodischer Intervalle<sup>27</sup> auffassen lassen, ist es zwar möglich, das klangliche Ergebnis in moderner Hinsicht als Alteration einzelner Töne zu beschreiben. Es muss jedoch klar sein, dass es sich hierbei um eine anachronistische Erklärung handelt, die eine weitere Prozessierung ermöglicht. So wurde zunächst dem zuvor noch rein deskriptiv verwendeten Datentyp *AccidType* eine zusätzliche logische Dimension beigegeben, indem jedem Typ als Index der Wert zugewiesen wurde, dem die damit verbundene Alterierung im verwendeten Base-40-Format entspricht. Die Tonhöhe nach Anwendung

---

abgesehen werden, deshalb wird darauf verzichtet, von satztechnisch notwendigen Alterationen zu sprechen.

<sup>27</sup> Vgl. Ben02, 16f.

von Alterierungen ersetzt nicht die Eigenschaft *WrittenPitch*, sondern wird zusätzlich als *PitchWithAccid* gespeichert. Damit gilt:

$WrittenPitch + AccidType \mapsto PitchWithAccid,$

$$AccidType = \begin{cases} -1 & | \textit{Flat} \\ 0 & | \textit{Null} \\ +1 & | \textit{Sharp} \end{cases}$$

Auf dieser Basis kann die Anwendung der Alterierungen ohne größere Probleme erfolgen. Der Hauptanteil der Prozessierung behandelt somit die Detektion der zu alternierenden Noten. Hierbei ist die Unterscheidung von Accidental-Objekten und KeyAccidental-Objekten essenziell für die Festlegung des Gültigkeitsbereiches.

Vorzeichnungen treten üblicherweise am Beginn eines Systems auf und gelten für die ganze Zeile. In wenigen Fällen befindet sich eine Vorzeichnung nur am Beginn eines Stimmblocks, beispielsweise im Altus von ‚Tu solus qui facis mirabilia‘ in [VatS 41]. Auch können sie sich über mehrere Systeme eines Stimmfeldes hinweg ändern. Häufig werden, je nach Tonumfang im System, die Stufen beider im Liniensystem erfassten Oktaven separat angezeigt, sobald es nötig wird.<sup>28</sup> Aus diesem Grund wurden Vorzeichnungen bis zum jeweiligen Systemende, dem nächsten Custos-Objekt, angewendet. Sind in nachfolgenden Systemen keine Vorzeichnungen enthalten, auch wenn das erste System über eine solche verfügt, wird somit auch keine Vorzeichnung berücksichtigt. Da eine separate Vorzeichnung für mehrere Oktaven vorhanden sein kann, werden KeyAccidental-Objekte auch nur für die jeweilige Oktave, in der sie notiert sind, berücksichtigt.

<sup>28</sup> Dies ist auf die beiden Doppelstufen *b/h*, bzw. *bb/hh* im Gamut zurückzuführen. Siehe auch 5.2.2.

Ebenso streng werden auch Accidental-Objekte behandelt. Eine Modifikation wird nur berücksichtigt, wenn sich das direkt folgende Note-Objekt auf derselben vertikalen Höhe befindet oder das Akzidens über oder unter einer Note notiert wurde. Darüber hinaus auftretende Objekte werden nicht mehr betrachtet. Zeigt sich im Rahmen der Kodierung, dass ein notiertes Akzidens oder eine Vorzeichnung auch eine nicht in dieser Definition beschriebene Note modifizieren sollte, kann durch das Attribut @accid.ges die manuelle Anweisung zur Alteration gegeben werden.

**Erzeugung relativer Dauern** Die Prozessierung relativer Dauern anhand der Kodierung ist nur bedingt unproblematischer als die erwähnte Akzidentienfrage. Zwar kann hier auf ein detailliert ausgearbeitetes und klares Regelsystem zurückgegriffen werden, das aber dennoch innerhalb des musiktheoretischen Diskurses des 15. und 16. Jahrhunderts unterschiedliche Entwicklungsstufen durchläuft.<sup>29</sup> Um eine korrekte Prozessierung zu gewährleisten, ist es zum einen notwendig, genau diese Entwicklungsstufen zu erfassen und entsprechend Alternativmodelle zur Prozessierung für die Bestandteile bereitzustellen, die gravierende funktionelle Unterschiede aufweisen. Zum anderen muss im Prozess der Kodierung die Einschätzung erfolgen, welches Regelsystem für den jeweiligen Quellenbefund anzuwenden ist. In diesem Zuge ist es außerdem notwendig klar zu definieren, wie anhand der Kodierung die jeweils notwendige Prozessierungslogik ausgeführt wird. Sofern diese entsprechend notwendigen Informationen vorhanden sind, lassen sie sich anhand des vorhandenen Systems in einer Weise verarbeiten, die über die konkrete Einschätzung am Quellenmaterial hinaus kaum Gefahr läuft durch einen zu starken interpretativen Eingriff den Untersuchungsgegenstand aus dem Blickfeld zu verlieren.

---

<sup>29</sup> Eine grob zusammenfassende Darstellung der Entwicklungslinien findet sich bei Bus93, S. 227–232.

Wie bereits deutlich wurde, ist es zunächst notwendig, die entsprechenden logischen Informationen als Prozessierungsgrundlage der Kodierung beizufügen. Hierfür wurden in der Kodierung dem <mensur>-Element die logischen Attribute @tempus, @prolatio etc. (siehe S. 290) beigegeben. Ebenso wurden dem <proport>-Element die Attribute @num/@numbase beigegeben, wie auch das zur Identifikation des betroffenen Notentyps neu hinzugefügte Attribut @mse:affected.<sup>30</sup> Auch wurde hierfür die Modifikation der Notendauern durch @num/@numbase (siehe Abschnitt 6.3 zur genaueren Erläuterung der Kodierungsweise) dokumentiert.

Um die relative Dauer anzugeben, bietet es sich an, eine normierende Einheit zu wählen, die damit immer den Wert  $z_n = 1$  erhält. Bei der Auswahl dieser Normeinheit können prinzipiell zwei Strategien verfolgt werden. Es kann ein Notenwert zugrunde gelegt werden, aber auch ein nach logischen Gesichtspunkten gewählter Formabschnitt. So zeigt sich beispielsweise bei van Kranenburg, dass neben allen tonhöhenbasierten Parametern die sog. *phrase position* die besten Ergebnisse zeigte.<sup>31</sup> Hierbei wurde jede Phrase mit der Dauer 1 bemessen und jede Note wurde entsprechend ihrer rhythmischen Position als  $n_{phrpos} \in \mathbb{R}[0; 1]$  angeben.<sup>32</sup>

Im Sinne des untersuchten Volksliedkorpus ist diese Wahl zu bevorzugen, da sich gerade hier die hohe Relevanz der Phrasen zeigt. Ein derartiges Vorgehen wurde auch für den aktuellen Fall in Erwägung gezogen, allerdings erschien es bei weiterer Betrachtung nicht robust genug. Im Gegensatz zu dem bei van Kranenburg verwendeten Korpus ist es bei der Betrachtung von Kodierungen basierend auf Quellenmaterial notwendig, auf Inkonsistenzen reagieren zu können. Sind Kodierungen durch Lücken und Unklarheiten korrumpiert, lassen sich Phrasen nicht immer erfolgreich abgrenzen, stattdessen müssen einfachere Abschnitte gefunden werden. Außerdem ist auch

---

<sup>30</sup> Siehe S. 291.

<sup>31</sup> Kra10, S. 112.

<sup>32</sup> Siehe Kra10, S. 94–95.

bei der Normierung der Dauern auf formale Abschnitte dennoch zuvor die Bestimmung der Relationen zwischen den Notenwerten nötig. Aus diesem Grund wurde zunächst eine notentypabhängige Normierung gewählt. Auf der Basis des im kodierten Material vorherrschenden *tempus imperfectum diminutum* bot sich eine Festlegung auf Brevis-Einheiten<sup>33</sup> an:

$$d_{Brevis} = 1$$

Zur Ermittlung von relativen Dauern im Zuge der Prozessierung wird zunächst anhand der logischen Attribute des Mensur-Objektes ein Dictionary **MetricTable** initialisiert, um die vorherrschenden Teilungsverhältnisse zu beschreiben. Jeder Notenwert erhält darin seine unmodifizierte Standarddauer als Vielfaches einer Brevis zugewiesen, die immer in einem Verhältnis von 2 oder 3 zum benachbarten Notenwert stehen müssen. Auf dieser Basis lassen sich sämtliche unmodifizierten Dauern ( $d$ ) der Ausgangsmensur dem Dictionary entnehmen. Lokale Modifikationen durch Punkte, Colorierung, Imperfektionierung oder Alteration, die durch @num/@numbase als Teil von <note> kodiert werden, können direkt auf diesen Basiswert angewendet werden. Diese relative Dauer im Verhältnis zur Brevis wird dann als *Breveduration* verwendet:

$$Breveduration_x = d_{Notenwert} \cdot \frac{@num}{@numbase}$$

Als für sich allein stehender Wert, der ohne den Kontext der umliegenden Sequenzobjekte aussagekräftig ist, wird dieser zudem nicht durch vorangegangene Lücken, z. B. durch Schäden, beeinträchtigt – sofern die Lücke keinen Mensurwechsel oder eine Proportion beinhaltet hätte.

---

<sup>33</sup> Der Umstand, dass außerdem zu beobachten ist, dass unabhängig von einem Tactus Schreiber nach Möglichkeit Systemumbrüche an Brevis-Einheiten auszurichten versuchen, gibt dieser Wahl zusätzliches Gewicht [vgl. Sch18, S. 74].

Die Implementierung von Proportionen und Mensurwechseln nimmt eine Sonderstellung ein, da sich hier zum einen die erwähnten Entwicklungsstufen des Mensuralsystems zeigen, zum anderen aber auch Unsicherheiten in Bezug auf das Verhältnis von Theorie und Praxis. Aus diesem Grund ist auch an dieser Stelle anzumerken, dass es sich hier um eine basale logische Annäherung dieser Zusammenhänge handelt, die entsprechend des musiktheoretischen Diskurses erfolgt.

Grundsätzlich handelt es sich bei Mensurwechseln und Proportionen um unterschiedliche Phänomene, die dennoch verwandt sind. Während Masuren die hierarchischen Teilungsverhältnisse der Notenwerte beschreiben, beschreibt eine Proportion ein sich änderndes Verhältnis desselben Notenwertes entweder im Vergleich unterschiedlicher Stimmen oder als sukzessiver Wechsel innerhalb ein und derselben Stimme. Im Falle eines sukzessiven Wechsels führt die Proportion zu einer Änderung der relativen Dauer eines oder mehrerer Notenwerte, wohingegen im Vergleich unterschiedlicher Stimmen sich die Relation der Notendauern der jeweiligen Stimmen zueinander ändert. Da sowohl die Analyse als auch die Formalisierung nur stimmenweise ausgeführt wird, sind hierfür nur sukzessive Wechsel von Belang. Das Verhältnis der Stimmen zueinander wird hier nicht weiter betrachtet.

Bei der Betrachtung von Mensurwechseln ändern sich in erster Linie die Teilungsverhältnisse der Notenwerte. Hieraus ergibt sich insofern – zumindest partiell – auch eine Änderung der relativen Dauern, da die Teilungsverhältnisse vor und nach einem Wechsel miteinander in Relation gesetzt werden müssen, insbesondere da diese üblicherweise auch im Verhältnis zum herrschenden Tactus betrachtet werden müssen. Da auch ein Wandel in der Festlegung des Tactus beobachtet werden kann<sup>34</sup>, wurde dieser zur Vereinfachung des ohnehin schon komplexen Systems bewusst nicht als Bezugspunkt für die Darstellung gewählt. Stattdessen bietet die Wahl der

---

<sup>34</sup> Siehe Bus93, S. 231.



Brevis als normierende Einheit die Möglichkeit, sich zunächst nur den Verhältnissen der Notenwerte selbst zu widmen. In diesem Zuge muss lediglich beachtet werden, ob entweder die Brevis oder die Minima als über den Mensurwechsel hinweg gleichbleibender Wert anzunehmen ist.<sup>35</sup> Eine pauschale Annahme über einen äquivalenten Notentypen zu treffen wäre somit auf der Basis dieser historischen Situation nicht empfehlenswert. Aus diesem Grund erscheint es sinnvoll, diese Entscheidung für das jeweilige Stück im Rahmen der Kodierung zu treffen, und dann die Änderung in **MetricTable** entsprechend auszuführen. In Hinblick auf die weiteren Ausführungen ist anzumerken, dass sich bereits hierdurch schon Proportionen ergeben.

Rhythmische Proportionen beschreiben zunächst einmal Verhältnisse, ‚Brüche‘, in denen eine Anzahl von Noten im Zähler zu einer abweichenden Zahl von Noten desselben Typs im Nenner gleich gemacht werden sollen.<sup>36</sup> Damit ist allerdings noch nicht klar, ob sich im Rahmen dieser Verhältnisse nun auch die Mensur, also die hierarchischen Teilungsverhältnisse der Notenwerte, ändern. In Busse Bergers Darstellung zur Entwicklung des Verständnisses von Proportionen in der Musiktheorie des 15. Jahrhunderts zeigen sich Entwicklungsprozesse, die gravierende Auswirkungen auf eine allgemein nutzbare Prozessierungslogik haben. So zeigt sie, dass sämtliche unter frühen Theoretikern gebräuchliche Proportionen diejenigen sind, die sich unter Annahme einer äquivalenten Brevis durch die Kombination von Mensurzeichen darstellen lassen. Daraus schließt sie, dass Proportionen nicht nur dazu dienten, die in der französischen Notation übliche Mini-

---

<sup>35</sup> Busse Berger behandelt die Verhältnisse von perfektem und imperfektem Tempus, wie auch *Prolatio maior* und *minor* ausführlich. Hierbei arbeitet sie die Positionen der Theoretiker heraus [siehe Bus93, S. 51–199]. So kann festgehalten werden, dass Brevenäquivalenz ebenso wie die Minimenäquivalenz existierte, aber außerhalb Italiens nicht gebräuchlich war. Trotzdem wurde sie noch bis um 1500 verwendet [Bus93, S. 83 bzw. S. 231].

<sup>36</sup> Bus93, S. 164.

menäquivalenz zu ersetzen, sondern auch dazu, eine arithmetisch präzise Notation zu liefern.<sup>37</sup>

Die wesentlichen Unterschiede im Verständnis von Proportionen im Laufe des 15. Jahrhunderts, folgt man Busse Berger, lassen sich durch die Entwicklung der Proportionen von einem Substitut für Mensurzeichen hin zu einem eigenständigen Element verstehen. So lassen sich anhand der Verwendung von Proportionszeichen Rückschlüsse auf das ihnen zugrundeliegende Verständnis ziehen. Wenn Proportionszeichen als Substitut für Mensurzeichen verstanden werden, werden sie üblicherweise nicht kumulativ verwendet. Das Proportionszeichen bezieht sich in diesem Fall auf das vorhergehende Mensurzeichen, sämtliche dazwischen befindlichen Proportionszeichen sind bei der Ausführung der Proportion nicht zu berücksichtigen.<sup>38</sup> Sofern sie als Substitut für Mensurzeichen verwendet wurden, herrschte zudem die Ansicht vor, dass Proportionszeichen auch die zugrundeliegende Mensur – die Teilungsverhältnisse – modifizieren können.<sup>39</sup> Dies erfordert somit auch die Anwendung von Alterations- und Imperfizierungsregeln, wenn in ein *Tempus perfectum* oder eine *Prolatio maior* gewechselt wird. Erst Tinctoris und Gaffurius betonten, dass die vorherrschende Mensur nicht durch eine Proportion verändert werden kann, sondern nur durch ein weiteres Mensurzeichen.<sup>40</sup> Auch verwendeten Tinctoris und Gaffurius Proportionen kumulativ.<sup>41</sup> Darüber hinaus zeigt Busse Berger Zusammenhänge zu der Annahme der äquivalenten Brevis bzw. der äquivalenten Minima. Wenn die Brevis als äquivalent angenommen wird, können sowohl Proportionen als auch Messuren Diminutionen anzeigen.<sup>42</sup> Wird die Minima als äquivalen-

---

<sup>37</sup> Bus93, S. 178.

<sup>38</sup> Vgl. Bus93, S. 183.

<sup>39</sup> Vgl. Bus93, S. 186, 195.

<sup>40</sup> Vgl. Bus93, S. 187f.

<sup>41</sup> Vgl. Bus93, S. 183–185.

<sup>42</sup> Vgl. Bus93, S. 195.

ter Notenwert angesehen, führt eine Änderung der Mensur nicht zu einer Diminution. Hierfür ist dann die Verwendung von Proportionen nötig.

Ebenso zeigt sich eine Entwicklung des *tactus* (bzw. *mensura*, *batutta*) und des gewählten Bezugspunktes für Proportionen. So ist in den theoretischen Traktaten seit den 1430er Jahren der bei Proportionen zu vergleichende Notenwert abhängig vom *tactus*, der je nach Mensur auf der Minima, der imperfekten Semibrevis oder der Brevis geschlagen werden konnte. Diese waren entweder identisch, oder der vergleichende Notenwert war – im Falle der *sesquialtera* – Teil des *Tactus*.<sup>43</sup> Wieder macht Busse Berger Tinctoris als frühesten Vertreter einer Gruppe Musiktheoretiker aus, die fast immer die Semibrevis als Vergleichswert für Proportionen nutzen, mit Ausnahme der *sesquialtera*, die auf ein *tempus perfectum* folgend Minimen vergleicht.<sup>44</sup> Dieser Wandel ging, so Busse Berger weiter, mit einem generellen Transfer des *tactus* auf die Semibrevis, unabhängig von der zugrundeliegenden Mensur, einher.<sup>45</sup>

Diese Situation erschwert die Entwicklung einer allgemein verwendbaren Prozessierung von Proportionen enorm. Zum einen ist eine saubere Einschätzung der intendierten Funktionsweise von Proportionen einer konkreten Quelle nötig, die zu einer eindeutigen Beschreibung im Kontext der Entwicklung des Mensuralsystems führt. Zum anderen zeigt sich, dass die regelgeleitete Modifikation der Mensur anhand einer Proportion zu weiteren spezifischen Problemen führt, besonders in den Fällen, in denen eine Proportion die Teilungsverhältnisse mehrerer Ebenen betrifft und auch zusätzliche Diminutionen hinzukommen – beispielsweise in Fällen wie der *dupla sesquiquarta* 9:4 oder der *sesquioctava* 9:8. Zudem ist die Unterscheidung einer kumulativen Verwendung von Proportionen und einer nicht-kumulativen Anwendung eine Information, die unerlässlich für

---

<sup>43</sup> Vgl. Bus93, S. 213f.

<sup>44</sup> Vgl. Bus93, S. 220f.

<sup>45</sup> Vgl. Bus93, S. 225 bzw. S. 231.

eine korrekte Prozessierung ist und somit unbedingt zweifelsfrei anhand der Kodierung getroffen werden muss. Basale Mensuränderungen wie bei einer *sesquialtera* sind wie bereits vorgeschlagen<sup>46</sup> darstellbar, komplexere Auswirkungen von Proportionen auf die herrschende Mensur allerdings nicht mehr. Stattdessen könnte, entsprechend der von Busse Berger geschilderten Entwicklung der Emanzipation des Proportionszeichens von der Mensur, eine Lösungsmöglichkeit darin liegen, lediglich die als eigenständig zu verstehenden Proportionen als ‚echte‘ Proportion aufzufassen und dementsprechend auch mit <proport> zu kodieren und zu prozessieren. Alle Proportionen, die nicht diesen Anforderungen entsprechen, würden dann als Mensurwechsel verstanden und demnach mit <mensur> kodiert werden. Allerdings wäre dies nicht mit dem bisher verfolgten Ansatz einer *zeichenbasierten Kodierung* vereinbar, da hier eine semantische Umdeutung eines visuell klar zuzuordnenden Zeichens erfolgt. Denn letztendlich sind Proportionszeichen aufgrund ihres visuellen Erscheinungsbildes klar von Mensurzeichen zu unterscheiden, auch wenn die spezifische Funktion sich erst im Laufe einer Entwicklung ergibt. Sofern sich die Betrachtung der logischen Ebene als absolut notwendig erweisen sollte, wäre dies sicherlich die effizienteste Lösungsmethode.

Im aktuellen Untersuchungsrahmen muss diese Entscheidung noch nicht getroffen werden, da die vorliegenden Mensur- und Proportionszeichen dies noch nicht unbedingt erforderlich machen. Dennoch sind einige wesentliche Punkte zu beachten: So erfordern nur sukzessiv wirkende Proportionen eine entsprechende Behandlung, lediglich vertikal relevante Proportionen können im Rahmen der Prozessierung vernachlässigt werden. Am einfachsten kann dies geschehen, indem im letzteren Fall auf die Kodierung logischer Attribute verzichtet wird. Allerdings zeigt sich hier durch eine prinzipiell unvollständige Kodierung, dass in einem umfassenderen Rahmen Strategien

---

<sup>46</sup> Siehe 6.3.

zur Trennung von visueller Gestalt und logischer Ebene im Umgang mit Mensuralnotation dringend notwendig sind. Außerdem zeigt sich, wie wichtig ein grundlegendes Verständnis der musikalischen Zusammenhänge eines Stückes vor dem Hintergrund der spezifischen Notationskonventionen einer Quelle sind. So muss bereits im Rahmen der Kodierung erkannt werden, ob eine Proportion einen vollständigen Mensurwechsel impliziert, der die Anwendung von Imperfizierungs- und Alterationsregeln erforderlich macht oder nicht. Damit einhergehend muss außerdem klar sein, ob sie sich auf einen speziellen Notentypen und die ihm hierarchisch untergeordneten Notentypen auswirkt, oder ob eine gleichmäßige Diminution über alle Notentypen hinweg vorliegt. Letzteres kann durch die Verwendung bzw. das Weglassen des Attributes @mse:affected erreicht werden. Ohne einen konkreten Notentyp als Bezugspunkt für eine Proportion muss diese als gleichmäßig verstanden werden. Durch die Angabe eines Notentyps wird dieser zum Ausgangspunkt einer Diminution oder Augmentation. Da Notentypen, die hierarchisch über dem angegebenen Typen liegen, davon nicht betroffen werden, impliziert das eine Änderung der Teilungsverhältnisse an dieser Stelle. Ein vollständiger Mensurwechsel findet dann statt, wenn zusätzlich auch Auswirkungen auf die (Nicht-)Anwendung von Imperfizierungs- und Alterationsregeln zu beobachten sind.<sup>47</sup> In einem derartigen Fall werden die Regeln innerhalb der Kodierung entsprechend berücksichtigt.

Einen Sonderfall bei der Prozessierung stellen Divisi-Passagen dar. Diese wurden zunächst als <chord> kodiert – da in diesen Fällen nicht von einer zusätzlichen eigenständig agierenden Stimme auszugehen ist – und in der Sequenz als zwei folgende Elemente mit gleicher Position dargestellt. Bei der

---

<sup>47</sup> Diese Frage scheint unabhängig von der reinen Berechnung der Dauer zu sein. So weist Busse Berger darauf hin, dass in Beispielen Tinctoris' eine *sesquialtera* folgend auf ein *tempus imperfectum* dennoch zu perfekten Breven führt, obwohl er ein klarer Vertreter der Beibehaltung der Originalmensur war. Sie wirft darauf folgend die Möglichkeit auf, dass sich diese Aussage in erster Linie auf die Anwendung von Imperfizierung und Alteration beziehen könne [vgl. Bus93, S. 188f.].

Berechnung der relativen Dauern wäre es fehlerhaft, jedes Objekt auf einer Position zu berücksichtigen. Dies ergäbe zwar Werte, die sich in Bezug auf Ähnlichkeit analysieren lassen, allerdings entspricht dies nicht dem Anliegen, eine logisch-musikalische Ebene zu modellieren. Es geht vielmehr darum, sich hier bewusst dem logischen Verständnis der musikalischen Zusammenhänge anzunähern. Aus diesem Grund ist es erforderlich, die relativen Positionen pro Position zu ermitteln. Sollte sich also an derselben Position mehr als ein Note- bzw. Rest-Objekt befinden, wird nur die Dauer des ersten berücksichtigt. Gleichzeitig wird geprüft, ob das folgende Objekt über die gleiche Dauer verfügt. Falls nicht, wird an dieser Stelle die Prozessierung abgebrochen, da in einem derartigen Fall kein nutzbares Ergebnis erzielt werden kann. Im Rahmen der Kodierung<sup>48</sup> sollten bei einer Divisi-Passage die Objekte an derselben Position nicht über die identische Dauer verfügen, läge eine eigenständig agierende Stimme vor, die auch als solche behandelt werden müsste.

### **Behandlung von Unvollständigkeiten und klärenden Eingriffen**

Ein weiterer zu berücksichtigender Faktor bei der Prozessierung der logischen Dimension ist die Behandlung von Unvollständigkeiten und missverständlichen Passagen. Im Gegensatz zu Ambiguitäten, die bereits als solche anhand der Kodierung mit der eingeführten Eigenschaft zur Beschreibung der Evidenz gekennzeichnet sind und lediglich in der Analyse eine entsprechende Berücksichtigung erfahren müssen, handelt es sich bei Unvollständigkeiten um Fälle, die bereits auf die Erzeugung einer logischen Dimension erhebliche Auswirkungen haben. Bereits im Rahmen der Anforderungsanalyse wurde deutlich, dass der Umgang mit Quellenmaterial auch immer die Diskussion um fehlerhafte Stellen und klärende Eingriffe beinhalten muss.<sup>49</sup> Soll nun die Erzeugung einer logischen Dimension

---

<sup>48</sup> Siehe S. 288.

<sup>49</sup> Siehe 5.2.1 bzw. 6.3.

erfolgen, ist eine Klärung erforderlich, wie weit Eingriffe im Zuge der Prozessierung notwendig und wie weit sie methodisch vertretbar sind. Hierzu soll an dieser Stelle auf die zuvor angerissenen Themenkomplexe *Fehler*, *schemakonforme Quellendarstellung* und *unvollständige* sowie *redundante Notation* eingegangen werden.

Wie bereits erwähnt wurde, muss prinzipiell auf eine Fehlerkorrektur verzichtet werden, auch wenn es sich um gravierende Satzfehler handeln sollte. Stattdessen ist es möglich, diese kenntlich zu machen, beispielsweise wenn diese innerhalb der Quelle selbst bereits korrigiert wurden. Auf die weitere Prozessierung darf diese Kennzeichnung allerdings keinen Einfluss haben – sie dient vielmehr als offensichtliches Zeugnis der Kenntnisnahme. An anderer Stelle kann, wie erwähnt, durch die Kennzeichnung streng genommen fehlerhafter Passagen überhaupt erst eine Kodierung des Sachverhaltes möglich sein. Diese Einzelfälle müssen dann auch selbstverständlich im Rahmen der Formalisierung abgebildet werden, aber die Verwendung von `<sic>` sollte auch in diesem Fall über diesen Zweck hinaus keine besondere Behandlung erfahren.

Eine Ausnahme in der Fehlerbehandlung muss die Behandlung *unvollständiger Notation* darstellen. In einem solchen Fall liegt zwar – streng genommen – ein Fehler vor, allerdings ergibt sich üblicherweise durch den Kontext sehr schnell der musikalische Sinn – zumeist schon während der grundlegenden Orientierung im Notat. Gravierend ist eine unvollständige Notation in Hinblick auf eine weitere Prozessierung, da sie diese komplett unmöglich machen kann, z. B. durch fehlende Mensurzeichen.<sup>50</sup> Soll aber eine Prozessierung erfolgen, ist es notwendig, diese zu ergänzen. Insbesondere wenn ein formal unvollständiges Notat die Lesefähigkeit nicht einschränkt, ist es zur Erzeugung einer Repräsentation der logischen Dimension legitim, die fehlende Prozessierbarkeit herzustellen. Dies kann geschehen, indem

---

<sup>50</sup> Siehe Abb. 5.2.

Elemente wie beispielsweise fehlende Mensurzeichen im Rahmen der Kodierung mit <supplied> als hinzugefügt gekennzeichnet werden. Somit können Hinzufügungen im Rahmen der Kodierung zulässig vorgenommen werden, die eine unabhängige Lesbarkeit und auch formale Prozessierbarkeit einer einzelnen Stimme gewährleisten. Derartige Eingriffe müssen so klein wie möglich gehalten werden und dürfen auch nur der Prozessierbarkeit dienen. Ebenso gilt auch in diesem Fall der absolute Verzicht auf die Konsultation konkordanter Quellen. Außerdem muss die durchgängige Erkennbarkeit als Hinzufügung unbedingt gewährleistet sein, insbesondere da im Rahmen einer rein symbolischen Betrachtung diese Eingriffe keinerlei Berücksichtigung erfahren dürfen. Im Rahmen der Prozessierung der logischen Dimension, die nicht dieselben strengen methodischen Anforderungen haben kann, ist es so dennoch möglich, diese Hinzufügungen heranzuziehen. Hierzu wird den Passagen, die in der Kodierung mit <supplied> kodiert wurden, auch bei der Formalisierung der Evidenzwert ‚Supplied‘ zugewiesen. Im Rahmen der Analyse können diese Elemente entsprechend behandelt werden. So erscheint es angemessen, dass in einem Alignment Objekte, die in der Kodierung ergänzt wurden, nicht in Objekte substituieren können, die Teil des notierten Befundes einer Quelle sind. Somit wird vermieden, dass Vergleiche mit einem ergänzten Objekt durchgeführt werden – genau genommen fehlt dieses ja. Durch die daraus folgende Erzeugung einer Insertion/Deletion schlägt sich das im Quellentext fehlende Objekt so auch auf das Alignment nieder.

Weitaus komplexer ist die Einschätzung im Falle *redundanter Notation*. Die Klassifikation einer Stelle als solche beinhaltet bereits ein hohes Maß an interpretativer Leistung und basiert immer auf einer sehr stark kontextbedingten Einzelfallentscheidung, die zudem ein hohes Maß an Repertoirekenntnis erforderlich macht. Eine wesentliche Schwierigkeit liegt zudem darin begründet, dass es sich bei redundanter Notation nicht um Fehler handelt, sondern um die Einschätzung, ob eine Passage entsprechend der



formalen Regeln zu interpretieren und damit auch zu prozessieren ist, oder ob an dieser Stelle aufgrund des musikalischen Gefüges eine strikte Befolgung der Notationsregeln zu einer Missinterpretation des Textes führen würde, da in einem konkreten Fall ein Sachverhalt verdeutlicht wird, der formal gesehen bereits erfüllt ist. Zu bemerken ist, dass sich für derartige Entscheidungen nur schwer allgemein fassbare Leitlinien formulieren lassen, da es sich immer um Einzelfallentscheidungen handelt. Aus diesem Grund soll an dieser Stelle vielmehr der bereits angerissene Fall<sup>51</sup> eingeordnet und diskutiert werden.

Wie bereits erläutert wurde<sup>52</sup>, wird in [SGallS463] im dritten Teil von ‚Tu solus qui facis mirabilia‘ die *sesquialtera* nach einer Generalpause wiederholt. Im Rahmen der Prozessierung würde diese zusätzliche Proportion entsprechend der Notationsregeln auch ein weiteres Mal angewendet werden, auch wenn eine nochmalige Diminution musikalisch nicht angemessen wäre. Entsprechend des vorhergehenden Verlaufes erscheint stattdessen eine redundante Verwendung des Proportionszeichens als wahrscheinlich. Dieser Befund ist gerade im Zusammenhang mit der zuvor besprochenen Erzeugung relativer Dauern in besonderer Weise diskussionsbedürftig. Würde man die Verwendung der Proportionen entsprechend der Konventionen des 15. Jahrhunderts als Substitut für ein Mensurzeichen verwenden, stünde die Frage, ob es sich um eine redundante Hinzugabe handelt, nicht im Raum. In diesem Kontext wären Proportionen nicht als kumulativ zu verstehen und durch den Bezug auf die Anfangsmensur würde sich, selbst wenn die Proportion prozessiert würde, keine Änderung ergeben. Legt man aber das Verständnis Tinctoris’ oder Gaffurius’ zugrunde, sind Proportionen allerdings sehr wohl kumulativ anzuwenden. So müsste an dieser Stelle auch strenggenommen eine weitere kumulative Anwendung der *sesquialtera* stattfinden. Die Verwendung des Proportionszeichens  $\frac{3}{2}$ , also mit einem

---

<sup>51</sup> Siehe Abb. 5.3.

<sup>52</sup> Siehe 5.2.1.

zusätzlichem Kreis als Zeichen für die implizite Änderung der Mensur, kann als im Einklang mit dem Proportionsverständnis von Tinctoris und Gaffurius betrachtet werden.<sup>53</sup> Somit ist es also auch in Hinblick auf den notationshistorischen Kontext notwendig, hier entweder eine redundante Verwendung anzunehmen oder die Proportion bei der Prozessierung als formal bindend anzusehen. Die Positionierung nach einer metrisch freien Passage und folgend auf eine Generalpause ermöglicht, da vor allem die *sesquialtera* einer *sesquialtera* als recht unüblich angesehen werden kann, die Einschätzung des Proportionszeichens als redundant. Dieses Beispiel veranschaulicht besonders deutlich, wie viel Vorwissen derartige Einschätzungen im Rahmen der Kodierung erfordern. Aus diesem Grund ist die Fragestellung der logischen Prozessierung (vermeintlich) redundanter Passagen so problematisch. Um aber letztlich auch diese Fragestellung bis zur konkreten Prozessierung durchzuspielen, bietet es sich an, dieses Proportionszeichen unter den aktuellen Umständen als redundant zu betrachten.<sup>54</sup> Eine Kennzeichnung der Proportion mit <sic> kann nicht als sinnvoll angesehen werden, da bereits festgestellt wurde, dass diese aufgrund methodischer Gesichtspunkte keinerlei Auswirkung auf die Prozessierung haben darf. Auch muss das Symbol unbedingt Teil der Kodierung und der erzeugten Sequenz sein, um die symbolisch-visuelle Ebene korrekt wiederzugeben. Letztlich bleibt als Möglichkeit, um ein Symbol zwar visuell zu dokumentieren, dessen logische Prozessierung aber zu verhindern, bei der Kodierung auf die logischen Attribute zu verzichten und nur mit @altsym die visuelle Information beizugeben. Somit muss keine spezielle Anpassung des MEI-Schemas vorgenommen werden und es kann auf eine aufwendige Sonderbehandlung bei der Prozessierung verzichtet werden. Aus Gründen

<sup>53</sup> Vgl. Bus93, S. 190, 192, 196.

<sup>54</sup> Eine Konsultation der konkordanten Quellen würde diesen Eindruck stützen, wenn sie zulässig wäre. Dies darf allerdings nicht als Begründung hierfür herangezogen werden, sei aber in dem an dieser Stelle äußerst experimentellen Stadium der Untersuchungen angefügt. Letztlich zeigt sich, dass ein Verfahren entwickelt werden muss, dass auch derartige Fälle bewältigen kann.

der besseren Nachvollziehbarkeit kann diese mit <reg> als *regularization* gekennzeichnet und entsprechend annotiert werden. Eine Berücksichtigung dieser Kennzeichnung als besonderer Evidenz-Status kann den Eingriff dokumentieren, ist aber in Hinblick auf die nicht veränderte Integrität der symbolbasierten Sequenz nicht notwendig.

Gerade in Bezug auf den Umgang mit Unvollständigkeiten und speziellen Notationskonventionen wird deutlich, weshalb die Modellierung einer logischen und musikalischen Gesichtspunkten unterworfenen Informationsebene methodisch separat zu betrachten ist. Allein die (Re-)Konstruktion des musikalischen Textes anhand eines Quellenbefundes erfordert bereits ein Maß an Interpretationsleistung, das sich im Rahmen einer reinen Quellenanalyse als diskussionsbedürftig darstellt. Auch zeigt sich, dass nicht nur die Wahrung der Integrität und Prozessierbarkeit eines musikalischen Gefüges diese Interpretationsleistung erfordert, sondern auch das basale Verständnis der wesentlichen musikalischen Parameter betroffen ist. Die Einschätzung des mensuralen Gefüges eines Stückes geht weit über die bloße Klassifizierung eines Symbols hinaus. Vielmehr müssen notationsspezifische Konventionen berücksichtigt und im Lichte des jeweils vorliegenden Kontextes bewertet werden. Ebenso zeigt sich, dass selbst die stabilste Komponente der europäischen Notationsgeschichte seit dem Mittelalter, die Notation der Tonhöhe, einen Deutungsprozess erfordert, der nicht exakt und widerspruchsfrei genug geregelt ist, um keinerlei interpretative Leistung zu benötigen – auch über die reine Lesefähigkeit historischen Quellenmaterials hinaus. Stattdessen wird vielmehr deutlich, dass der Übergang vom bloßen Lesen einer Quelle hin zur Entwicklung eines musikalisch sinnvollen und entsprechend der jeweiligen Musiklehren korrekten Textes fließend ist. Zusammenfassend kann in Hinblick auf die Modellierung der logisch-musikalischen Dimension konstatiert werden, dass sie immer nur unter der Maßgabe ‚so wenig wie möglich, so viel wie gerade nötig‘ geschehen muss. Jeder Parameter und jedes spezielle Notationsphänomen erfordert hierbei

eine gesonderte Betrachtung. Eine methodisch einwandfreie Wiedergabe des Quellenbefundes ist ein Anliegen, das in diesem Zuge nicht erfüllt werden kann.



## Kapitel 8

### Analyse:

# Zum Verhältnis von notiertem und bezeichnetem Klang

Nachdem die Ausführungen zum Variantenbegriff und dessen Anwendung in der Filiation<sup>1</sup> vor allem auch in Hinblick auf die Frage, wie sich Varianten einerseits beschreiben lassen und welches Maß an Variation bei der Konstruktion eines Stemmas erforderlich ist, zeichnen die diskutierten Fallbeispiele<sup>2</sup> in dieser Hinsicht ein gemischtes Bild. Auf der einen Seite lässt sich eine Tendenz erkennen, vor allem Änderungen bezüglich Tonhöhe und -dauer Vorrang zu gewähren, andererseits ist festzuhalten, dass diese Auswahl zu einem erheblichen Maß kontextabhängig ist. Ebenso zeigt sich, dass die Entscheidung darüber, welche Varianten als signifikant für ein Stemma betrachtet werden, einen erheblichen Einfluss ausübt. So lassen sich divergierende Auffassungen in konkreten Fällen auf die abweichende Einschätzung von Varianten zurückführen. Aus diesem Grund ist letztlich keine Entscheidung für oder wider den Einbezug sog. *nicht-substantieller* Varianten zu treffen. Vielmehr zeigt sich an dieser Stelle, dass ein ausgeprägtes

---

<sup>1</sup> Siehe 2.1 und 2.2.2.

<sup>2</sup> Siehe 2.3.

Bewusstsein für die argumentativen Strukturen im Rahmen einer Filiation notwendig ist, insbesondere hinsichtlich der getroffenen Vorannahmen über einen Archetypen.

Gleichzeitig konnte im Rahmen der Anforderungsanalyse wie auch des Kodierungs- und Formalisierungsprozesses die Notwendigkeit der methodischen Eingrenzung semantischer Ebenen in der Überlieferung schriftlicher Musik dargelegt werden. Aus einer methodischen Perspektive heraus ist es unbedingt notwendig, die Integrität des Untersuchungsgegenstandes zu wahren, um logische Unzulänglichkeiten in darauf aufbauenden Schlussfolgerungen zu vermeiden.<sup>3</sup> Unter dieser Prämisse hat sich im Verlauf der Verfahrensentwicklung ein Spannungsfeld zwischen – um eine Formulierung Urchueguías aufzugreifen – bezeichnetem und notiertem Klang<sup>4</sup> ergeben, dessen Einordnung von grundlegender Bedeutung für das weitere Verfahren ist. In diesem Zusammenhang erhält die Frage nach der Rolle substantieller Varianten im Vergleich zu akzidentiellen bzw. iterierenden Varianten einen enormen Stellenwert. Will man die Quelle als Untersuchungsgegenstand wahren, ist es erforderlich, subjektive Eingriffe soweit als möglich zu vermeiden. Damit sind editorische Eingriffe im Rahmen der Datenaufbereitung weitestgehend auszuschließen, so die logische Schlussfolgerung. Doch zeigte sich ebenso die Notwendigkeit, Quellen entsprechend ihrer Eigenarten vor dem Hintergrund musik- und insbesondere notationsgeschichtlicher Zusammenhänge zu verstehen. Wo an dieser Stelle die Aufbereitung einer Quelle basierend auf objektivierbaren Maßstäben endet und wo das editorische Eingreifen beginnt, ist nicht vollständig auszumachen. Gerade die Aufbereitung einer *abstrakten Ebene* im Zuge des Formalisierungsprozesses macht ein erhebliches Konfliktpotenzial sichtbar.<sup>5</sup> Im Zuge einer sich der logisch-abstrakten Ebene verpflichtenden Merkmalsextraktion wird deut-

---

<sup>3</sup> Siehe 5.1.

<sup>4</sup> Vgl. Urc02, S. 288.

<sup>5</sup> Siehe 7.3.2.

lich, dass eine rein auf der regelbasierten Anwendung von Notationswissen fußende Prozessierung in dieser Form nicht zu leisten ist – zumindest unter aktuellen Voraussetzungen. Insbesondere die Behandlung unvollständiger und redundanter Notation, sowie von Freiheiten und speziellen Eigenheiten in der Notation stellen enorme Herausforderungen dar. So sind Zusammenhänge einem/einer Leser\*in häufig intuitiv zugänglich, die im Rahmen einer empirischen Untersuchungsgrößen verpflichteten Datenmodellierung kaum zu fassende Sonderfälle darstellen. Ebenso stellt bereits die Einordnung bestimmter Notationskonventionen in einen historischen Zusammenhang eine notwendige Basis für die Vergleichbarkeit dar, die eine erhebliche Kenntnis des historischen Kontextes bedarf.

Die folgende Analyse fußt auf diesen Voraussetzungen und versucht den erläuterten Themenkomplex ausgehend von einer empirischen Perspektive auf das Material, das diesem Entwicklungsprozess von Beginn an als Fallbeispiel gedient hat, weiter zu führen. Die gewählte Vorgehensweise ist hierbei zweiteilig. Zunächst werden verschiedene Parametersets in Hinblick auf ihre Performanz beim Alignment evaluiert. Darauf folgend sollen konkrete Auswirkungen der verwendeten Parametersets auf durch Neighbor-Joining erzeugte Topologien betrachtet werden.

## 8.1 Voraussetzungen

### 8.1.1 Anmerkungen zur verwendeten Implementierung

Wie bereits in der Erläuterung des gewählten Vorgehens zur Verfahrensentwicklung<sup>6</sup> angesprochen wurde, dient eine speziell zu diesem Zweck erfolgte Implementierung der Merkmalsextraktion aus den Kodierungen und führt

---

<sup>6</sup> Siehe 4.



diese unmittelbar dem Alignment und Neighbor-Joining zu.<sup>7</sup> So nimmt das implementierte Verfahren zum globalen Alignment eine zentrale Rolle in allen weiteren Phasen der Analyse ein und bedarf aus diesem Grund der weiteren Erläuterung.

Kern des Alignment-Verfahrens bildet eine Adaption des Algorithmus, der von Mongeau und Sankoff entwickelt wurde.<sup>8</sup> Es werden somit zusätzlich zu den Basisoperationen der Substitution, Insertion und Deletion auch die Operationen Fragmentation und Consolidation verwendet. Grundsätzlich werden, in Ermangelung eines den Modellanforderungen für Ähnlichkeits-Scores genügenden Substitutionsmodelles, die Alignments auf der Basis der Bewertung von Differenzen gebildet. Da Ähnlichkeits-Scores üblicherweise einen negativen Erwartungswert aufweisen sollen<sup>9</sup>, ist folglich mit der Festlegung einer Ähnlichkeit durch positive Scorewerte bereits eine Reihe von Voraussetzungen verbunden. Um aber derartige Implikationen im derzeitigen Stadium der Entwicklung zu vermeiden, wurde ein differenzbasiertes Bewertungsverfahren gewählt, in dem bei völliger Identität eine Distanz von  $d = 0$  und bei größtmöglicher Abweichung von  $d = 1$  vergeben wird.

Da es ihm Rahmen des ersten Prozessschrittes eines Alignments möglich ist, dass mehr als eine Änderungsoperation zu einem optimalen Teilergebnis führt, sind daher auch mehrere Tracebacks möglich. Um den Rechenaufwand zum Ermitteln der Tracebacks in einem angemessenen Rahmen zu halten – gerade beim Vergleich besonders langer und/oder besonders stark voneinander abweichender Sequenzen zeigte sich Optimierungsbedarf –, werden nur Tracebacks weiter verfolgt, die eine Position auf einem optimalen Weg erreichen. Als optimaler Traceback ist in diesem Kontext ein Traceback zu verstehen, der – nachdem die optimale Gesamtdistanz der

---

<sup>7</sup> Die Implementierung erfolgte durch die Autorin mit Unterstützung durch Andreas Prohl-Plaksin.

<sup>8</sup> MS90.

<sup>9</sup> Siehe 3.4.

vergleichenen Sequenzen bereits im ersten Schritt ermittelt wurde – mit der möglichst geringsten Anzahl an Änderungsoptionen den kürzest möglichen Weg verfolgt. Als Ergebnis werden somit auch nur optimale Tracebacks als globale Alignments zurückgeliefert, die über eine identische Gesamtdistanz, Anzahl an Änderungsoperationen und Länge verfügen.

Eine Änderungsoperation ist jeglicher Teilschritt – sei es Substitution, Insertion, Deletion, Fragmentation oder Consolidation –, der zu einer Erhöhung der Distanz führt. Lediglich in dem Fall, dass verglichene Objekte identisch sind und  $d = 0$  ist, wird keine Änderung durchgeführt. Während die einfachste Form zur Ermittlung von Distanzen in der Analyse biologischer Sequenzen durch das Zählen nicht-identischer Positionen in einem Alignment erreicht werden kann, ist dieses Verfahren im Rahmen des um Fragmentation und Consolidation erweiterten Alignment-Algorithmus nicht ratsam. Da im Rahmen einer Fragmentation bzw. Consolidation, im Gegensatz zu den anderen Operationen, nicht jeweils ein Objekt mit einem einzigen, sondern mit mehreren Objekten verglichen wird, soll die Zählung der Änderungsoperationen dieser Besonderheit Rechnung tragen.

**Verwendete Parameter** Die verwendeten Analyseparameter sind die Merkmale, wie sie im Rahmen des Formalisierungsprozesses erhoben werden.<sup>10</sup> Um verschiedene Kombinationen von Parametern erproben zu können, ist es möglich die Gewichtung eines jeden Parameters für den Vergleich anzupassen. Dabei ist es auch möglich Parameter komplett vom Vergleich auszuschließen, indem die Gewichtung auf 0 gesetzt wird. Die Parameter und sich daraus ergebenden Distanzkosten unterscheiden sich je nach

---

<sup>10</sup> Siehe 7.

Objekttyp. Basale Objekttypen<sup>11</sup> werden immer ausschließlich auf ihre Identität überprüft, ihre Distanz beträgt somit:

$$d = 1 \leftrightarrow a \neq b$$

$$d = 0 \leftrightarrow a = b$$

Sowohl Note- und Rest-Objekte als auch Mensur- und Proportion-Objekte können einem detaillierteren Vergleich unterzogen werden. Im Falle dieser Objekte ergibt sich aus den angegebenen Gewichten der Parameter der maximale Anteil, den sie an der gesamten Distanz eines Vergleichs einnehmen können. Ergibt der Vergleich eines Parameters zweier Objekte, dass diese nicht identisch sind, wird das entsprechende Gewicht aufaddiert. Die Normierung auf einen Wertebereich  $[0, 1]$  erfolgt, indem die tatsächlich erreichte Summe durch die maximal mögliche Summe geteilt wird. Eine Übersicht über die verwendeten Parameter bietet Tabelle 8.1. Um entsprechend der ins Zentrum gestellten Frage nach dem Verhältnis von logischen Parametern und visuellen Parametern nachzugehen, wurde zudem eine Option beigelegt, die in einem Vergleich lediglich Note- und Rest-Objekte berücksichtigt.

**Verwendete Editieroperationen** Wie bereits erwähnt wurde, verwendet die Implementierung neben Substitution, Insertion und Deletion auch Fragmentation und Konsolidation. Jede dieser Operationen unterliegt gewissen Verfahrensregeln, die hier Erwähnung finden sollen.

*Insertion* und *Deletion* fügen zur Optimierung des Alignments (der Differenz) eine Lücke in eine der beiden verglichenen Sequenzen ein. Das Einfügen der Lücke wirkt sich auf die Gesamtdifferenz aus, indem eine gap penalty pro eingefügter Lücke auf die Gesamtdistanz addiert wird.

---

<sup>11</sup> Accidental, Barline, Clef, Custos, Dot, Gap und KeyAccidental.

	<i>Visuelle Parameter</i>	<i>Logische Parameter</i>
<b>Note</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duration</li> <li>• Written pitch</li> <li>• Coloration</li> <li>• Fermata</li> <li>• Ligature position</li> <li>• Ligature form</li> <li>• Stem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breveduration</li> <li>• Pitch with accid</li> </ul>
<b>Rest</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Breveduration</li> </ul>
<b>Mensur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sign</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ratio (num/numbase)</li> <li>• Logic (Tempus, Prolatio, Modus, Maximodus)</li> </ul>
<b>Proportion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sign</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ratio (num/numbase)</li> <li>• Affected</li> </ul>

Tabelle 8.1: Überblick über verwendete Parameter.

Im Falle einer *Substitution* werden die an derselben Position befindlichen Objekte der beiden Sequenzen miteinander verglichen. Der Objektvergleich fließt mit den sich aus der Gewichtung der Parameter ergebenden Differenzkosten in das Alignment ein. Darüber hinaus gibt es spezielle Fälle, in denen eine Substitution auch Penalties mit einbezieht. Werden überlieferungsbedingte Lücken, die durch Gap-Objekte dargestellt werden, mit anderen Objekttypen verglichen, wird eine Damage-Penalty pro Vergleich berechnet. Außerdem werden Kosten für den Vergleich ungleicher Objekttypen vergeben. Denn inhaltlich ergibt es nur wenig Sinn, dass in einem Alignment beispielsweise Note-Objekte mit Dot- oder Clef-Objekten verglichen werden. Insofern die Substitution eine Editieroperation darstellt, kann es als unwahrscheinlich betrachtet werden, dass diese Objekte ineinander überführt werden. Um dies in der Berechnung des Alignments zu vermeiden, wird beim Vergleich nicht ineinander substituierbarer Objekttypen

eine Conversion-Penalty addiert, um diese Operation zu erschweren. Ohne Modifikation ineinander substituieren können Note- und Rest-Objekte wie auch Mensur- und Proportion-Objekte.

Die von Mongeau und Sankoff vorgeschlagene Methode<sup>12</sup> zur Implementierung von *Fragmentation* und *Consolidation* wurde leicht modifiziert. Statt von der aktuellen Vergleichsposition aus rückwärts zu blicken, schaut das implementierte Verfahren auf die in der Reihenfolge nachfolgenden Objekte, um zu entscheiden, ob eine Fragmentation oder Consolidation erfolgen soll. Ebenso werden nicht die insgesamt längste und insgesamt kürzeste Tondauer der Sequenzen als Maßstab herangezogen. Vielmehr wird hierfür von der Position des aktuellen Vergleichs ausgehend das aktuelle Objekt mit dem Vergleichsobjekt und den diesem nachfolgenden Objekten der anderen Sequenz verglichen. Eine Fragmentation bzw. Consolidation reicht so weit, bis die aufsummierten kürzeren Dauern der einen Sequenz genau so lang sind wie die längere Dauer in der anderen Vergleichssequenz. Da ein logischer Vergleich basierend auf dem visuellen Parameter Duration, der statt einer relativen Dauer lediglich den Typ einer Note oder Pause angibt<sup>13</sup>, nicht möglich ist, basieren Fragmentation und Consolidation lediglich auf dem Parameter *Breveduration*. Sofern eine Fragmentation oder Consolidation erfolgt, wird zudem das Gewicht des Parameters *Breveduration* in der Distanz nicht berücksichtigt. Sollte das Gewicht des Parameters für Note- und Rest-Objekte auf *Breveduration* = 0 gesetzt werden, wird keine Fragmentation oder Consolidation mehr durchgeführt.

**Verwendete Penalties** Statt ein Gap-Modell zur bloßen Optimierung von Alignments zu verwenden, wurde sich für ein komplexeres Modell entschieden, um so auch einigen der gegenstandsspezifischen Anforderungen<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> Vgl. MS90, S. 165–166.

<sup>13</sup> Siehe 6.2.

<sup>14</sup> Siehe 5.2.

Rechnung zu tragen. Zunächst einmal ist es möglich affine gap penalties, einmal für das Öffnen einer Lücke und außerdem für das Verlängern einer Lücke zu vergeben. In jedem Fall wird, sofern eine Insertion oder Deletion ausgeführt wird, die angegebene Penalty auf die Gesamtdistanz addiert.

Eine wesentliche Anforderung im Umgang mit Quellenmaterial stellt zudem die Behandlung von überlieferungsbedingten Lücken dar. Im Rahmen der Merkmalsextraktion wurden diese als Gap-Objekte formalisiert. Die wesentliche Herausforderung für ein Alignment lückenhafter Sequenzen besteht in der optimalen Ausrichtung der Lücken im Vergleich zur anderen Sequenz. Im Idealfall sollten bei einem Vergleich einer lückenhaften mit einer identischen vollständigen Sequenz die Lücken so im Alignment positioniert sein, dass Abweichungen lediglich aufgrund dieser Lücken auftreten. Gap-Objekte können ebenfalls mit mehreren Objekten beliebigen Typs verglichen werden. Ein Vergleich wird pro Objekt mit einer Damage-Penalty angerechnet. Es ist ebenfalls möglich, affine Damage-Penalties für das Eröffnen und Erweitern festzulegen. Im Allgemeinen ist es empfehlenswert eine Damage-Penalty festzulegen, die kleiner als eine Gap-Penalty ist, da sonst an Stellen von Gap-Objekten Optimierungslücken durch Insertion oder Deletion in das Alignment eingefügt würden.

Zudem kann eine Conversion-Penalty festgelegt werden um den Vergleich mit nicht substituierbaren Objekten zu vermeiden. Soll diese Logik in einem Alignment verwendet werden, sollte diese Penalty auf einen beliebigen Wert gesetzt werden, der deutlich höher als alle anderen Penalties oder Distanzen ist, beispielsweise:

$$\textit{Conversion penalty} = 100$$

### 8.1.2 Beschreibung der Stichprobenparameter

Entsprechend des sich durch die gesamte Verfahrensentwicklung ziehenden Themenkomplexes, nämlich die Berücksichtigung der semantischen

Multidimensionalität notierter Musik im Rahmen einer Datenaufbereitung und -analyse, wurden für die sich anschließende Analyse Parametersets gewählt, die stark auf eben diese konkrete Fragestellung hin ausgerichtet sind. Um insbesondere das Verhältnis zwischen einer auf visuellen Merkmalen basierenden klassifizierenden Beschreibung einzelner Zeichen und den sich daraus ergebenden Vorstellungen über Folgen von Klangereignissen – um mit einem möglichst abstrakten Begriff dem Modell der Sequenz verpflichtet zu bleiben – näher fassen zu können, erfolgt die Parameterwahl entsprechend dieser Kategorien.

Damit muss eine rein auf visuelle Parameter fokussierende Analyse, die sämtliche Zeichen berücksichtigt, einem Szenario entgegengestellt werden, das ausschließlich die relative Tondauer und (basal) flektierte Tonhöhe berücksichtigt. Das zuletzt genannte Szenario bezieht somit auch nur noch unmittelbar klangbezogene Ereignisse<sup>15</sup> ein, also Note- und Rest-Objekte. Deren logische Parameter berücksichtigen bereits die verwendeten Masuren, Proportionen und Akzidentien. Ebenso sollen auch Abstufungen zwischen diesen Extremszenarien wie auch die Berücksichtigung sämtlicher Parameter überprüft werden. Damit ergeben sich somit folgende Basis-Parametersets:

**Signbased, visual:** Berücksichtigt alle Zeichen aber nur visuelle Parameter.

**Signbased, logical:** Berücksichtigt alle Zeichen aber nur logische Parameter.

**Signbased, all:** Berücksichtigt alle Zeichen und sämtliche Parameter.

**„Superlogical“:** Berücksichtigt nur Note- und Rest-Objekte und nur deren logische Parameter.

---

<sup>15</sup> Entsprechend einer Verengung des Konzeptes musikalischer *Events*. Siehe 6.1.

Um an dieser Stelle generell den Einfluss von Parametern untersuchen zu können, werden zunächst in den Sets sämtliche Parameter gleich stark gewichtet.<sup>16</sup> Die Erprobung unterschiedlicher Gewichtungen stellt vielmehr eine weiterführende Untersuchung dar.<sup>17</sup>

**Umgang mit Umbrüchen** Aufgrund der streng zeichenbasiert erfolgten Kodierung<sup>18</sup>, die damit dem Erhalt der im Quellenmaterial verwendeten Zeichenfolgen verpflichtet war, sind sämtliche Systemumbrüche zwar nicht als solche ausgezeichnet, aber dennoch anhand der Custodes und erneut folgenden Schlüsselung in der Kodierung klar zu erkennen. Da es sich hierbei ebenso um eine Information handelt, die dem visuellen Bild einer Quelle verpflichtet ist, ergibt sich die Notwendigkeit, auch diesen Aspekt zu untersuchen. Es ist zumal naheliegend, dass abweichende Umbrüche einen erheblichen Einfluss auf die Gesamtdistanz in sonst sehr ähnlichen Sequenzen erzeugen, da an unterschiedlichen Stellen Custodes sowie wiederholte Schlüssel und Vorzeichnungen auftreten. Soll der Hauptfokus auf die logische Ebene gelegt werden, können diese somit eine klar definierbare Störgröße darstellen. Allerdings ist die Auslassung von Systemumbrüchen kein Vorhaben, das sich so einfach umsetzen lässt, wie die ausschließliche Berücksichtigung von Note- und Rest-Objekten. So könnten zwar Custodes problemlos ignoriert werden, allerdings nicht die am Beginn eines Systems stehende Schlüsselung, da diese nicht immer redundant sein muss. Aus diesem Grund wird zur Ermittlung des Einflusses von Umbrüchen in diesem experimentellen Stadium ein modifiziertes Korpus an Kodierungen verwendet. In diesem wurden sämtliche Custodes entfernt wie auch sämtliche redundanten Clef- und KeyAccidental-Objekte. Sofern ein zu dem

---

<sup>16</sup> Eine Ausnahme bilden hierbei die ligaturbezogenen Parameter *Ligature Postion*, *Ligature form* und *Stem*. Um eine gleichmäßige Gewichtung von Ligaturen sicherzustellen, erhalten diese drei Parameter gemeinsam das gleiche Gewicht wie die übrigen Parameter.

<sup>17</sup> Für eine detaillierte Übersicht der Gewichtungen siehe B.

<sup>18</sup> Siehe 6.3.



zuletzt verwendeten Schlüssel bzw. der zuletzt verwendeten Vorzeichnung abweichendes Objekt am Beginn eines Systems auftritt, wurde dieses an seiner Position belassen.

Um den Einfluss der Umbrüche auszumachen, werden die Analysen auf diesem modifizierten Korpus ebenfalls durchgeführt. Es werden Durchläufe mit sämtlichen zeichenbasierten Parametersets erfolgen. Das als ‚Superlogical‘ bezeichnete Set wird nur am unmodifizierten Material evaluiert, da es keine Objekttypen berücksichtigt, die durch Umbrüche beeinflusst werden.

**Umgang mit Gaps** Einen deutlichen Einfluss auf die ermittelten Differenzen hat sicherlich das verwendete Gap-Modell, stellt das Einfügen von Lücken doch einen zentralen Mechanismus zur Optimierung von Alignments dar. Von einer rein mechanischen Perspektive aus gesehen dienen sie der Vermeidung zu großer Abweichungen, indem sie eine günstigere Alternative darstellen. Erst unter Voraussetzung dieser Operationalisierung und im Kontext tragbarer Substitutionsmodelle können sie ihre Funktion zur Simulation von Einfügungen und Löschungen erfüllen, die im Laufe von Veränderungsprozessen von Sequenzen auftreten. Aus dieser Perspektive heraus ist eine Abgrenzung in der Zweckbestimmung von Alignments notwendig. Im Kontext von Retrievalanwendungen ist sicherlich das Auffinden möglichst ähnlicher Sequenzen mit Hilfe der Optimierung von Alignments durch Gaps anderen Anforderungen unterworfen als es in Anwendungen der Fall ist, die evolutionäre Prozesse rekonstruieren. Im letztgenannten Kontext kann die Anforderung formuliert werden, dass Gaps nur dort auftreten sollen, wo eine Mutation nicht durch eine Substitution entstanden ist. Aus diesem Grund erscheint es als sinnvoll, in Hinblick auf Überlieferungsprozesse notierter Musik kein Verfahren zu favorisieren, das von vornherein eine zu starke Neigung zur Lückenbildung im Alignmentprozess aufweist. Auch ist hier anzumerken, dass bei der Entwicklung der PAM- wie auch

der BLOSUM-Matrizen<sup>19</sup> Alignments verwendet wurden, die keine Lücken enthielten.

Einen davon abzugrenzenden Fall stellt in dieser Hinsicht die Konversion von Objekttypen dar. Selbst wenn im Rahmen einer Substitution in einen ‚punktierten‘ Rhythmus ein Punkt an einer Stelle in einer Sequenz auftritt und in der Vergleichssequenz nicht, ist hier dennoch von einer Insertion dieses Punktes zu sprechen, während die umliegenden Noten in Form einer Veränderung ihres Notentyps substituieren. Im Rahmen des ‚Superlogical‘-Szenarios ist die logische Auswirkung des Punktes in die relative Dauer der Noten integriert, weshalb hier nur lediglich die Substitution erfolgen würde. Ebenso kann auch das Verhalten von Akzidentien beschrieben werden. Aus diesem Grund, wird in den verwendeten Parametersets eine Conversion-Penalty verwendet, die das substituieren nicht identischer Basis-Objekttypen vermeidet.

Um den Einfluss von optimierenden Gap-Modellen zu überprüfen, werden zwei verschiedene Szenarien getestet. Einmal wird die Gap-Penalty zunächst höher als die maximal mögliche Distanz gewählt, um so die Einfügung von Lücken zu vermeiden. In einer weiteren Gruppe von Szenarien kann dann ein Gap-Modell gewählt werden, das Penalties vorsieht, die unter der maximal möglichen Distanz liegen. Die Gap-Penalties wurden hierbei in Anlehnung an die Parametergewichtungen gewählt.

In Hinblick auf die vergleichende Untersuchung der Parametersets soll der Einfluss überlieferungsbedingter Lücken noch nicht im Zentrum der Untersuchung stehen. Das implementierte System wird aus diesem Grund zunächst dazu verwendet, den Einfluss von Überlieferungslücken auf das Alignment zu minimieren. Daher wird eine Damage-Penalty veranschlagt, die den

---

<sup>19</sup> Siehe 3.4.

Vergleich mit Gap-Objekten erleichtern soll, indem sie etwas günstiger ist, als die maximal mögliche Distanz pro Position.<sup>20</sup>

## 8.2 Analyse von Alignments

Die erläuterten Parametersets anhand der vollständigen und der von Umbrüchen bereinigten Kodierungen unter Einbeziehung der Erprobung optimierender Gap-Modelle ergeben insgesamt 14 verschiedene Szenarien für die Durchführung eines Alignments – jeweils eines für jedes der vier Parametersets an den unmodifizierten Kodierungen, drei weitere für die von Umbrüchen bereinigten Daten und zusätzlich eine nochmalige Modifikation mit einem optimierenden Gap-Modell. Diese Szenarien bilden die Grundlage für die folgende Auswertung.

Als Vergleichseinheit bietet es sich an, jeweils auf eine Einzelstimme eines einzelnen Teils zurückzugreifen.<sup>21</sup> In Vorabtests hat sich diese vergleichsweise kleine Untersuchungseinheit aus verfahrensspezifischen Gründen als bevorzugte Wahl ergeben. Da mit zunehmender Länge und Unterschiedlichkeit von Sequenzen der Aufwand bei der Berechnung von Tracebacks enorm ansteigt, können so performancebedingte Schwierigkeiten minimiert werden – zumal die weitere Durchführung der Analyse zu einem erheblichen Teil auch auf dem Alignment stark abweichender Sequenzen beruht. Ebenso können so Schwierigkeiten bei der Ausrichtung der Umbrüche von einer Teilsequenz zur einer folgenden vermieden werden, die auftreten können, wenn längere Untersuchungseinheiten aus kurzen Einzelsequenzen gebildet werden. Zudem ergeben sich in einer Studie, die sich in erster Linie mit den Auswirkungen unterschiedlicher Parameter statt der Ähnlichkeit konkreter Stücke beschäftigt, keine Nachteile dadurch, dass nicht komplet-

---

<sup>20</sup> Die Damage-Penalty wurde in Anlehnung an die Parametergewichtungen gewählt.

<sup>21</sup> Damit ist ein Ordinariumsteil, bzw. die vollständige Motette gemeint. Siehe zu den verwendeten Stücken 4.

te Teile betrachtet werden. Insofern wurden durch die Wahl der kurzen Untersuchungseinheiten in erster Linie mögliche Störfaktoren eliminiert.

Die Stichprobenvergleiche, mit denen jedes dieser Szenarien durchgeführt wird, sind grob entsprechend ihrer – auf der Basis der untersuchten Stemmata<sup>22</sup> – vermuteten Ähnlichkeit in sieben verschiedene Gruppen unterteilt. Die ersten drei Gruppen dienen hierbei dem Vergleich mit einer deutlich geringeren Ähnlichkeit von Sequenzen. Dennoch kann erwartet werden, dass sich in den Gruppen 2 und 3 der Einfluss des gemeinsamen Cantus firmus auf unterschiedliche Weise zeigt. Aus diesem Grund soll der Vergleich mit dem Gegenbeispiel als Kontrollgruppe dienen.

1. **Gegenbeispiel:** Vergleiche beliebiger Quellen aus der gesamten Überlieferungstradition der Missa ‚D’ung aultre amer‘ (inkl. Motette) mit dem gewählten Gegenbeispiel ‚Quis dabit capiti meo aquam‘.
2. **Unterschiedliche Stimmen:** Es werden vom selben Teil derselben Quelle unterschiedliche Stimmen verglichen.
3. **Unterschiedliche Teile:** Von derselben Quelle werden identische Stimmen unterschiedlicher Teile verglichen.
4. **Unterschiedliche Überlieferungstradition:** Unterschiedliche Traditionen werden verglichen. Daher beschränken sich Vergleiche auf Sanctus und ‚Tu solus‘.
5. **Gleiche Überlieferungstradition:** Vergleich in derselben Überlieferungstradition.<sup>23</sup>
6. **Unstrittige Abhängigkeit:** Vergleich einer Quelle mit dem identischen Teil einer unstrittig abhängigen Quelle.<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> Vgl. 2.3.4 und 4.

<sup>23</sup> Die strittige Positionierung von [FlorBN Panc. 27] legt nahe, diese Quelle in dieser Stichprobengruppe nicht zu berücksichtigen.

<sup>24</sup> Beide Stemmata geben die Beziehung als direkte Abhängigkeit an.

7. **Zustandsvergleich:** Einzelstimmen mit zwei abweichenden Zuständen werden verglichen.

Damit sämtliche Stichproben gleich groß sind, musste sich an der Menge von Stimmen mit zwei Zuständen orientiert werden. Daher war eine maximale Größe einer Stichprobengruppe von 12 Vergleichen gegeben. Im konkreten Fall wurde eine Gruppengröße von zehn Vergleichen gewählt, die aus der Menge möglicher zufälliger Vergleiche ermittelt wurde.<sup>25</sup>

### 8.2.1 Evaluation von Alignments durch Surrogatdatenanalyse

Eine Evaluation von Alignments in Hinblick auf die Untersuchung von Überlieferungstraditionen und insbesondere im aktuellen Kontext der Frage nach den Konsequenzen der Parameterwahl bringt einige sehr spezifische Faktoren mit sich. Während die Studie von van Kranenburg sehr deutlich auf die Evaluation der Performanz von Substitutionsmodellen im Rahmen von Retrievalanwendungen fokussiert war<sup>26</sup>, sind im konkreten Fall andere Voraussetzungen gegeben. Im Kontext der Rekonstruktion von Überlieferungsstrukturen in Form von Topologien liegt ein erheblicher Fokus auf der Separationsfähigkeit von Ähnlichkeits- bzw. Distanzmaßen, da im Vordergrund eine quantitative Erfassung relativer Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede innerhalb einer Menge von Objekten steht. Eben anhand dieser Muster von Ähnlichkeit und Differenz werden daraufhin Beziehungshypothesen etabliert.

---

<sup>25</sup> Doppelte Vergleiche wie auch eine zu starke Repräsentation einzelner Quellen, Teile oder Stimmen (abhängig von den Konstruktionsbedingungen der einzelnen Stichprobengruppen) wurden vermieden. In derartigen Fällen wurde eine der Sequenzen eines Vergleichs aus der Menge der möglichen Vergleiche erneut ermittelt. In den Vergleichen der Gruppe 5 wurde zur Homogenisierung der Alignments für [VatS 41] sowohl Sanctus als auch ‚Tu solus‘ verwendet.

<sup>26</sup> Vgl. Kra10, S. 107.

Ebenso zeigt die Auseinandersetzung mit textkritischen Modellvorstellungen und deren konkreter Anwendung in der Anfertigung von Stemmata<sup>27</sup>, dass eine Ausrichtung computergestützter Verfahren, die auf der bloßen Rekonstruktion existierender Stemmata beruht, nicht empfehlenswert ist. So weisen einerseits bisherige Ansätze und Erfahrungen in eine Richtung, in der algorithmische Verfahren als ergänzendes Werkzeug im Editionsprozess dienen können. Vor diesem Hintergrund entwickeln mitunter divergente Ansätze einen besonderen Mehrwert. Andererseits zeigen die eingeschränkte Verfügbarkeit externer Beweisquellen wie auch konkurrierende Auffassungen zur Überlieferungssituation konkreter Werke, dass in Bezug auf die Musik des 15. und 16. Jahrhunderts, textkritische Methoden nur über eine bedingte Eignung als Evaluationsmaßstab verfügen. Deshalb wird im Rahmen dieser Untersuchung somit bewusst ein datenbasierter Ansatz gewählt, in dem vorhandenen Stemmata lediglich eine klassifizierende Rolle hinsichtlich erwarteter Ähnlichkeit zukommt. Die tatsächliche Bewertung der erzeugten Alignments soll vielmehr auf einem Modellvergleich beruhen.

Bereits in den Ausführungen zum Sequenzbegriff wie auch zu den Substitutionsmodellen<sup>28</sup> wurde angerissen, dass ein häufig genutzter Bewertungsmaßstab zur Einordnung von Modellen der Vergleich mit einem theoretischen Zufallsmodell ist.<sup>29</sup> Auf dieser Basis lassen sich auch Aussagen über die Signifikanz von Alignments treffen. Üblicherweise ist dies eng verknüpft mit der statistischen Theorie zu lokalen Alignments und Substitutionsmodellen, wie sie von Karlin und Altschul entwickelt wurde.<sup>30</sup> Der Nachteil der in diesem Zusammenhang geschilderten Verfahren ist, dass sie lediglich für lokale Alignments anwendbar sind, insbesondere da im Zentrum die Auswertung der Maximal Segment Scores steht. Da es aber möglich ist, wie die Arbeiten an PAM zeigen, auch basierend auf globalen Alignments Modelle

---

<sup>27</sup> Siehe 2.3.

<sup>28</sup> Siehe 3.1 und 3.4.

<sup>29</sup> Detailliertere Ausführungen hierzu finden sich bei HD16, S. 92–96.

<sup>30</sup> Vgl. [KA90] [Alt91]; für einen Überblick auch [Dur+98, S. 39–41] bzw. 3.4.

zu entwickeln, die der von Karlin und Altschul vorgelegten statistischen Theorie genügen, ist es nicht unmöglich, sich der Entwicklung derartiger Modelle auch mit globalen Alignments zu nähern, zumal im konkreten Kontext auch zunächst die Frage nach dem Einfluss der Parameterwahl im Vordergrund steht. Allerdings kann eine Evaluation globaler Alignments nicht auf den Modellannahmen lokaler Alignments aufbauen – so kann vor allem zur Bewertung der Wahrscheinlichkeit eines bestimmten Alignments nicht einfach die Extremwertverteilung<sup>31</sup> herangezogen werden.

Stattdessen wird ein Verfahren verwendet, das Hütt und Dehnert in ihren Ausführungen zu Alignment-Scores erwähnen: die *Surrogatdatenanalyse*. Die Grundidee dieses Verfahrens besteht darin, Originaldaten mit Datensätzen zu vergleichen, die aus diesen künstlich erzeugt wurden. Bei der Erzeugung dieser künstlichen Daten können entsprechend einer Nullhypothese gezielt Eigenschaften der Originaldaten beibehalten werden, während andere Eigenschaften randomisiert werden. Hierdurch ist es möglich, wenn dieselben Analysemethoden sowohl auf die Originaldaten als auch auf die künstlich erzeugten Daten angewendet und deren Ergebnisse verglichen werden, Aussagen über Eigenschaften der Daten zu gewinnen oder Analyseverfahren zu bewerten.<sup>32</sup> Verbreitung findet die Methode vor allem in der Analyse von Zeitreihen. So wurde das Verfahren bereits 1992 von Theiler u. a. zur Identifikation von Nichtlinearität in Zeitreihen beschrieben.<sup>33</sup> Die einfachste Nullhypothese bildet dabei ein Szenario, in dem die vorliegenden Daten sich vollständig durch einen unabhängig und identisch verteilten Zufallsprozess beschreiben lassen. Hierzu werden die Surrogatdaten erzeugt, indem die Elemente der originalen Reihen durchgemischt werden, so dass deren Position zufällig bestimmt wird. Auf diesem Wege bleibt die originale Verteilung der Daten bestehen und lediglich zeitliche Korrelationen werden

---

<sup>31</sup> Vgl. KA90, S. 2265.

<sup>32</sup> Vgl. HD16, S. 215, 217.

<sup>33</sup> The+92.

zerstört.<sup>34</sup> Diese Form des Shufflings lässt sich auf Sequenzen anwenden, um diese so mit einem Zufallsmodell zu vergleichen, in dem sämtliche unabhängige Auftrittswahrscheinlichkeiten für Symbole bestehen bleiben, aber deren Übergangswahrscheinlichkeiten zerstört werden. Werden mit diesen randomisierten Sequenzen Alignments durchgeführt, lässt sich eruieren, „welche Qualität von Alignment nur aufgrund der Sequenzzusammensetzung (und Sequenzlängen) zu erwarten ist und keine darüber hinaus gehende Homologieinformation enthält.“<sup>35</sup> Um Aussagen über die Signifikanz eines Alignments von Originalsequenzen zu gewinnen, werden diese einer Vielzahl von Alignments randomisierter Sequenzen gegenübergestellt. Hütt und Dehnert weisen damit zum einen auf die Bedeutung der Karlin-Altschul-Theorie hin. Zum anderen betonen sie den grundsätzlichen Nutzen der Surrogatdatenanalyse für die Bioinformatik.<sup>36</sup>

Zur Bewertung der Signifikanz einer Kenngröße kann u. a. ein Z-Score herangezogen werden, um die Abweichung der Originaldaten von den Surrogatdaten zu quantifizieren, aber es können darüber hinaus auch andere statistische Verfahren zur Bewertung angewandt werden.<sup>37</sup> Der Vorteil des Z-Scores liegt darin, dass er zunächst einmal einen Kennwert (der Originaldaten) mit einem Mittelwert (unter Berücksichtigung der Standardabweichung) einer Verteilung (der Surrogatdaten) vergleicht. Wenn gleichzeitig eine Normalverteilung der Kennwerte der Surrogatdaten angenommen wird, kann abgeleitet werden, wie wahrscheinlich ein durch Originaldaten erlangter Kennwert durch die Surrogatdaten erzeugt werden kann. Theiler u. a. geben an, dass hierzu eine Mindestzahl von 100 Surrogaten notwendig sei.<sup>38</sup>

---

<sup>34</sup> Vgl. The+92, S. 80.

<sup>35</sup> HD16, S. 215.

<sup>36</sup> Vgl. HD16, S. 215–217.

<sup>37</sup> Vgl. The+92, S. 79; HD16, S. 216.

<sup>38</sup> Vgl. The+92, S. 79. Allerdings sind die Ausführungen zu statistischen Verfahren bei Theiler u. a. insgesamt eher rudimentär.



Das Verfahren der Surrogatdatenanalyse stellt die Basis der gewählten Methode zur Bewertung des Einflusses der Parameterwahl auf Alignments dar. Statt lediglich Alignments verschiedener Teilsequenzen miteinander zu vergleichen erlaubt es darüber hinaus eine Verortung von Alignments gegenüber Zufallsbefunden. Es ermöglicht so eine gezielte Analyse des Einflusses bedeutungstragender Elemente in einem Alignment. Im Rahmen der bisher geschilderten Versuchsparameter können auf diesem Wege, abhängig von der erwarteten Ähnlichkeit zwei zu vergleichender Sequenzen, Erwartungen an die Signifikanz von Alignments in den unterschiedlichen Stichprobengruppen formuliert werden. Des Weiteren lassen sich die Ergebnisse der Stichprobengruppen über die verschiedenen Testszenarien hinweg vergleichen.

In einem ersten Schritt soll hierbei zunächst überprüft werden, ob für die Surrogate eine Normalverteilung angenommen werden kann. Hierzu wird eine kleine Menge nicht in der Reihe der definierten Stichprobenvergleiche befindlichen Sequenzen verglichen, um die Verteilung der Daten aus den Alignments randomisierter zu beurteilen.<sup>39</sup> Entsprechend kann daraufhin entschieden werden, ob die Z-Scores als Signifikanzmaß ausreichen, um einen Eindruck darüber zu gewinnen, wie gut sich die Alignments der Originaldaten durch ein Zufallsmodell erklären lassen, oder ob hierzu ein anderes Verfahren notwendig ist.<sup>40</sup> Basierend auf dieser Vorstudie wird außerdem festgelegt, wie hoch die Anzahl an Surrogatvergleichen in der Hauptanalyse sein soll.

Entscheidend ist, wie signifikant sich für ein jeweiliges Szenario die Stichprobengruppen von den Surrogatvergleichen unterscheiden. Das Maß der Differenz zwischen den Vergleichen von Originalsequenzen und Surrogaten gibt damit einen Anhaltspunkt über den Informationsgehalt des origina-

---

<sup>39</sup> Siehe hierzu C.

<sup>40</sup> Im Falle der Zurückweisung einer Normalverteilung der Surrogate wird für die gesamte Stichprobengruppe pro Szenario ein Rangsummentest durchgeführt.

len Alignments, bzw. der Alignments einer Stichprobengruppe. Indem die Vergleiche wie auch die erzeugten Surrogatdaten über sämtliche getestete Szenarien hinweg identisch sind, wird der Einfluss der Parameter auf diesen Informationsgehalt deutlich. Eine zentrale Rolle bei der weiteren Bewertung der einzelnen Szenarien spielt somit die erwartete Ähnlichkeit. Um ein Parameterset erfolgreich zur Analyse stemmatologischer Zusammenhänge einzusetzen, ist nicht nur unabdingbar, dass Ähnlichkeiten klar erkannt werden, sondern darüber hinaus auch Unterschiedlichkeit – de facto ist das Ziel damit die Trennschärfe eines Signals gegenüber einem Zufallsmodell zu ermitteln. Dabei lassen sich zunächst einmal zwei entscheidende Mindestkriterien von vornherein definieren: Die Gruppe 4, Vergleiche zwischen unterschiedlichen Überlieferungstraditionen, müssen sich entsprechend der ihnen zugeschriebenen Ähnlichkeit noch signifikant von den Surrogatvergleichen unterscheiden. Ebenso darf die Gruppe der Vergleiche mit dem Gegenbeispiel, die damit als erwartbar stärkste Kontrollgruppe fungiert, gerade keinen signifikanten Unterschied aufweisen. Darüber hinaus wäre es wünschenswert, da nur absolute Tonhöhen verglichen werden, dass die Vergleiche zwischen unterschiedlichen Stimmen desselben Teils sich ebenfalls nicht mehr signifikant von den Surrogaten abheben.

Sämtliche anhand dieser Kriterien ausgewählten Szenarien lassen sich darüber hinaus entsprechend ihrer Trennschärfe beurteilen. Hierzu kann auch im Falle eines fehlschlagenden Normalitätstests der Z-Score im Sinne eines normierten Abstandsmaßes verwendet werden. Durch eine Varianzanalyse sollen darauf aufbauend die Varianz der (unabhängigen) Stichprobengruppen pro Szenario analysiert werden, insbesondere die Abweichung der übrigen Gruppen von den beiden Randgruppen. Ein für diesen Verwendungszweck geeignetes Szenario sollte einerseits eine signifikante Varianz zwischen den Gruppen aufweisen, andererseits sollte diese sich insbesondere an der Grenze zwischen den ersten drei und den letzten vier Gruppen manifestieren, also zwischen den auf Basis der untersuchten Stemmata

durchgeführten und den vielmehr willkürlichen Vergleichen. Zuletzt kann als weiteres Kriterium überprüft werden, welches Szenario am deutlichsten einen Trend erkennen lässt.

### 8.2.2 Durchführung und Ergebnisse

**Vortest auf Verteilung der Surrogatdaten** Zur Bestimmung, ob eine Normalverteilung der Surrogatdaten angenommen werden kann, wurden fünf zusätzliche Vergleiche, die nicht Teil der Hauptstudie sind, herangezogen. Sie wurden mit jedem definierten Parameterset sowohl auf den unbereinigten als auch von Umbrüchen bereinigten Kodierungen durchgeführt. Um zu entscheiden, welche Anzahl an Surrogatvergleichen verwendet werden soll, wurden zudem sämtliche Analysen sowohl mit 400, 900, 1600 und 2500 Surrogatvergleichen durchgeführt. Bei sämtlichen Vergleichen wurde auf die Auswertung des Vergleichs der Originalsequenzen verzichtet. Insgesamt dienen als Grundlage somit 280 Reihen von Surrogatvergleichen, die hinsichtlich ihrer relativen Distanz<sup>41</sup> ausgewertet wurden. Um einzuschätzen, ob von einer Normalverteilung der Surrogatvergleiche auszugehen ist, werden sowohl ein Shapiro-Wilk-Test durchgeführt als auch standardisierte Kennwerte zur Wölbung und Schiefe der Verteilung sowie Q-Q-Plots berücksichtigt.

Betrachtet man die Ergebnisse des Shapiro-Wilk-Tests für sämtliche Vergleiche als Basis einer Einschätzung, weichen 84 von 280 Vergleichen von einer Normalverteilung ab ( $p < 0,05$ ), 45 davon weichen hochsignifikant ( $p < 0,001$ ) ab. Die steigende Zahl signifikanter Ergebnisse mit wachsender Anzahl an Surrogatvergleichen deckt sich zunächst mit der Erwartung, dass Anpassungstests bei steigender Stichprobenzahl bereits bei geringeren Abweichungen signifikante Ergebnisse aufweisen. Auch bei der Konsultation

---

<sup>41</sup> Die Distanz berechnet sich entsprechend des gewählten Parametersets. Um einen Vergleichswert zu ermitteln, der unabhängig von der Sequenzlänge ist, wird diese Gesamtdistanz durch die Länge des Tracebacks dividiert.

der Q-Q-Plots kann diese Tendenz beobachtet werden. Dennoch zeigen sich wiederholt Fälle, in denen auch die Plots eine deutlich sichtbare Abweichung von einer Normalverteilung aufweisen. Aufgrund dieser hochproblematischen Fälle<sup>42</sup> ist, auch wenn der Großteil der Stichproben unauffällig ist, für den unmittelbaren Schluss von den Z-Scores auf ein Signifikanzniveau entsprechend einer Normalverteilung grundsätzlich Vorsicht geboten. Als standardisiertes Abstandsmaß können die Z-Scores dennoch Verwendung finden.

Außerdem geben die Beobachtungen Anlass dazu, möglichen Einflussfaktoren auf den Grund zu gehen. Ergeben sich klare Tendenzen, dass Stichprobengröße, Kodierungsset oder Parametersets im Zusammenhang mit der Verteilung der Surrogatvergleiche stehen, ist dies in der weiteren Untersuchung zu berücksichtigen. Tatsächlich zeigt sich, dass die Stichprobengröße einen Einfluss auf die Ergebnisse des Anpassungstests hat.<sup>43</sup> Im Falle der signifikanten Abweichungen zeigt sich ein kleiner signifikanter ( $p < 0,02$ )<sup>44</sup> Effekt; werden lediglich die hoch signifikanten Abweichungen berücksichtigt, ist diese Tendenz verstärkt zu beobachten.<sup>45</sup> Keinen signifikanten Einfluss haben sowohl die Kodierungssets als auch die gewählten Beispielvergleiche.<sup>46</sup> Einen deutlichen Einfluss weist allerdings das gewählte Parameterset auf (vgl. Anhang A.1). So zeigt sich deutlich, dass vor allem *Signbased.vis* dazu neigt von einer Normalverteilung abzuweichen, wohin-

<sup>42</sup> In sämtlichen Fällen weisen die Beispiele 2 und 5 (siehe C) mit *Signbased.vis* eine deutliche Schiefe auf.

<sup>43</sup> Bei einem großen Stichprobenumfang können bereits geringe Abweichungen zu einem signifikanten Testergebnis führen, obwohl die Annahme der Normalverteilung als Testkriterium noch standhält. Vgl. FMF12, S. 175.

<sup>44</sup>  $\chi^2(3) = 9,931973$ ,  $V = 0,1883$ .

<sup>45</sup>  $\chi^2(3) = 12,36501$ ;  $p < 0,007$ ;  $V = 0,2101$ .

<sup>46</sup> Im Falle der Kodierungssets kann die Prüfung für die signifikant abweichenden Vergleiche keinerlei Effekt nachweisen ( $\chi^2(1) = 0$ ), im Falle hoch signifikanter Abweichungen kann kein signifikanter Effekt beobachtet werden: ( $\chi^2(1) = 1,491568$ ;  $p \approx 0,22$ ). Für die Beispielvergleiche ergibt sich für signifikante Abweichungen kein signifikanter Effekt ( $\chi^2(4) = 8,401361$ ;  $p \approx 0,78$ ), für hoch signifikante Abweichungen ebenso nicht ( $\chi^2(4) = 9,002364$ ;  $p \approx 0,61$ ).

gegen *Signbased.all.gap* und *Signbased.vis.gap* überdurchschnittlich starke Tendenzen zu normalverteilten relativen Distanzen aufweisen.

Werden lediglich die hoch signifikanten Fälle ( $p < 0,001$ ) betrachtet, verstärkt sich dieses Bild.<sup>47</sup> Insofern die Analyse der Parameterwahl danach erfolgt, wie stark sich bedeutsame Ergebnisse von Zufallsereignissen differenzieren lassen, sollte dieses Ergebnis auch in der weiteren Untersuchung Berücksichtigung finden. Basierend auf diesen Beobachtungen wurde zudem, um eine hohe Auflösung der Vergleichsverteilung zu gewährleisten, für die Hauptstudie die Anzahl der Surrogatvergleiche pro Fallbeispiel auf 2500 festgelegt.

**Vergleich der Alignments originaler Sequenzen mit Surrogatdaten** Wie bereits erläutert wurde, sind zwei Mindestkriterien an ein Szenario zu formulieren. So sollen die Vergleiche zwischen den Originalsequenzen der *Missa ‚D’ung aultre amer‘/ ‚Tu solus‘*-Überlieferung sich signifikant von der relativen Distanz der randomisierten Vergleiche unterscheiden. Darüber hinaus wurden die Vergleiche mit *‚Quis dabit capiti meo aquam‘* bewusst als Gegenbeispiel gewählt. Die relative Distanz zwischen diesen Vergleichen und den Surrogaten soll sich wiederum gerade nicht signifikant voneinander unterscheiden. Um über das Verhältnis der Originalvergleiche mit den Surrogaten einen Eindruck zu gewinnen, wurde – nachdem die Annahme der Normalverteilung nicht beibehalten wurde – für jede Gruppe und jedes Szenario ein Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test durchgeführt.<sup>48</sup> Es wurde hierbei ein konservatives Signifikanzniveau von  $\alpha \leq 0,001$  angenommen, um sicherzugehen, dass bei signifikanten Ergebnissen der Medianwert nicht im Bereich der Ausreißer der Surrogatvergleiche liegt. Auf dieser Basis können bereits einige Szenarien von weiteren Analysen ausgeschlossen wer-

---

<sup>47</sup> Ein  $\chi^2$ -Test ist aufgrund zu niedriger Erwartungswerte nicht durchführbar; ein exakter Test nach Fisher weist auch in diesem Fall auf einen hoch signifikanten Zusammenhang hin:  $p < 2 \cdot 10^{-16}$ ,  $V = 0,6678$ .

<sup>48</sup> Eine tabellarische Aufstellung der detaillierten Testergebnisse findet sich unter A.2.

den. So weisen sowohl *Signbased.all.gap* als auch *withoutSB.all.gap* für die Vergleiche mit dem Gegenbeispiel einen signifikanten Unterschied der relativen Distanz der Originalvergleiche und der Surrogate auf. Damit erfüllen diese Szenarien nicht die Mindestkriterien zur Darstellung von Differenz. Ebenso sind *Signbased.vis* und *withoutSB.vis* von weiteren Überlegungen auszuschließen, da für die Gruppe 4 (Vergleiche zwischen unterschiedlichen Überlieferungstraditionen) kein signifikanter Unterschied zwischen der relativen Distanz der Originalvergleiche und der Surrogatvergleiche beobachtet werden kann. Damit sind diese nicht sensitiv genug gegenüber einer wahrgenommenen Ähnlichkeit, die noch eine Verortung in einem gemeinsamen Stemma zur Folge hat. Die Effektstärke sämtlicher Tests ist als äußerst gering anzusehen, sie überschreitet  $r \approx -0,035$  nicht.

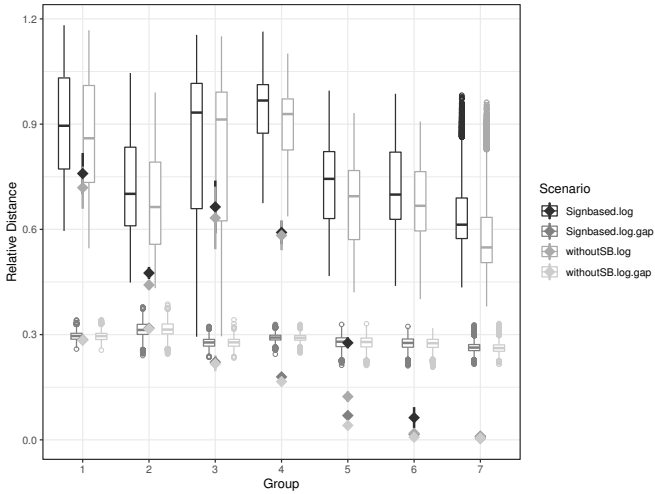
Anhand eines Vergleichs der Lage der relativen Distanz der Surrogatvergleiche und der Originalvergleiche lassen sich zudem grobe Tendenzen bezüglich des Einflusses der Normalisierung der Seitenumbrüche (als *withoutSB* bezeichnete Szenarien) einerseits und der Einführung von Optimierungsgaps durch Insertionen bzw. Deletionen (Szenarien mit der Bezeichnung *.gap*) erkennen. Ohne einen formalisierten Test hierzu durchzuführen, lässt sich der Einfluss bereits visuell anhand von Diagrammen nachvollziehen (siehe Abb. 8.1<sup>49</sup>).

Zunächst kann beobachtet werden, dass der Einfluss der Normalisierung von System- und Seitenumbrüchen tendenziell eher gering ist. Zumeist unterscheiden sich die Verteilungen nicht, sondern sind lediglich minimal verschoben. Dies kann durch die erwartete geringere Distanz erklärt werden, die sich durch die Entfernung der für die Umbrüche relevanten Elemente ergibt. Lediglich im Falle der Gruppen 5, 6 und 7, also der tendenziell sehr ähnlichen Vergleiche, zeigt sich, dass die Surrogatvergleiche der *Signbased.vis*-Gruppe stärker nach unten verschoben sind als in den übrigen Fällen.

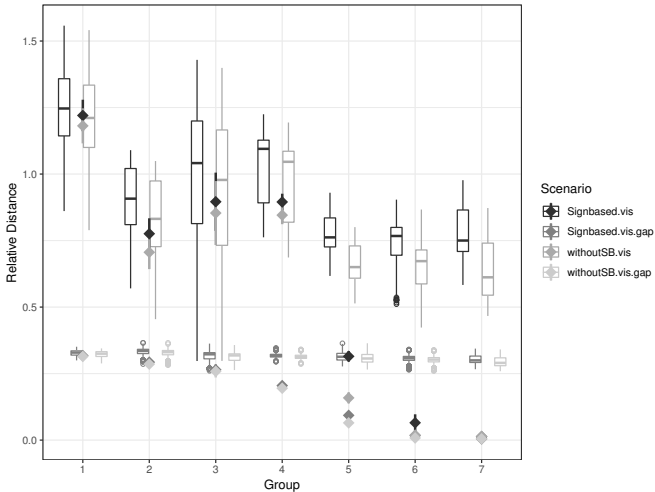
---

<sup>49</sup> Es werden zugunsten der Übersichtlichkeit nur zwei Parametersets dargestellt.

## 8 Analyse: Zum Verhältnis von notiertem und bezeichnetem Klang



(a) *.log* im Vergleich.



(b) *.vis* im Vergleich.

Abbildung 8.1: Vergleich sämtlicher Szenarien basierend auf einem Parameterset. Die Boxplots repräsentieren die Lage der Surrogatvergleiche, während die Rauten den Median (inkl. Standardfehler) der relativen Distanz der Originalvergleiche darstellen.

Auch zeigt sich im Falle der Gruppe 5 eine etwas stärkere Abweichung der Originalvergleiche als in den anderen Gruppen. Sehr viel deutlicher ist allerdings der Effekt der Parametersets zu erkennen, die Optimierungsgaps zulassen. So unterscheidet sich insbesondere die Verteilung der relativen Distanz der Surrogatvergleiche stark. Die Gap-Modelle weisen eine deutlich niedrigere relative Distanz auf, die darüber hinaus sehr viel weniger streut. Damit einher geht zudem eine deutliche Verschiebung der relativen Distanz der Originalvergleiche. Wie sich diese unterschiedlichen Tendenzen in der Lage der Verteilungen auswirken, soll aber hier nur am Rande betrachtet werden, da in erster Linie das Verhältnis zwischen den Originalvergleichen und den Surrogatvergleichen thematisiert sein soll. Dennoch können die genannten Tendenzen dazu dienen, zu einer informierten Entscheidung beizutragen.

Schon die Frage danach, wie sich die Normalisierung von Umbrüchen oder das Gap-Modell auf den Abstand der relativen Distanz zwischen Originalsequenzen und Surrogaten auswirkt, macht deutlich, dass die Beurteilung eines Parametersets für das Alignment nicht nur anhand der Abweichung zwischen Originaldaten und Zufallsdaten vorzunehmen ist. Dieser Vergleich kann letztlich als prinzipieller Nachweis dafür betrachtet werden, dass gerade die Anordnung der Elemente in den verglichenen Sequenzen und somit die Anordnung der Symbole, mit denen Musik notiert wurde, sinnstiftend ist. Darüber hinaus kann dieser Vergleich mit einem Zufallsmodell auch dazu dienen, die einzelnen Gruppen eines Szenarios zueinander in Bezug zu setzen. Hierbei wird der Z-Score, der den normierten Abstand der relativen Distanz der Originalsequenzen zu der Verteilung der Distanzen sämtlicher dazugehöriger Surrogatvergleiche angibt, als Kennwert verwendet, denn allein an Abb. 8.1 lässt sich deutlich sehen, wie stark die Lage der relativen Distanz der Originalsequenzen, aber auch der Surrogatvergleiche variieren kann. Wenn die Ähnlichkeit bzw. Distanz vor dem Hintergrund eines Zufallsmodells eingeordnet werden soll, ist aber gerade ein vergleichbares



Abstandsmaß zwischen den Verteilungen<sup>50</sup> entscheidend. Die Randgruppen, also sowohl die Vergleiche mit dem Gegenbeispiel als auch die Vergleiche von unterschiedlichen Zuständen identischer Stimmen, sind in dieser Hinsicht ausschlaggebend. Sie spannen einen Rahmen, innerhalb dessen sich unterschiedliche Abstufungen von Ähnlichkeit bzw. Distanz manifestieren. Da es bei der Filiation in erster Linie darum geht, eine Gruppe sehr ähnlicher Texte anhand ihrer Differenzen in Relation zueinander zu bringen, lässt sich als Eignungskriterium eines Szenarios für stemmatologische Untersuchungen festlegen, dass dieses innerhalb des gespannten Rahmens die unterschiedlichen Abstufungen von Ähnlichkeit möglichst klar voneinander abgrenzen soll. Somit soll die Anordnung der Einzelvergleiche in Gruppen anhand einer vergleichbaren erwarteten Ähnlichkeit es ermöglichen, Rückschlüsse auf die spezifische Distinktionsfähigkeit eines Szenarios zu ziehen. Das Szenario, das am besten die unterschiedlichen Grade von Ähnlichkeit bzw. Distanz aufzeigen kann, sollte perspektivisch auch am besten zur Filiation geeignet sein.

Basierend auf dieser Schlussfolgerung ist vor allem die Abweichung der Gruppen innerhalb eines Szenarios von Interesse. Damit entspricht diese Fragestellung am ehesten dem Verfahren einer Varianzanalyse. Da sowohl die Z-Scores aller Vergleiche einer Gruppe nicht immer einer Normalverteilung entsprechen und auch keine Varianzhomogenität vorliegt, ist auch in diesem Fall wieder ein nicht-parametrisches Verfahren zu bevorzugen. Daher wurde ein Kruskal-Wallis-Test inkl. Post-hoc-Analyse für die weitere Auswertung durchgeführt. Zunächst einmal zeigt sich, dass – wie erwartet – jedes überprüfte Szenario eine signifikante Differenz der Z-Scores pro Gruppe aufweist.<sup>51</sup> Über diese Feststellung hinaus ist jedoch von größerem Interesse, welche Gruppen diesen Unterschied ausmachen. Da, wie bereits

---

<sup>50</sup> Auch wenn nur ein einzelnes Paar Originalsequenzen einer großen Menge Surrogatvergleiche gegenübergestellt wird, soll hier von zwei Verteilungen gesprochen werden.

<sup>51</sup> Für die detaillierten Ergebnisse siehe A.3.1.

erwähnt wurde, sowohl der Vergleich mit dem Gegenbeispiel als auch der Zustandsvergleich als Rahmen eines Spektrums dienen sollen, wurden aus einem explorativen Interesse heraus zwei unabhängige Post-hoc-Tests durchgeführt, einmal mit dem Gegenbeispiel als Kontrollgruppe, dann wiederum mit dem Zustandsvergleich als Kontrollgruppe. Zu beachten ist, dass diese Ergebnisse unabhängig voneinander betrachtet werden müssen, da es sich um zwei unabhängige Tests handelt. In einem Szenario, das den Gegenvergleich als Kontrollgruppe verwendet, steht die Frage im Zentrum, ab welchem Grad an *Ähnlichkeit* ein Szenario eine Gruppe als *nicht mehr unterschiedlich* darstellt. Wird der Zustandsvergleich als Kontrollgruppe festgelegt, lässt sich dahingegen eine Aussage darüber treffen, ab welchem Grad von *Differenz* eine Gruppe *nicht mehr ähnlich* ist.<sup>52</sup>

Der sich hieraus ergebende Befund ist somit aus zwei verschiedenen Perspektiven heraus zu interpretieren. Auch hier wurde wieder ein konservatives Signifikanzniveau von  $\alpha \leq 0,001$  gewählt. Ausgehend von der Blickrichtung des Gegenbeispiels zeigt sich, dass die Gruppe 4 auf diesem strengen Signifikanzniveau nicht ähnlich genug ist, um sich deutlich von den anderen Gruppen abzugrenzen. Dieser Befund gilt für sämtliche getestete Szenarien. Sowohl *Signbased.all* und *Signbased.log* erreichten nicht einmal eine signifikante Differenz der Gruppe 5 – Vergleiche innerhalb derselben Überlieferungstradition – von den Vergleichen mit dem Gegenbeispiel. Aus dieser Perspektive heraus ist somit offenbar ein sehr hohes Maß an Übereinstimmung notwendig, um mit den gewählten Szenarien Sequenzen als ‚ähnlich‘ zu klassifizieren. Die Szenarien, die selbst für Gruppe 5 keine deutliche Abweichung zeigen konnten, sind hier besonders kritisch zu sehen. Aus diesem Grund sind auch diese Szenarien als ungeeignet auszuschließen. Tatsächlich zeichnet der Wechsel der Blickrichtung hier ein anderes Bild. Wird vom Zustandsvergleich ausgegangen, liegt für acht der zehn betrach-

---

<sup>52</sup> Siehe für die detaillierten Ergebnisse A.3.2.

teten Szenarien die signifikante Differenz zwischen dem Zustandsvergleich und der Gruppe 3, also genau zwischen den Vergleichen innerhalb des Stemmas und den übrigen Vergleichen. *Signbased.all* und *withoutSB.all* können allerdings keine signifikante Differenz zwischen Gruppe 7 und Gruppe 2 nachweisen. Damit ist die Qualität der Szenarien in dieser Hinsicht ebenfalls unzureichend.

Mit der Frage nach der Distinktionsfähigkeit ist aber nicht nur das Überschreiten einer kritischen Schwelle verbunden, sondern vielmehr ein Trend an sich. Um hierzu Aussagen treffen zu können, wurde ein Jonckheere-Terpstra-Test durchgeführt, ebenfalls sowohl mit dem Gegenvergleich als Basisgruppe als auch dem Zustandsvergleich als Basisgruppe.<sup>53</sup> Zunächst einmal ist anzumerken, dass die Analyse mit dem Zustandsvergleich als Basis aussagekräftiger ist als die Gegenrichtung, auch wenn in beide Richtungen jedes der untersuchten Szenarien einen hochsignifikanten Trend aufweist. Zur genaueren Bewertung soll darüber hinaus die visuelle Darstellung der Befunde herangezogen werden. Die Szenarien *Signbased.all*, *Signbased.log* und *withoutSB.all* werden in den Plots aufgrund der geschilderten Ergebnisse der Post-hoc-Analyse nicht mehr berücksichtigt.

So ist Abb. 8.2 vor allem hinsichtlich der allgemeinen Tendenz der Szenarien besonders aufschlussreich. Offensichtlich lassen sich die bewerteten Szenarien in drei Gruppen aufteilen. Die erste vertretene Gruppe, bestehend aus *withoutSB.log* und *Superlogical*, zeigt eine nur geringe Steigung über den Verlauf der erwarteten Ähnlichkeitsniveaus hinweg. Der Verlauf des Mediangraphen verfügt lediglich zwischen Gruppe 4 und 5 über eine deutliche Steigung. Die zweite Gruppe besteht aus den Szenarien *Signbased.log.gap*, *withoutSB.log.gap* und *Superlogical.gap*. Ihnen ist nicht nur ein im Vergleich mittlerer Z-Wert in den Gruppen 5 bis 7 zu eigen, darüber hinaus haben sie noch gemeinsam, dass der Median der Gruppe 2 niedriger ist als der

---

<sup>53</sup> Die detaillierten Ergebnisse sind ebenfalls im Anhang zu finden. Siehe A.3.3.

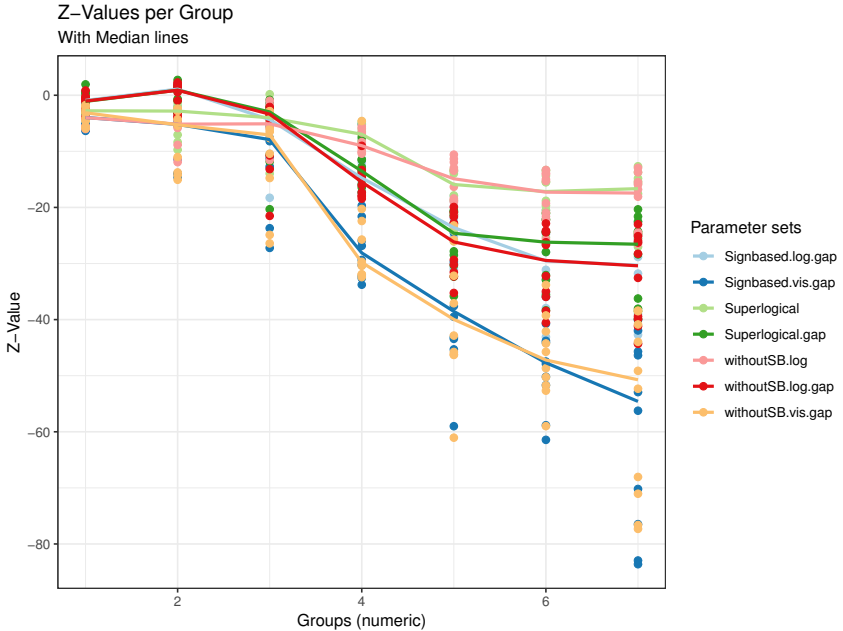


Abbildung 8.2: Z-Werte der Parametersets pro Gruppe mit Mediagraphen. Die Mediagraphen deuten im Wesentlichen auf drei Gruppen von Szenarien.

Median der Gruppe 1. Gleichzeitig verfügen diese Szenarien über den niedrigsten Median für die Gruppe 1. Darüber hinaus bilden die Szenarien *Signbased.vis.gap* und *withoutSB.vis.gap* eine dritte Gruppe. Diese zeichnet sich vor allem durch die vergleichsweise hohe Steigung im Bereich zwischen Gruppe 3 und 7 aus – diese Gruppe ist auch die Einzige, die Gruppen 6 und 7 deutlich voneinander zu trennen vermag. Gleichzeitig weist diese Gruppe von Szenarien, wie die beiden anderen, eine verhältnismäßig flache Steigung im Bereich der Gruppen 1 bis 3 auf.

Die Boxplots in Abb. 8.3 machen dabei deutlich, dass sich die Verteilungen ähnlich wie die Medianverläufe auch im Bereich der Vergleiche, die nicht

Teil des Stemmas sind, deutlich annähern. Die Szenarien, die soeben als erste und zweite Gruppe zusammengefasst wurden, zeigen zudem die Tendenz einer sinkenden Varianz der Z-Scores mit wachsender Unähnlichkeit. Insgesamt weisen die Szenarien *Superlogical* und *withoutSB.log* die geringste Streuung auf bei gleichzeitig schwach ausgeprägter Steigung. Für die Szenarien der zweiten Gruppe – *Signbased.log.gap*, *withoutSB.log.gap* und *Superlogical.gap* – bestätigt sich zudem die Tendenz, dass die Vergleiche zwischen unterschiedlichen Stimmen desselben Teiles über einen niedrigeren Z-Wert verfügen als die Vergleiche mit dem Gegenbeispiel. Dies lässt sich nicht nur anhand der Medianverläufe beobachten, sondern auch über die gesamte Verteilung hinweg. Entsprechend wäre hieraus auf eine höhere Divergenz zwischen unterschiedlichen Stimmen desselben Stückes als zwischen denselben Stimmen unterschiedlicher Stücke zu schließen. Damit liegt die Vermutung nahe, dass diese Szenarien der absoluten Tonhöhe im Vergleich zur Tondauer ein sehr hohes Gewicht beimessen.

Die Szenarien *Signbased.vis.gap* und *withoutSB.vis.gap* zeigen bezüglich der Streuung ein uneinheitliches Bild. Insbesondere die Vergleiche der Gruppe 6 weisen ein verhältnismäßig geringes Maß an Streuung auf, während sich die Verteilungen der Gruppen 5 und 7 durch eine enorme Streuung auszeichnen. Vor allem zeigt sich im Vergleich zu den übrigen Szenarien eine stärkere Streuung. Darüber hinaus zeichnen sich diese Szenarien durch die starke Steigung im Bereich der Vergleiche innerhalb des Stemmas aus, wogegen sich die drei übrigen Vergleiche deutlich absetzen. Die starke Divergenz der Mediane der beiden Szenarien lässt diese somit als besonders vielversprechend für stemmatologische Untersuchungen erscheinen, insofern eine hohe Distinktionsfähigkeit gesucht wird. Hinzu kommt, dass sich im Verlauf der Kodierung wie auch der Formalisierung besonders deutlich die Schwierigkeiten gezeigt haben, die mit der Realisierung einer *logischen Ebene* einhergehen. Entsprechend der Anforderung, so nah wie möglich am Quellenbefund zu bleiben, spricht gerade dieses methodische Argument stark

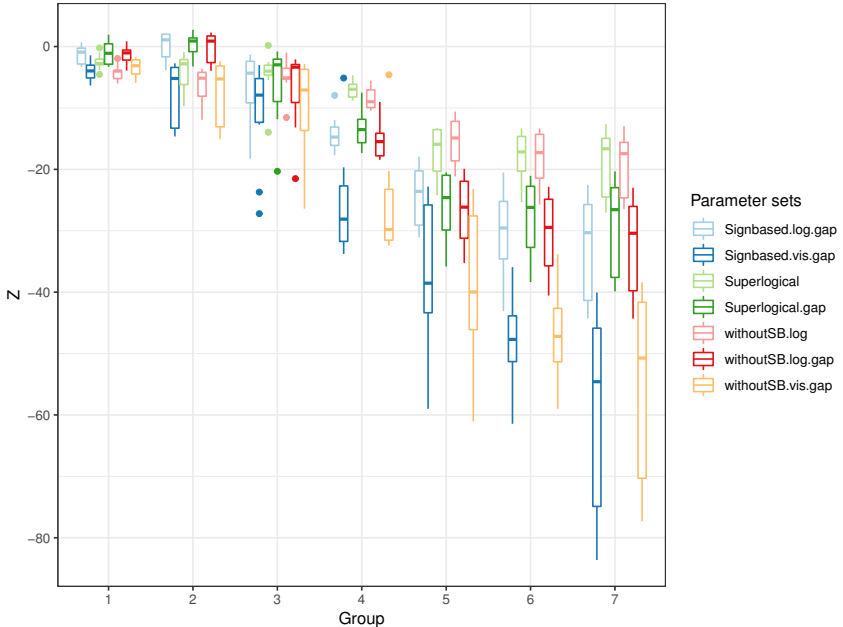


Abbildung 8.3: Z-Werte der Parametersets pro Gruppe als Boxplots. Die Boxplots zeigen die Streuung der Verteilungen.

für die Favorisierung der ausschließlich auf den Parametern der *symbolischen Ebene* beruhenden Szenarien. Ob die starke Tendenz zur Streuung nun ein erhöhtes Risiko für Fehlschlüsse im Rahmen von Analysen darstellt, oder die hohe Sensitivität gerade zum Vorteil dieser geeignet ist, kann an dieser Stelle nicht bewertet werden.

## 8.3 Einordnung distanzbasierter Topologien

Ergänzt werden sollen diese Ergebnisse noch mit einem Ausblick auf den Einfluss, den die Parameterwahl auf konkrete Topologien hat. Hierzu wurde

der Neighbor-Joining-Algorithmus nach Studier/Keppler<sup>54</sup> implementiert. Auch wenn zur optimalen Verwendung die zugrundeliegenden Distanzen aus einem multiplen Sequenzalignment stammen sollten, stellen distanzbasierte Verfahren eine Möglichkeit dar, zunächst einmal nur auf paarweisen Distanzen zu operieren. Da kladistische Verfahren hingegen ein multiples Sequenzalignment notwendig voraussetzen, sollen diese im aktuellen Kontext nicht betrachtet werden. Ebenso muss betont werden, dass die im Folgenden diskutierten Topologien nicht als Stemma zu interpretieren sind – vielmehr setzen sie die Distanzen zwischen jeweils zwei Taxa in Ähnlichkeitsbeziehungen um. Zum einen handelt es sich grundsätzlich dem Verfahren entsprechend um ungerichtete Bäume. Zum anderen sind die Beziehungen, da die Distanzen nicht aus einem multiplen Alignment stammen, nicht global zu deuten. Diese Diskussion soll vielmehr dazu dienen, die Auswertung der Parametersets im Rahmen von Alignments perspektivisch wieder auf die Frage nach den Beziehungen zwischen einzelnen Quellen zurückzuführen. Da für ein Neighbor-Joining möglichst additive Distanzen benötigt werden, wird in diesem Szenario nicht auf die im Alignment ermittelte Distanz zurückgegriffen. Um sich auf äußerst rudimentäre Weise der Beschreibung von Mutationsprozessen anzunähern, wurde zur Ermittlung der Relation eines Taxons zu einem anderen stattdessen die Zahl der Änderungsoperationen verwendet. Da durch Fragmentation und Consolidation<sup>55</sup> eine Operation mehrere Elemente einer Sequenz umfassen kann, wurde nicht die bloße Anzahl identischer Positionen verwendet. Auch wurden die im vorhergehenden Abschnitt diskutierten Szenarien mit normalisierten Systemumbrüchen<sup>55</sup> außen vor gelassen, da deren Verhalten keine deutlichen Unterschiede zu den Schwesterszenarien aufwies.

Bei der Konstruktion von Topologien müssen zudem weitere Faktoren beachtet werden, die in der Surrogatdatenanalyse nur teilweise eine Rolle

---

<sup>54</sup> SK88.

<sup>55</sup> *withoutSB.log*, *withoutSB.log.gap* und *withoutSB.vis.gap*.

spielen. So ist der Einfluss von Schäden in diesem Rahmen von enormer Bedeutung. Das erläuterte Damage-Modell dient in erster Linie dazu, das Alignment zu optimieren. Im Rahmen der Entwicklung von Topologien führen die Damage-Penalties aber zu einer Erhöhung der Distanzen. Gleichzeitig sind aber fehlende Passagen im Kontext einer stemmatologischen Perspektive nicht weniger ähnlich, sondern schlichtweg nicht für eine Bewertung vorhanden. Aus diesem Grund ist es erforderlich, konkrete Prozeduren hierfür zu entwickeln und zu erproben. In diesem Kontext wurde deshalb davon abgesehen, Stimmen in Vergleiche einzubeziehen, die in mindestens einer Quelle nicht überliefert sind.<sup>56</sup> Einen nicht zu unterschätzenden Einfluss spielt zudem die konkrete Modellierung der Taxa. Am hier betrachteten Beispiel ist gerade die vage Positionierung der Überlieferung von [VatS 41] ein Fall, der prinzipiell diskussionswürdig ist. Da die Motette getrennt von der Messe, also nicht im unmittelbaren Kontext des Sanctus überliefert ist, stellt sich unmittelbar die Frage, ob diese nun als unabhängige oder eher als gemeinsame Überlieferung zu sehen ist. Durch das Fehlen des unmittelbaren Anschlusses der Motette innerhalb des Sanctus entsteht im Vergleich zur übrigen Messtradition eine größere Distanz im Rahmen eines Alignments. Wird diese Diskrepanz aber durch einen Eingriff in die Modellierung der Taxa – indem Sanctus und Motette zusammengefasst würden – ausgeglichen, findet eine erhebliche Homogenisierung mit der Messtradition statt.<sup>57</sup> Ebenso bestünde die Möglichkeit, in den übrigen Quellen der Messtradition lediglich die isolierte Motette zu betrachten. Dies würde einen vergleichbaren Eingriff darstellen, der aber aufgrund der zusammenhängenden Kodierung der Messteile mit erheblichem Aufwand verbunden wäre. Auch ist zu erwarten, dass [1503<sup>1</sup>] und [SGalls463] allein dadurch, dass sie

---

<sup>56</sup> [Pet1515] fehlt der Bassus, [Pet1519] fehlt der Altus und [SGalls463] fehlen sowohl der Tenor als auch der Bassus.

<sup>57</sup> Im Rahmen der Surrogatdatenanalyse wurde entsprechend der angestrebten Ähnlichkeitsniveaus für Gruppe 5 homogenisiert, während die Vergleiche in Gruppe 4 ohne Homogenisierung durchgeführt wurden. Siehe dazu C.



als einzige Quellen den zweiten Teil der Motette überliefern, eine geringere Distanz aufweisen werden. Insofern ist es unabdingbar, sich der konkreten Vergleichsgrundlage und den damit verbundenen Konsequenzen bewusst zu sein.

Zwei wesentliche Grundfragen stellen sich bei der Betrachtung der Topologien. Zum einen muss ermittelt werden, ob die berechneten Topologien noch im Toleranzbereich liegen. Atteson konnte nachweisen, dass auch bei nicht vollständig additiven Ausgangsmatrizen ein Toleranzbereich existiert, in dem das Verfahren noch eine korrekte Topologie ermittelt. Sofern die größte Abweichung zwischen tatsächlicher Distanz und aufsummierter Distanz der Topologie nicht größer ist als die halbe Länge der kürzesten Kante, ist der Baum korrekt berechnet. Für eine einzelne Kante gilt, solange sie mindestens viermal so lang ist wie die größte Differenz zwischen tatsächlicher Distanz und der Distanz in der Topologie, wird diese korrekt rekonstruiert.<sup>58</sup> Sollte ein Parameterset eher als andere dazu tendieren, diesen Toleranzbereich zu überschreiten, ist dies diskussionswürdig. In diesem Fall direkt von einer fehlenden Eignung auszugehen, wäre allerdings nicht angebracht, da viel eher eine problematische Überlieferungssituation – z. B. Kontamination – als Auslöser in Frage kommt. Denn letztlich bezieht sich dieser Toleranzbereich lediglich auf das Kriterium der Additivität, nicht aber auf qualitative Kriterien die Taxa betreffend. Zum anderen stellt sich die Frage, ob identische Taxa über verschiedene Parametersets hinweg eine stabile Topologie zum Ergebnis haben, oder ob Änderungen auftreten. So ist sicherlich eine Änderung in den jeweiligen Distanzniveaus zu erwarten, ebenso variierende Zweiglängen. Fraglich ist, ob die Parametersets sich unterschiedlich auf die Anordnung der Topologien auswirken. Um zu einer Einschätzung hinsichtlich dieser Aspekte zu gelangen, wurden anhand des Sanctus aus der Messüberlieferung und den Quellen der Motettenüberlie-

---

<sup>58</sup> Att97, S. 108–110.

ferung verschiedene Konstellationen mit den Parametersets *Superlogical*, *Signbased.log.gap*, *Superlogical.gap* und *Signbased.vis.gap* erprobt.

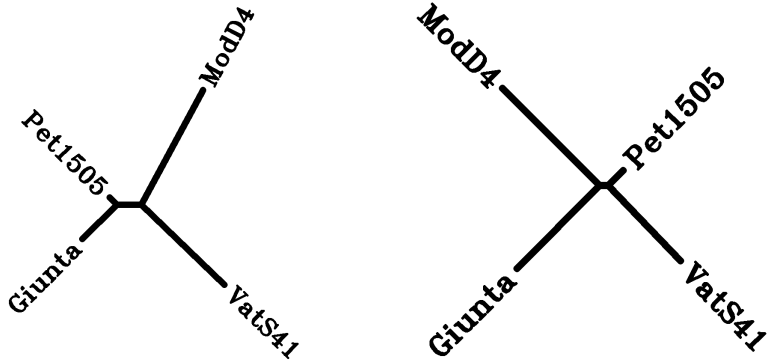
Zunächst ist hinsichtlich der Einhaltung des Toleranzbereiches zu konstatieren, dass dies stark von der Homogenität der gewählten Taxa abhängig ist. Sobald deutlich unterschiedliche Teile gewählt wurden und insbesondere, wenn zusätzlich stark divergierende Werte Ausgangspunkt der Topologie waren, wird der bei Atteson definierte Toleranzbereich häufig deutlich überschritten. Ebenso kann beobachtet werden, dass die Überschreitung bzw. Einhaltung dieses Toleranzbereiches nicht mit der Stabilität bzw. Instabilität der Topologien einhergeht.

Dies lässt sich insbesondere an der isolierten Betrachtung der Messüberlieferung beobachten. Wenn sämtliche Stimmen des Sanctus von [ModD 4], [VatS 41], [Pet1505] und [Gio1526] verglichen werden, liegen die Topologien aller Parametersets innerhalb des Toleranzbereichs, aber dennoch bilden die *Superlogical*-Sets eine abweichende Topologie. Es ist deutlich zu erkennen, dass die in den ausgewerteten Stemmata der New Josquin Edition<sup>59</sup> unstrittige Beziehung von [Pet1505] und [Gio1526] durch die starke Abstrahierung der *Superlogical*-Sets verloren geht. Vielmehr kann die sehr kurze Kante im Zentrum im Vergleich zu den übrigen Kanten fast vernachlässigt und eine beinahe gleichförmige Beziehung der Taxa konstatiert werden. Auf jeden Fall zeigt sich, dass der deutliche Bezug der beiden Drucke nicht erhalten bleibt. Da [Gio1526] ein Nachdruck der Petrucci-Drucke ist, widerspricht die ausschließliche Berücksichtigung rein substantieller Parameter damit der historischen Evidenz.

Wird die gesamte Messtradition betrachtet – also zusätzlich noch [Pet1515] und [Pet1519] (ausschließlich Superius und Tenor aufgrund fehlender Stimmen) – verstärkt sich dieser Befund. Keine der Topologien bleibt gänzlich im Toleranzbereich, die *Superlogical*-Sets weisen zwar mit fünf von sieben

---

<sup>59</sup> Siehe 2.3.4.



(a) Topologie mit *Signbased.log.gap*.

(b) Topologie mit *Superlogical.gap*.

Abbildung 8.4: Instabilität der Topologien hinsichtlich verwendeter Parametersets; *Superlogical*-Sets erzeugen hier eine Abweichung. Teile der Messtradition, [Pet1515] und [Pet1519] wurden nicht berücksichtigt.

Kanten im Toleranzbereich die sichersten Ergebnisse auf, verfügen aber über dieselbe Abweichung der Topologie. Deutlich wird bei der Betrachtung der übrigen Parametersets außerdem die Nähe der Drucke zueinander im Vergleich der handschriftlichen Quellen. Die erheblichen Unterschiede in den Kantenlängen treten somit gemeinsam mit Topologien außerhalb des Toleranzbereichs auf. Interessant ist zudem auch die genaue Anordnung der Petrucci-Drucke über die Parametersets hinweg. Immer werden [Pet1505] und [Pet1515] auf einem gemeinsamen Zweig positioniert, wobei der Erstdruck vom clusternden Knoten eine Distanz von  $d_{Pet1505,x} = 0$  hat – damit kann eine direkte Abhängigkeit impliziert werden. Ebenso ist die Distanz zwischen den Knoten, die [Pet1505] und [Pet1519] verbinden,  $d_{x,y} = 0$ . Damit ergibt sich trotz der Anordnung in einem ungerichteten Binärbaum auch hier wiederum eine Beziehung, die als direkte Abhängigkeit interpretiert werden kann. Lediglich der spätere Nachdruck [Gio1526]

ist hiervon etwas weiter entfernt. Dass dieser sich wiederum näher an den handschriftlichen Quellen befindet, zeigt deutlich, dass es sich hier um eine distanzbasierte Topologie handelt und nicht um die Visualisierung zeitlicher Abhängigkeitsverhältnisse.

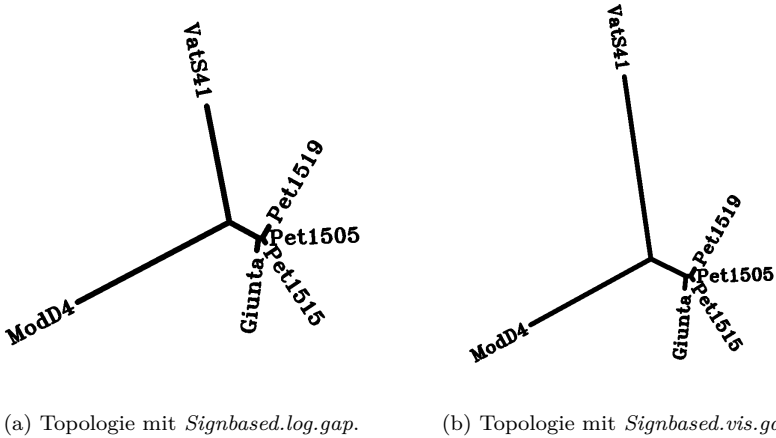


Abbildung 8.5: Das Verhältnis der handschriftlichen Quellen und der Drucke der Messtradition zueinander zeigt den Einfluss visueller Parameter. Nur Superius und Tenor wurden verwendet.

Vergleicht man die Topologien von *Signbased.log.gap* und *Signbased.vis.gap* direkt miteinander, wird zudem bei einer stabilen Topologie eine deutliche Verschiebung der Kantenlängen sichtbar. Während unter *.log.gap* die Quelle aus Modena über die längste Kante verfügt, ist unter *.vis.gap* die vatikanische Quelle am weitesten vom Knoten im Zentrum entfernt. Die Position der Drucke zu [ModD 4] bleibt dahingegen weitgehend stabil. Diese Beobachtung geht mit der Tatsache einher, dass die vatikanische Quelle sich deutlich im Schreibstil von den übrigen Quellen abhebt. Bereits während der Kodierung hat sich dieses Chorbuch als reicher an Ligaturen als andere Quellen gezeigt – so macht keine andere Quelle im Tenor von Ligaturen

mit mehr als zwei Noten Gebrauch. Der Einfluss eben dieses eigenständigen Charakters der Quelle auf die Topologien im Vergleich über die Parametersets hinweg bietet daher einen naheliegenden Erklärungsansatz.

Im Falle der Motettenüberlieferung lässt sich zudem der Umgang mit unterschiedlichen Zuständen derselben Quelle testen. So wurden sämtliche Stimmen der Quellen [1503<sup>1</sup>], [FlorBN Panc. 27] und der isolierten Motette in [VatS 41] einmal mit nur einem Taxon für die florentische Quelle und ein weiteres Mal mit zwei Taxa für die differierenden Zustände des Bassus getestet. Hier zeigt sich zunächst die Überlegenheit der Parametersets mit optimierendem Gap-Modell, da *Superlogical* als einziges Set eine Topologie außerhalb des Toleranzbereiches produziert. Im direkten Vergleich von *Superlogical.gap* und *Superlogical* lässt sich beobachten, dass *Superlogical.gap* nicht nur eine sichtbare Kante zwischen dem Zentrum und [FlorBN Panc. 27] erzeugt, *Superlogical* verfügt zudem über eine negative Distanz zwischen dem *After*-Zustand und dem Cluster von [FlorBN Panc. 27]. Qualitativ ergibt die größere Distanz zwischen dem *Before*-Zustand und den übrigen Taxa insofern Sinn, als die Änderung im Bassus offensichtlich als Fehlerkorrektur zu interpretieren ist.

Werden in der Motettenüberlieferung lediglich Superius und Altus beachtet und damit auch [SGallS463] in die Topologie inkludiert, zeigt sich der Vorteil der optimierenden Gapmodelle noch deutlicher. Hier befindet sich *Superlogical* wieder als einziges Szenario – inkl. negativer Kantenlänge zwischen [SGallS463] und [VatS 41] – außerhalb des Toleranzbereiches. Dies geht zudem mit einer abweichenden Topologie einher. Während die Parametersets mit optimierenden Gap-Modellen die florentinische und die vatikanische Überlieferung von dem Petrucci-Druck und dem Tschudi-Liederbuch absetzen, werden die Taxa mit *Superlogical* anders gruppiert, wiederum mit einer sehr kurzen Kante im Zentrum. Damit ist die Eignung von Parametersets ohne optimierendes Gapmodell auch unter der

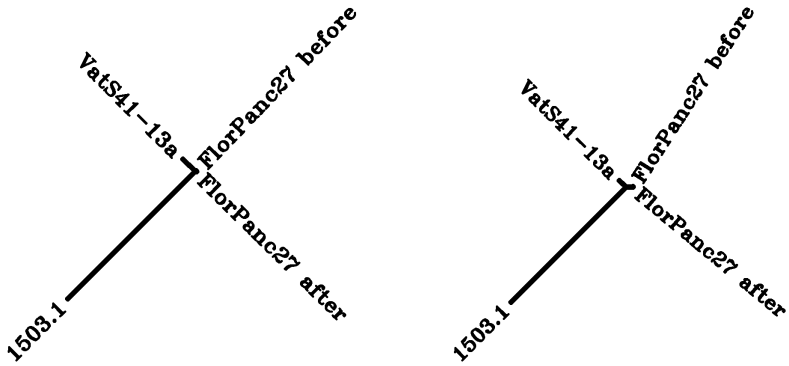
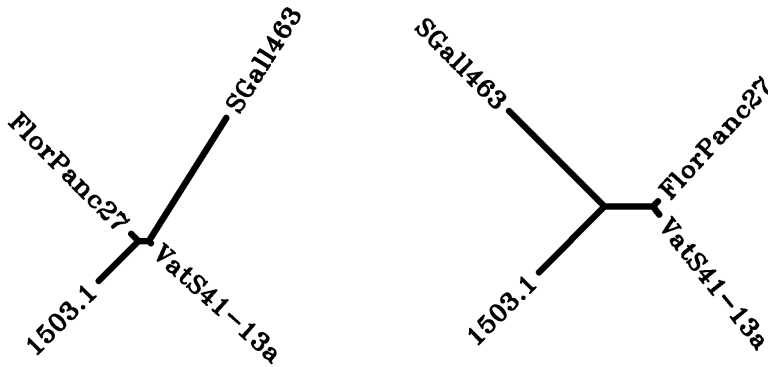
(a) Topologie mit *Superlogical*.(b) Topologie mit *Superlogical.gap*.

Abbildung 8.6: Topologien mit verschiedenen Zuständen derselben Quelle. *Superlogical* bleibt als einziges getestetes Szenario nicht im Toleranzbereich.

Berücksichtigung der zuvor durchgeführten Analyseschritte grundsätzlich anzuzweifeln.

Zuletzt wurde eine Reihe von Topologien basierend auf dem Superius aller bereits erwähnten Quellen erstellt. Da hier die geschilderte Problematik der heterogenen Überlieferung mit stark unterschiedlichen Kantenlängen erwartungsgemäß besonders virulent ist, erfüllt keine der Topologien die Kriterien von Atteson. Insgesamt sind die Differenzen zwischen den Ursprungsdistanzen und den Distanzen im Baum derart groß, dass auch nur sehr wenige Kanten als sicher betrachtet werden können. Überprüft wird in diesem Rahmen, nachdem bisher lediglich die einzelnen Überlieferungstraditionen als Teilbäume betrachtet wurden, wie sich diese Teilbäume nun zu einer Gesamtopologie zusammensetzen. Auch soll der Einfluss der Zusammensetzung der Taxa in Hinblick auf die Zusammensetzung der vatikanischen Quelle beobachtet werden. Um darüber hinaus auch die Distinktionsfä-



(a) Topologie mit *Superlogical*.

(b) Topologie mit *Superlogical.gap*.

Abbildung 8.7: Einfluss optimierender Gapmodelle auf Topologien. Hier die Überlieferung der Motettentradition – nur Superius und Altus.

higkeit von völlig unabhängigen Stücken zu überprüfen, wurde zudem auch das Gegenbeispiel ‚Quis dabit capiti meo aquam‘ aus [FlorBN 232] berücksichtigt. Aus diesem Grund wurden verschiedene Konstellationen getestet, entweder ausschließlich mit dem Sanctus aus [VatS 41, 13], der Motette ‚Tu solus‘ aus [VatS 41, 13a] oder der homogenisierten Einheit [VatS 41, 13+13a]. Zusätzlich dazu wurden Topologien mit zwei Taxa für die vatikanische Quelle erstellt, einmal in der Kombination eines Taxons für die Motette [VatS 41, 13a] und eines für das Sanctus [VatS 41, 13], ein weiteres Mal mit einem Taxon für die Motette [VatS 41, 13] und einem Taxon für die homogenisierte Einheit [VatS 41, 13+13a]. Da die Versuche mit zwei Taxa für die vatikanische Überlieferung jeweils eine vergleichbare Positionierung dieser Taxa im Vergleich zu den Topologien mit nur einem Taxon für [VatS 41] ergaben, können die Konstellationen mit zwei Taxa als Kombination der Einzelbeispiele betrachtet werden. So soll im Folgenden der Fokus insbesondere auf das Verhalten mit zwei Taxa gelegt werden.

Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass die jeweiligen Teilbäume als solche erhalten bleiben – eine Seite der Topologie bildet die Messüberlieferung, die andere Seite bildet die Motettenüberlieferung ab. Damit sind die Überlieferungstraditionen als solche stabil erkennbar. Im Vergleich der Parametersets kann auch hier wiederum der Einfluss der optimierenden Gap-Modelle isoliert werden, die hier eine stabilisierende Wirkung auf die Topologie ausüben (siehe Abb. 8.8). Zum einen zeigt sich, dass die Position des alleinstehenden Sanctus [VatS 41, 13] ohne Gap-Modell instabil ist. Zum anderen lässt sich beobachten, dass die Messüberlieferung zwar weitestgehend identisch zum Teilbaum bleibt – lediglich eine weitere Kante wurde an den Baum angefügt –, die Anordnung der Motettenüberlieferung sich allerdings im Lichte der Messüberlieferung ändert. Zwar bleibt die Gruppierung der florentinischen und vatikanischen Quelle wie auch des Petrucci-Drucks und des Tschudi Liederbuchs erhalten, aber diese bilden nicht mehr zwei gleichrangige Zweige in der Topologie. Stattdessen werden die Quellen, die entweder einer Mischtradition bzw. der Messtradition der Motettenüberlieferung zugeordnet werden<sup>60</sup>, in eine Position gerückt, die zwischen den beiden Extremen der Mess- und der Motettenüberlieferung angesiedelt ist. Ebenso zeigt sich der Einfluss des homogenisierten Sanctus [VatS 41, 13+13a] im direkten Vergleich zum einzeln positionierten Sanctus [VatS 41, 13]. So rückt letzteres deutlich von der Messüberlieferung ins Zentrum der Topologie und nimmt vielmehr eine unabhängige Rolle ein, die außerdem im Falle eines ungeeigneten Parametersets instabil wird. Die übrigen Taxa der Messüberlieferung bleiben von dieser Verschiebung ebenso unberührt wie auch die Anordnung der Taxa der Motettenüberlieferung lediglich durch das Parameterset beeinflusst wird.

Wird ‚Quis dabit capiti meo aquam‘ in [FlorBN 232] wiederum als Outgroup hinzugenommen, lässt dies eine bessere Eingrenzung der Position

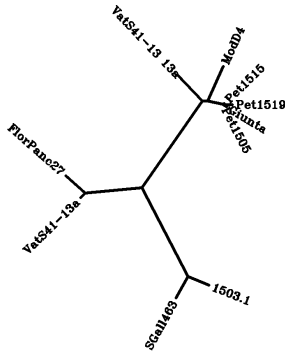
---

<sup>60</sup> Siehe hierzu 2.3.4.

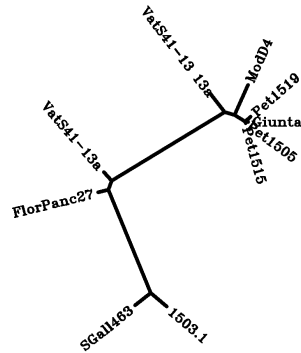


## 8 Analyse: Zum Verhältnis von notiertem und bezeichnetem Klang

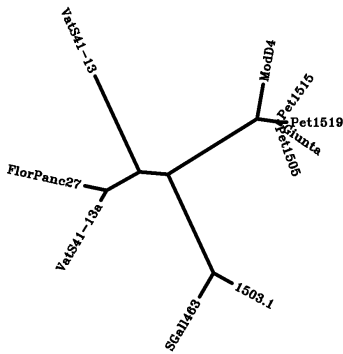
---



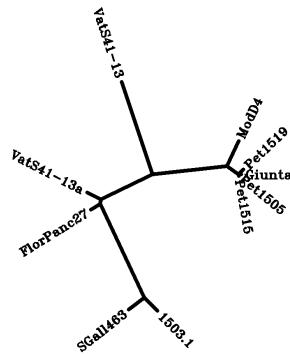
(a) Topologie basierend auf dem mit der übrigen Messüberlieferung homogenisierten Sanctus und der Motette, hier *Signbased.log*.



(b) Topologie basierend auf dem mit der übrigen Messüberlieferung homogenisierten Sanctus und der Motette, hier *Signbased.log.gap*.



(c) Topologie basierend auf dem allein stehenden Sanctus und der Motette aus [VatS 41], hier *Signbased.log*.



(d) Topologie basierend auf dem allein stehenden Sanctus und der Motette aus [VatS 41], hier *Signbased.log.gap*.

Abbildung 8.8: Einfluss optimierender Gap-Modelle auf die Zusammensetzung der Teilbäume zu einer Gesamtopologie. Hier zunächst ohne Outgroup.

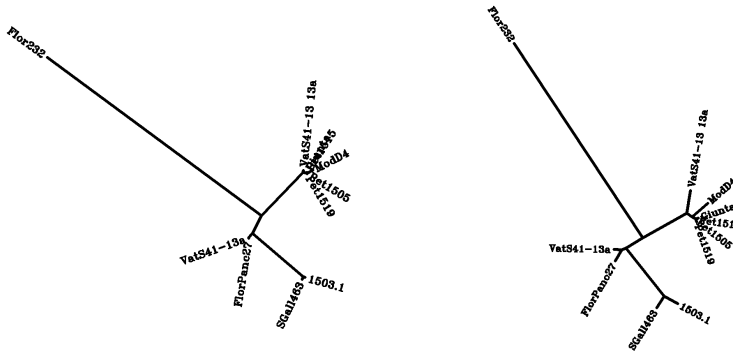
von [VatS 41, 13] zu. Da bereits im Rahmen der Surrogatdatenanalyse auf den normierenden Faktor, den ein Gegenvergleich mit sich bringt, zurückgegriffen wurde, eignet sich dies auch für die Betrachtungen von Topologien – zumal dieses Vorgehen nicht unüblich im Rahmen distanzbasierter phylogenetischer Verfahren ist.<sup>61</sup> Der Nutzen, der sich durch die Einbeziehung des Gegenbeispiels als Outgroup ergibt, lässt sich in diesem Zuge klar beobachten. So kann nicht nur die Plausibilität der Anordnung anhand dessen evaluiert werden. Darüber hinaus lassen sich zudem die Relationen der übrigen Taxa im Vergleich mit einer Outgroup besser eingrenzen. So bestätigt sich zum wiederholten Mal die Wirkung der optimierenden Gap-Modelle, indem diese das entsprechende Taxon im Zentrum der Topologie verorten und gleichzeitig auf einem überdurchschnittlich langen einzelnen Zweig positionieren. Parametersets ohne optimierendes Gap-Modell positionierten die Outgroup hingegen gemeinsam mit [1503<sup>1</sup>] und [SGalls463].<sup>62</sup> In Bezug auf die Positionierung des Sanctus [VatS 41, 13] wird deutlich (siehe Abb. 8.8), dass im Vergleich zur Outgroup noch immer eine engere Verwandtschaft des alleinstehenden Sanctus mit der Messtradition besteht. So rückt das Taxon im Vergleich mit der homogenisierten Variante zwar deutlich ins Zentrum, bleibt aber dennoch auf der Seite der Messüberlieferung. Auch bildet die übrige Messüberlieferung, obwohl die Motette sich hier direkt an das Sanctus anschließt, noch immer den Gegenpol zur Motettenüberlieferung. Dabei wäre es auch denkbar gewesen, dass vielmehr dem alleinstehenden Sanctus eine isolierte Position zukommt.

Ein weiterer Aspekt wird insbesondere im Vergleich zwischen *Superlogical.gap* und den Parametersets *Signbased.log.gap* und *Signbased.vis.gap* deutlich. Es konnte nicht nur bereits in Bezug auf die Messtradition eine Abweichung der Topologie im Falle von *Superlogical* und *Superlogical.gap*

---

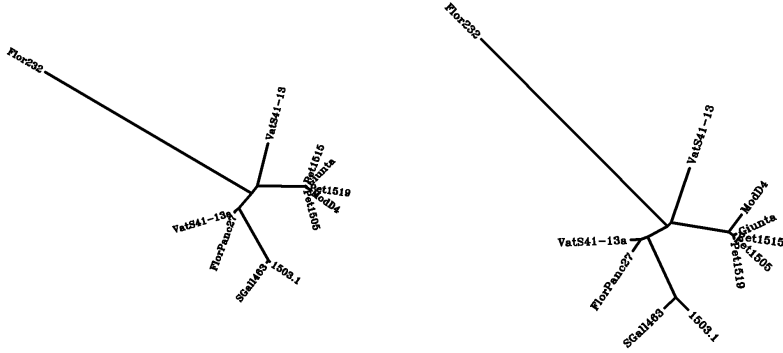
<sup>61</sup> Siehe 3.3.1.

<sup>62</sup> Hierzu wurde, da bereits mehrfach auf den Einfluss des Gap-Modells hingewiesen wurde, aus Gründen der Übersichtlichkeit keine Grafik angefügt.



(a) Topologie basierend auf dem mit der übrigen Messüberlieferung homogenisierten Sanctus und der Motette, hier *Superlogical.gap*.

(b) Topologie basierend auf dem mit der übrigen Messüberlieferung homogenisierten Sanctus und der Motette, hier *Signbased.vis.gap*.



beobachtet werden. Diese Abweichung setzt sich darüber hinaus auch in der Gesamttopologie fort. Einher geht dies offensichtlich mit einer Tendenz, dass *Superlogical.gap* zu deutlich kürzeren Kanten zwischen den Taxa und den ihnen benachbarten Clustern neigt. In der Zusammenschau besonders ähnlicher Taxa führt dies nicht einfach nur zu einer erhöhten Instabilität der Topologie. Vielmehr wird in der Gesamtschau deutlich, dass der Teilbaum der Motettenüberlieferung keine abweichende Anordnung aufweist, da hier grundsätzlich größere Distanzen vorliegen. Bezogen auf die Anforderung der Distinktionsfähigkeit eines Parametersets wird somit ersichtlich, dass *Superlogical.gap*, obwohl es im Rahmen der Surrogatdatenanalyse weitgehend vergleichbare Ergebnisse zu *Signbased.log.gap* aufwies, in diesem Zusammenhang problematische Befunde liefert. In dieser Hinsicht sind *Signbased.log.gap* und *Signbased.vis.gap* als geeigneter einzuordnen.

Zuletzt sei noch ein Rekurs auf die bereits diskutierten Stemmata zu der betrachteten Überlieferung<sup>63</sup> angefügt. In der Bewertung der vorliegenden Topologien lassen sich die von Noblitt eingeführten und von Blackburn weiter verwendeten Sphären einer Mess- und einer Motettentradition klar eingrenzen. Zu bereits angesprochenen abweichenden Befunden, ob nun eine Quelle, die wie [FlorBN Panc. 27] nur die Motette enthält, eher der Messtradition oder einer gemischten Tradition zuzuordnen ist, kann hier nur schwer eine Einschätzung gegeben werden. Auch kann, da diese Topologien nur bedingt als Genealogie zu lesen sind, keine Aussage darüber getroffen werden, ob nun [FlorBN Panc. 27] und [ModD 4] von den Messdrucken Petruccis abstammen oder nicht.<sup>64</sup> Allerdings zeigt sich deutlich, dass [ModD 4] etwas abseits von der Drucküberlieferung steht, bei weitem aber nicht so weit von dieser entfernt ist wie [VatS 41]. Selbst wenn das mit der übrigen Messüberlieferung homogenisierte Sanctus verwendet wird, ist die Distanz der vatikanischen Quelle zur übrigen Messtradition ersichtlich – so wird

---

<sup>63</sup> Siehe 2.3.4.

<sup>64</sup> Noblitt vertritt diese These, vgl. NJE 7, S. 30–31.

selbst in dieser Konstellation die Kante, die die Messüberlieferung mit der weiteren Überlieferung verbindet, zwischen [VatS 41] und der übrigen Mess-tradition positioniert. Gleichzeitig vergrößert sich diese Distanz unter der Berücksichtigung sämtlicher visueller Eigenschaften. Deutlich wird zudem, dass [FlorBN Panc. 27] wie auch die Motettenüberlieferung von [VatS 41] sich sowohl von der Messüberlieferung als auch der Motettenüberlieferung absetzen. Dies ist ein Befund, der einerseits sowohl mit der Einschätzung von Blackburn vereinbar ist als auch der Hypothese Noblitts, dass die Quellen auf der Messüberlieferung beruhen, nicht entgegensteht. Andererseits muss aber konstatiert werden, dass sich dies bereits im Wesentlichen aus der Zusammensetzung der Taxa ergibt. Während die genannten beiden Quellen ausschließlich den ersten Teil der Motette überliefern, ist dieser ebenso Teil der Messüberlieferung, unmittelbar im Zusammenhang mit dem Sanctus. In der Motettentradition überliefern [1503<sup>1</sup>] und [SGalls463] wiederum als einzige Quellen auch den zweiten Teil der Motette. Darüber hinaus lässt sich das starke argumentative Gewicht, das Blackburn dem verwendeten *sesquialtera*-Zeichen zumisst, nur schwer bestätigen. Im Großen und Ganzen lässt sich die Topologie zwar im Einklang mit ihrem Stemma<sup>65</sup> sehen, allerdings müsste, um die hohe Bedeutung des verwendeten Zeichens zu bestätigen, eine Änderung der Topologie über die verschiedenen Parametersets hinweg zu beobachten sein – lediglich *Signbased.vis.gap* betrachtet die verwendeten Zeichen und müsste somit eine Außenseiterposition einnehmen. Vielmehr konnte aber eine Änderung der Topologie im Vergleich zwischen *Superlogical.gap* und den anderen beiden Sets beobachtet werden. Insofern scheinen hier vielmehr auch andere Tendenzen einen solchen Befund zu stützen.

So zeigt sich deutlich, dass das Neighbor-Joining-Verfahren prinzipiell dazu geeignet ist, Quellen entsprechend ihrer Ähnlichkeit zu gruppieren, sofern

---

<sup>65</sup> Vgl. NJE 22, S. 43.

das Alignment ein optimierendes Gap-Modell verwendet. Auch kann festgehalten werden, dass die Anzahl der Änderungsoperationen bereits eine solide Basis als verwendetes Distanzmaß darstellt. Deutlich wird aber auch, dass das Kriterium der Additivität sehr schnell über einen Toleranzbereich hinaus verletzt ist, insbesondere wenn die Distanzen zwischen den einzelnen Taxa stark variieren. Mögliche Optimierungen dieses Distanzmaßes wären allerdings sehr sorgfältig abzuwägen, auch in Hinblick auf Overfitting. Darüber hinaus gilt außerdem die Einschränkung, dass derartige Topologien nicht einfach als Stemma interpretiert werden sollten, da es sich um ungerichtete Bäume handelt, die Sequenzen anhand globaler Distanzen gruppieren. Die Kanten rekonstruieren keine direktionalen Beziehungen im Sinne eines Abstammungsverhältnisses. Allerdings können distanzbasierte Topologien sicherlich eine Funktion im Rahmen der Filiation erfüllen, nicht nur in der Hinsicht, dass sie bereits eine grobe Gruppierung anbieten. Vielmehr bietet die Möglichkeit, explorativ verschiedene Kombinationen von Taxa mit unterschiedlichen Parametersets zu untersuchen, das Potential, sich durch die Auswertung der resultierenden Topologien und deren Stabilität gezielt einzelnen Faktoren in einem Überlieferungszusammenhang anzunähern.



## Kapitel 9

# Fazit

Im vorangegangenen Kapitel wurden zwei Aufgaben bearbeitet. Zum einen sollte ein explorativer Blick auf die Implementierung und Anwendung grundlegender Verfahren der Sequenzanalyse geworfen werden. Zum anderen wurde hierfür eine konkrete Fragestellung in den Blick genommen, die sich an den theoretischen Betrachtungen entzündete und über den gesamten Verlauf der Verfahrensentwicklung hinweg präsent war: die Frage, ob im Rahmen der Filiation vom notierten Zeichen an sich ausgegangen werden kann oder ob vielmehr der Blick auf dessen musikalische Bedeutung unerlässlich ist. Somit wurde eruiert, ob die Betrachtung dessen, was als *substantielle Variante* bezeichnet wird, ausreicht, oder ob die Beachtung visueller Gesichtspunkte notwendig, lediglich empfehlenswert oder vielleicht sogar hinderlich ist. Die Ausführungen zur Filiation von Musikquellen um 1500<sup>1</sup> konnten Argumente für das gesamte Spektrum an möglichen Positionen finden. Im Rahmen der Anforderungsanalyse wurde insbesondere der mehrdeutige und vage Charakter der Notation ersichtlich, während gerade methodisch ein hohes Maß an Eindeutigkeit als unerlässlich gilt. Die möglichst präzise Trennung der Domänen *Zeichen* und *Bezeichnetes* war das Leitthema im Prozess von Kodierung und Formalisierung, um die

---

<sup>1</sup> Siehe 2.



Dichotomie dieser Beziehung im Rahmen der Analyse in den Blick nehmen zu können.

Hierzu wurde eine Modellierung gewählt, die die genannten Sphären als verschiedene Parametersets einander gegenüberstellt. Die semiologische Fragestellung wurde somit aus einer empirischen Perspektive heraus zu einem Kodierungsproblem erklärt. Um einen Ansatz zu finden, der die Einbeziehung externer Bewertungsgrundlagen minimieren kann und stattdessen vielmehr datenbasiert agiert, wurde auf eine Methode zurückgegriffen, die zur Evaluierung von Alignments verwendet wird: der Vergleich mit einem Zufallsmodell. Die Hypothese, auf der die Anwendung dieses Verfahrens beruht, dass sich ‚musikalischer Sinn‘ nicht nur durch das bloße Auftreten von Objekten, sondern vielmehr durch deren Anordnung in einer gerichteten Reihe manifestiert, konnte in diesem Zuge ebenso nutzbar gemacht werden wie die empirische Operationalisierung eines Ähnlichkeitsbegriffs als Distanz zu einem Zufallsmodell. Entsprechend der unstrittigen Beziehung in den beiden Stemmata zur untersuchten Überlieferung der Missa ‚D’ung aultre amer‘ und der Motette ‚Tu solus qui facis mirabilia‘ wurde eine grobe Einteilung in Gruppen erwarteter Ähnlichkeit vorgenommen, die auf der Hypothese beruhte, dass sich ein systematisierbares Verhalten beobachten lässt. Indem dieses Verfahren letztendlich zu einer Einschätzung zur Eignung der verschiedenen definierten Parametersets führte, zeigte sich, dass beide Grundannahmen im Verlauf der Analyse nicht verworfen werden mussten und damit eine geeignete Operationalisierung darstellen. Ebenso wurden die Anforderungen an ein Parameterset dahingehend operationalisiert, dass die Distinktionsfähigkeit zwischen den Gruppen erwarteter Ähnlichkeit möglichst hoch sein soll – gemäß der filiatorischen wie auch phylogenetischen Vorgabe, dass zur erfolgreichen Distinktion von Taxa bzw. Quellen im Kontext einer hohen Übereinstimmung ein gewisses Maß an Abweichung notwendig ist.

---

Im Verlauf der Surrogatdatenanalyse konnte die hohe Bedeutung optimierender Gap-Modelle verdeutlicht werden. Auch wenn sie in ihrer optimierenden Funktion die relative Distanz zweier Sequenzen deutlich senken, erhöhen sie gleichzeitig die Distinktionsfähigkeit zwischen den Gruppen enorm. Außerdem war klar zu beobachten, dass sich der Kompromiss, sowohl Parameter der logischen als auch der visuellen Domäne gleichermaßen als Grundlage eines Substitutionsmodells zu verwenden, als ungeeignet erwies. So haben die Szenarien, in denen sämtliche Parameter inklusive optimierendem Gap-Modell zum Einsatz kamen, zu stark vom Zufallsmodell divergiert. Die verwandten Szenarien ohne optimierende Gap-Behandlung konnten wiederum keinen signifikanten Unterschied zwischen dem Vergleich sehr ähnlicher Sequenzen und dem Vergleich von Sequenzen unterschiedlicher Stimmen aufweisen. In einer Modellierung, die auf absoluten statt relativen Tonhöhen beruht, wurde dies als Ausschlusskriterium angewendet. Als geeignet haben sich stattdessen einerseits logische Parametersets erwiesen: Sowohl das auf den logischen Parametern agierende zeichenbasierte Modell erzielte gute Ergebnisse als auch ein stärker abstrahierendes Modell, das lediglich direkt klangbezogene Ereignisse wie Noten und Pausen berücksichtigt. Andererseits erwies sich auch das rein auf unmittelbaren visuellen Befunden basierende Modell als geeignet. Letzteres profitiert besonders von einem optimierenden Gap-Modell, zumal hier die elaborierteren Operationen *Fragmentation* und *Consolidation* keine Verwendung finden. Im Rahmen der Betrachtung distanzbasierter Topologien zeigte sich zudem, dass die gewählten Parametersets dazu geeignet sind, als Grundlage für konsistente Topologien zu dienen und die Taxa entsprechend ihrer Ähnlichkeit in Familien zu gruppieren. Ebenso wurde deutlich, dass diese Topologien nicht den im Vorfeld analysierten Stemmata des untersuchten Fallbeispiels entgegenstehen.

Auf der Basis dieser Betrachtungen wurde zum einen deutlich, dass die im Rahmen der Surrogatdatenanalyse analog agierenden logischen Pa-

rametersets<sup>2</sup> dennoch nicht beide gleich geeignet sind. Die beobachtete Tendenz des auf klangbezogene Ereignisse fokussierten Sets, feine Unterschiede nur schlecht voneinander abzugrenzen, ist hier klar zum Vorteil einer zeichenbasierten Betrachtung zu werten. Würden sich die beiden logischen Parametersets analog verhalten, wäre prinzipiell einer notationsunabhängigen Modellierung der Vorzug zu geben. Allerdings ist aufgrund der besseren Abgrenzung von Unterschieden die Eignung der notations-spezifischen Parametersets zu betonen. Zum anderen ist zu konstatieren, dass die zeichenbasierten Parametersets – das eine mit der Beschränkung auf logische Parameter, das andere unter ausschließlicher Berücksichtigung visueller Befunde – im Rahmen der Konstruktion distanzbasierter Topologien weitestgehend analoge Ergebnisse lieferten. Die im Rahmen der Surrogatdatenanalyse gezeigte stärkere Distinktionsfähigkeit des auf visuellen Parametern basierenden Szenarios geht in den betrachteten Topologien ebenfalls mit einer Tendenz zu längeren Kanten einher, wirkt sich aber im getesteten Rahmen nicht auf die Gruppierung der Taxa aus. Somit ist letztlich eine konkrete Entscheidung für ein oder gegen eines der genannten Parametersets nicht einfach auf der Basis dieser Untersuchungen zu treffen.

Vielmehr konnte die vorliegende Untersuchung deutlich machen, dass es nicht notwendig ist, stark deutende und normalisierende Eingriffe am Material vorzunehmen, um gute Ergebnisse zu generieren. Eine zeichenbasierte Modellierung, die sich nach den visuellen Gesichtspunkten der Notation richtet, ist insofern zu bevorzugen. So wurde deutlich, dass die Einbeziehung spezifischer visueller Charakteristika nicht zu Ergebnissen führt, die von einer ausschließlich auf logischen Parametern operierenden Ebene abweichen, ebenso wenig wie die ausschließliche Betrachtung globaler Distanzen zu wesentlich anderen Ergebnissen führte als die auf signifikante Leitvarianten basierende Filiation. Zumindest in Bezug auf das hier untersuchte

---

<sup>2</sup> *Signbased.log.gap* und *Superlogical.gap*.

---

Fallbeispiel ist somit von einer pauschalen Klassifizierung von Varianten als signifikant bzw. nicht signifikant, wie Atlas sie vorschlägt, abzusehen.<sup>3</sup> Dass sich die verwendeten Sesquialtera-Zeichen oder andere visuelle Spezifika nicht derart stark auf die Topologie auswirken, um eine andere Gruppierung zu bewirken, ist hier als deutliches Indiz zu werten. Eine Betrachtung aller visuellen Gesichtspunkte führt daher nicht zu wesentlich anderen Ergebnissen als eine Fokussierung auf rein logische Gesichtspunkte. Zudem zeigte sich, dass ein Mindestmaß an deutenden Eingriffen in das Material absolut notwendig ist, um bei der Realisierung einer logischen Ebene gute und auch unter Berücksichtigung gegenstandsspezifischer Kenntnisse vertretbare Ergebnisse zu erhalten. Damit kann die Anforderung einer möglichst geringen Einflussnahme im Rahmen der Datenaufbereitung, um die Konsistenz des Untersuchungsgegenstandes zu wahren, auf der logischen Ebene nur eingeschränkt erfüllt werden. Vielmehr wurde deutlich, dass aufwendige Einzelfallbetrachtungen zur Deutung notationsspezifischer Eigenarten, wie die Interpretation der notierten Akzidentien oder die Einschätzung des konkreten metrischen Gefüges und der relativen Notendauern, nicht notwendig sind, da eine Beschreibung basierend auf rein visuellen Merkmalen keine wesentlich abweichenden Ergebnisse lieferte. Daher ist auch methodisch gesehen eine ausschließliche Betrachtung der unmittelbaren visuellen Charakteristika zu bevorzugen.

Darüber hinaus konnten im ersten Teil der Studie Parallelen zwischen der Filiation und den behandelten algorithmischen Verfahren ausgemacht werden, denen im Rahmen eines Methodentransfers eine zentrale Rolle zukommt. Sowohl die Filiation als auch die computergestützten Verfahren der Phylogenie umfassen komplexe Prozesse, die neben den ihnen inhärenten kombinatorischen Komponenten stark auf Vorannahmen fußen. So beruht die Filiation primär auf Konzepten der Signifikanz und damit einhergehend

---

<sup>3</sup> Siehe hierzu 2.2.2.

auf Modellannahmen zu Überlieferungsprozessen, die in erster Linie im Kontrast zu den Eigenschaften gefasst werden können, die einem Archetypen zugeschrieben werden. Im Unterschied zur philologischen Vorgehensweise beruhen die algorithmischen Verfahren auf mathematischen Modellen, die ebenfalls konkrete Vorannahmen treffen. Letztlich geht es somit in beiden Bereichen darum, durch eine Serie von Einzelschlüssen komplexe Prozesse nachzuvollziehen. Dass phylogenetische Entwicklungsprozesse keineswegs weniger komplex sind als die Überlieferungsprozesse von Musik, konnte hierbei deutlich gemacht werden. So konnte zum einen das Gelingen des Methodentransfers grundsätzlich bestätigt werden, indem gezeigt wurde, dass die Übertragung von Modellen der algorithmischen Sequenzanalyse und phylogenetischen Analyse möglich ist und auch verwertbare Befunde beibringt. Mehr noch, gerade in der gemeinsamen Entwicklung weiterführender Modelle kann ein enormes Potential gesehen werden. Denn gerade durch die Verwendung algorithmischer Verfahren, bei denen Modellannahmen explizit einfließen und damit auch überprüfbar gemacht werden, ergibt sich die Möglichkeit, Einflussfaktoren gezielt zu analysieren.

Deutlich zu machen ist ebenso, dass die Untersuchung von Überlieferungsprozessen kein Unterfangen ist, das weder durch eine rein automatisierte noch durch eine philologische Vorgehensweise für sich gültige Antworten liefern kann. So werden Überlieferungsprozesse mit zunehmender *evolutionärer* Distanz<sup>4</sup> zwangsläufig immer komplexer. Weitere Störfaktoren wie paraloge oder xenologe Prozesse, die die Rückführbarkeit auf einen gemeinsamen Vorgänger einschränken, erschweren nicht nur die Filiation, sondern stellen auch die Phylogenie vor Herausforderungen.<sup>5</sup> Der Methodentransfer von der Phylogenie in die Musikphilologie bietet hierbei die Chance, durch ein diverses Angebot heterogener methodischer Ansätze informierte Ent-

---

<sup>4</sup> Dies gilt sowohl für biologische Anwendungsfälle als auch für weit auseinanderliegende Quellen einer komplexen Überlieferungssituation.

<sup>5</sup> Siehe 3.3.

---

scheidungen in einem Fragenkomplex zu treffen, der im Wesentlichen eine komplexe Zusammensetzung vieler logischer Einzelschlüsse darstellt. Dabei wurde sowohl in der vergleichenden Betrachtung der unterschiedlichen Verfahren<sup>6</sup> als auch in der konkreten Anwendung des Neighbor-Joinings auf das hier betrachtete Fallbeispiel<sup>7</sup> deutlich, dass die Interpretation der Befunde unbedingt notwendig ist und darüber hinaus vor dem Hintergrund des jeweils verwendeten Verfahrens zu erfolgen hat. Hierbei sollten gezielt die Stärken und Schwächen des gewählten Verfahrens berücksichtigt werden. Insbesondere die Einbeziehung verschiedener Verfahren kann zudem eine Einschätzung klar ersichtlicher und stabiler Tendenzen ermöglichen und so helfen, problematische Bereiche zu lokalisieren.

Darüber hinaus ist diese Studie in der gewählten Perspektive, welche die Analyse größerer Korpora zugrunde legt, insbesondere einer datenzentrierten und streng empirischen Vorgehensweise verpflichtet gewesen. Die Forderung nach der Konsistenz des Untersuchungsgegenstandes und der Reduktion interpretierender Eingriffe am Material basiert in erster Linie auf einem Verständnis des Prozesses von Kodierung und Formalisierung als Datenerhebung. Die Entscheidung dafür, einen bestimmten Befund unter benannten Gesichtspunkten auf eine gewisse Weise zu kodieren und darauf basierend zu formalisieren, entspricht dem Vorgang einer Messung im Sinne einer formalisierten Repräsentation von Befunden durch ein regelbasiertes Instrumentarium. Damit eine Beobachtung in dieser Hinsicht über einen komplexen Abstraktionsprozess hinweg erhalten werden kann, sind Faktoren, die die Unmittelbarkeit der Beziehung zwischen Befund und Messung gefährden, so weit als möglich zu reduzieren. Auch führt die Reduktion interpretativer Eingriffe einerseits erst zur Möglichkeit, Prozessschritte zu automatisieren, andererseits erzeugt diese Vergleichbarkeit. Auch ist die Operationalisierung konzeptioneller Begrifflichkeiten unerlässlich, um auf

---

<sup>6</sup> Siehe 3.3.2.

<sup>7</sup> Siehe 8.3.

einer empirischen Basis konkrete Schlüsse ziehen zu können. So ermöglichte dieser Zugang zum einen die Umsetzung der Frage nach der konkreten Beziehung zwischen notiertem Zeichen und musikalischer Bedeutung in ein Kodierungsproblem. Zum anderen war es unbedingt notwendig, im Kontext der Untersuchung von Überlieferungsprozessen einen Ähnlichkeitsbegriff zu operationalisieren. Insbesondere hat sich die Adaption des Sequenzbegriffs, wie er in der Bioinformatik Verwendung findet, als besonders geeignet erwiesen. Viel weitreichender als die bloße Übernahme von Basisoperationen wie dem paarweisen Alignment ist allerdings das damit verbundene Verständnis einer Sequenz als stochastisches Modell. Gerade die Definition einer *musikalischen Sequenz* als eine finite und geordnete Reihe von Zuständen, die einer gewissen Systematik folgend ineinander übergehen, lieferte das Instrumentarium zur Beantwortung der konkret verfolgten Forschungsfrage. Eben dieses Verständnis ermöglicht es, die Ähnlichkeit musikalischer Sequenzen als Distanz zu einem Zufallsmodell zu interpretieren. Auf diesem Wege konnte das erläuterte Kodierungsproblem in Form einer Analyse der spezifischen Distinktionsfähigkeit in Abhängigkeit von der formalisierten Beschreibung eines komplexen Gegenstandes operationalisiert werden.

Gerade hier wird deutlich, dass die vorgenommene Auswertung eine klare Perspektive aufzeigt. Zwar sind zum einen an dem bisher geschilderten Verfahren noch eine Reihe von Optimierungen vorzunehmen, nachdem zunächst die Entwicklung im Sinne eines prototypischen Proof-of-Concept im Zentrum stand. Insbesondere im Rahmen der Merkmalsextraktion und der Behandlung von Schäden und Unklarheiten liegt Potential für Verbesserungen. Auch sind Optimierungen in der Steuerung der Vergleichsprozesse denkbar. Zum anderen stellen die geschilderten Befunde Beobachtungen anhand der Überlieferungssituation eines einzelnen Werkes dar. Damit eine Bestätigung dieser Befunde möglich ist, ist die Betrachtung weiterer Fälle notwendig. Somit zeigt die vorliegende Untersuchung auf, welches Potential in einer Weiterführung derartiger Ansätze liegt. So wurde die

---

Beurteilung von Topologien zunächst auf das Neighbor-Joining beschränkt, da es mit dem geringsten Implementierungsaufwand verbunden ist. Selbst hier würde ein vorausgehendes multiples Sequenzalignment vermutlich zu einer homogeneren Bewertungsgrundlage führen. Auch könnte die Implementierung kladistischer Verfahren zu weiteren Ergebnissen führen. Die Anfälligkeit von Parsimony gegenüber Störfaktoren, die auf der grundsätzlichen Bewertung sämtlicher Variation als systematisch relevant beruht, lässt ein Potential dieses Verfahrens vielmehr im moderierten Austausch mit traditioneller textkritischer Expertise erkennen, ähnlich wie es O'Hara und Robinson<sup>8</sup> einerseits bzw. Hall<sup>9</sup> andererseits sehen.<sup>10</sup> Ein noch weitaus größeres Potential liegt in der Adaption eines probabilistischer Ansatzes, da hier konkrete Modellannahmen genutzt werden, um darauf aufbauend die plausibelste Topologie zu entwickeln. Insbesondere das Vorgehen, basierend auf kleinteiligen Einzelprozessen komplexe Modelle zu entwickeln, machen den spezifischen Charakter probabilistischer Verfahren aus. In Hinblick auf eine mögliche Implementierung eröffnen sich allerdings eine Reihe systematischer Fragestellungen. Die tiefer gehende Beschreibung stochastischer Zusammenhänge innerhalb musikalischer Sequenzen könnte so perspektivisch auch dafür nutzbar gemacht werden, Binnenstrukturen wie Motive oder andere melodische Formeln abzugrenzen. Auch stellt die konkrete Formulierung von Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen unterschiedlichen Sequenzen nicht nur eine unabdingbare Basis zur Konstruktion probabilistischer Bäume dar, sondern fokussiert darüber hinaus auch grundsätzlich elementare Mikroprozesse. So eröffnet beispielsweise die Frage danach, wie wahrscheinlich einzelne Zustände ineinander substituieren, den Blick auf Gesetzmäßigkeiten, die auch mit der Direktionalität von Überlieferungsprozessen zusammenhängen können. Statt auf Hypothesen wie die *lectio difficilior* oder eine Vorstellung eines unfehlbaren Archetypen zurückzu-

---

<sup>8</sup> OR93.

<sup>9</sup> Hal75.

<sup>10</sup> Siehe hierzu wiederum 3.3.2.



greifen, besteht vielmehr die Chance, auf empirischer Basis Rückschlüsse auf konkrete Abstammungsverhältnisse zu ziehen. Derartige Erkenntnisse können dazu dienen, effektivere Substitutionsmodelle zu entwickeln, die wiederum die Grundlage für Modelle musikalischer Distanz bilden. Damit wäre beispielsweise ein Neighbor-Joining weniger anfällig gegenüber Störfaktoren. Werden derartige Bestrebungen basierend auf einem soliden musikhistorischen und philologischen Fundament verfolgt, sind produktive Synergieeffekte zu erwarten, insofern letztlich jegliche Modellierung auf einer fundierten Kenntnis der gegenstandsspezifischen Charakteristika beruhen muss.<sup>11</sup> Statt eines methodischen Entweder-Oder sollte es somit viel eher darum gehen, die Stärken verschiedener Ansätze zu kombinieren.

Ebenso ist es notwendig, sich des begrenzenden Faktors bewusst zu sein, den ein historischer Gegenstand für quantitative Methoden mit sich bringt: die natürliche Begrenztheit des Materials. Während im Rahmen beispielsweise naturwissenschaftlicher oder sozialwissenschaftlicher Forschung Daten unter Heranziehung weiterer Stichproben wiederholt erhoben werden können, stellt die empirische Grundlage einer möglichen Datenerhebung im historischen Kontext eine erhebliche Einschränkung dar. So sind schlichtweg nicht nach Belieben tausende Einzelfälle als Stichprobe zu erheben, wie es in der Regel für die Erprobung und Evaluierung elaborierter Verfahren notwendig wäre. Jede Stichprobe, die verwendet wird, um Verfahren und Modelle zu kalibrieren, ist vielmehr für eine weitere Begutachtung mit eben diesen Verfahren verbraucht. Andernfalls macht eine wachsende Zahl von Zirkelschlüssen jegliche Nutzbarkeit zunichte. Damit wird ein Thema virulent, das im Rahmen der Evaluation phylogenetischer Bäume wie auch im Exkurs zu den Evolutionsmodellen<sup>12</sup> bereits kurz angerissen wurde:

---

<sup>11</sup> Beispielsweise operiert Hoenen mit Distanzmatrizen basierend auf psycholinguistischen Modellen, vgl. Hoe18a, S. 2106–8, 2111.

<sup>12</sup> Siehe 3.3 und 3.4.

---

die Verwendung von Simulationsdaten.<sup>13</sup> Da sie die Kontrolle sämtlicher Teilfaktoren ermöglichen, sind sie bestens zur Evaluation computerbasierter Verfahren geeignet. Auf diese Weise ließe sich vermeiden, eine stark limitierte Datenmenge zu schnell zu verbrauchen. Doch stellt sich in diesem Zusammenhang direkt die Frage nach der Gestalt dieser Simulationsdaten, sollen sie doch möglichst gut den eigentlichen Forschungsgegenstand widerspiegeln. Eine vorläufige Schlussfolgerung kann hier lauten, dass ein tieferes Verständnis elementarer Konstruktionsprinzipien *musikalischer Sequenzen* wie auch deren *Mutation*, auf deren Basis sich konkrete stochastische Modelle entwickeln lassen, eine Grundlage für weitere Untersuchungen zu bilden vermag. Damit stellen die im Rahmen dieser Studie erzielten Ergebnisse einen geeigneten Ausgangspunkt für die Entwicklung elaborierter Modelle zur Beschreibung musikalischer Mikroprozesse dar. Diese würden nicht nur eine methodische Basis für die Untersuchung großer Datenbestände bilden. Vielmehr eröffnet bereits die damit verbundene Blickrichtung eine Vielzahl neuer Fragestellungen.

---

<sup>13</sup> So existieren zum Studium von Überlieferungsprozessen von Texten bereits Korpora in englischer, französischer, finnischer und persischer Sprache, vgl. Hoe18b, S. 86–89.



# Quellen und Literaturverzeichnis

## Musikquellen

- [SevC 5-1-43] *5-1-43 'Seville Chansonnier'*. Biblioteca Capitulare y Colombina. Seville, Spain. URL: <https://www.diamm.ac.uk/sources/741>.
- [SGallS463] *Cod. Sang. 463*. Stiftsbibliothek. St. Gallen, Switzerland. DOI: 10.5076/e-codices-csg-0463. URL: <http://www.e-codices.unifr.ch/en/list/one/csg/0463> (besucht am 13. 12. 2020).
- [Gio1526] Jacopo Gionta, Giovanni Giacomo Pasoti und Valerio Dorico, Hrsg. *Missarum Josquin Liber secundus*. Rom, 1526. URL: <http://data.onb.ac.at/rec/AC09229566>.
- [BarcBC 454] *M 454 'Cancionero musical de Barcelona'*. Biblioteca Nacional de Catalunya/Biblioteca Central. Barcelona, Spain. URL: <https://www.wdl.org/es/item/14184/> (besucht am 13. 12. 2020).
- [WashLC M6] *M2.1.M6 Case 'Wolffheim chansonier'*. Library of Congress. Washington, United States.
- [TrentC 88] *MS 1375 [88]*. Museo Provinciale d'Arte, Castello del Buonconsiglio. Trento, Italy. URL: [https://www.cultura.trentino.it/portal/server.pt/community/manoscritti\\_musicali\\_trentini\\_del\\_%27400/814/sfoglia\\_codice/22660?Codice=Tr88](https://www.cultura.trentino.it/portal/server.pt/community/manoscritti_musicali_trentini_del_%27400/814/sfoglia_codice/22660?Codice=Tr88) (besucht am 13. 12. 2020).

- [PerBC 431] *MS 431 (G 20)*. Biblioteca Comunale Augusta. Perugia, Italy.
- [VatS 14] *MS Capp.Sist.14*. Biblioteca Apostolica Vaticana. Rome, Italy. URL: <https://digi.vatlib.it/view/Capp.Sist.14> (besucht am 13. 12. 2020).
- [VatS 15] *MS Capp.Sist.15*. Biblioteca Apostolica Vaticana. Rome, Italy. URL: <https://digi.vatlib.it/view/Capp.Sist.15> (besucht am 13. 12. 2020).
- [VatS 197] *MS Capp.Sist.197*. Biblioteca Apostolica Vaticana. Rome, Italy. URL: <https://digi.vatlib.it/view/Capp.Sist.197> (besucht am 13. 12. 2020).
- [VatS 23] *MS Capp.Sist.23*. Biblioteca Apostolica Vaticana. Rome, Italy. URL: <https://digi.vatlib.it/mss/detail/Capp.Sist.23> (besucht am 13. 12. 2020).
- [VatS 35] *MS Capp.Sist.35*. Biblioteca Apostolica Vaticana. Rome, Italy. URL: <https://digi.vatlib.it/view/Capp.Sist.35> (besucht am 13. 12. 2020).
- [VatS 41] *MS Capp.Sist.41*. Biblioteca Apostolica Vaticana. Rome, Italy. URL: <https://digi.vatlib.it/view/Capp.Sist.41> (besucht am 13. 12. 2020).
- [VatS 49] *MS Capp.Sist.49*. Biblioteca Apostolica Vaticana. Rome, Italy. URL: <https://digi.vatlib.it/view/Capp.Sist.49> (besucht am 13. 12. 2020).
- [VatS 51] *MS Capp.Sist.51*. Biblioteca Apostolica Vaticana. Rome, Italy. URL: <https://digi.vatlib.it/view/Capp.Sist.51> (besucht am 13. 12. 2010).
- [VatS 63] *MS Capp.Sist.63*. Biblioteca Apostolica Vaticana. Rome, Italy. URL: <https://digi.vatlib.it/view/Capp.Sist.63> (besucht am 13. 12. 2020).
- [VatS 64] *MS Capp.Sist.64*. Biblioteca Apostolica Vaticana. Rome, Italy. URL: <https://digi.vatlib.it/view/Capp.Sist.64> (besucht am 13. 12. 2020).

- 
- [VatC 234] *MS Chigi C.VIII.234 Chigi Codex*. Biblioteca Apostolica Vaticana. Rome, Italy. URL: [http://digi.vatlib.it/view/MSS\\_Chig.C.VIII.234](http://digi.vatlib.it/view/MSS_Chig.C.VIII.234) (besucht am 13. 12. 2020).
- [FlorBN 232] *MS II.I.232*. Biblioteca Nazionale. Florence, Italy.
- [FlorBN Panc. 27] *MS Panciatichiano 27*. Biblioteca Nazionale. Florence, Italy.
- [VatSM 26] *MS S. Maria Maggiore 26*. Biblioteca Apostolica Vaticana. Rome, Italy. URL: [https://digi.vatlib.it/view/MSS\\_S.Maria.Magg.26](https://digi.vatlib.it/view/MSS_S.Maria.Magg.26) (besucht am 13. 12. 2020).
- [CasAC M(D)] *Ms. M(D)*. Archivio e Biblioteca Capitolare, Duomo. Casale Monferrato, Italy.
- [ModD 4] *Ms. Mus. IV*. Archivio Capitolare. Modena, Italy. URL: <https://www.diamm.ac.uk/sources/1435>.
- [SegC s.s.] *Ms. s.s.* Archivo Capitular de la Catedral. Segovia, Spain.
- [ParisBNN 4379] *nouvelles acquisitions françaises 4379*. Bibliothèque Nationale. Paris, France.
- [Pet1502] Ottaviano Petrucci, Hrsg. *Missarum Josquin*. Venedig, 1502.
- [1503<sup>1</sup>] Ottaviano Petrucci, Hrsg. *Motetti de passione de cruce de sacramento de beata virgine et huiusmodi. B.* Venedig, 1503.
- [Pet1505] Ottaviano Petrucci, Hrsg. *Missarum Josquin Liber secundus*. Venedig, 1505. URL: <http://diglib.hab.de/drucke/2-8-musica-2s/start.htm> (besucht am 13. 12. 2020).
- [1508<sup>3</sup>] Ottaviano Petrucci, Hrsg. *Laude Libro secondo*. Venedig, 1508.
- [Pet1515] Ottaviano Petrucci, Hrsg. *Missarum Josquin Liber secundus. Ave maris stella. Hercules dux ferrarie. Malheur me bat. La mi baudichon. Una musque de busca-*

- ya. Dung aultre amer.* Fossombrone, 1515. URL: <http://data.onb.ac.at/rec/AC09319724>.
- [Pet1519] Ottaviano Petrucci, Hrsg. *Missarum Josquin Liber secundus. Ave maris stella. Hercules dux ferrarie. Malheur me bat. La mi baudichon. Una musque de buscaya. Dung aultre amer.* Fossombrone, [1519]; 1515. URL: <http://data.onb.ac.at/rec/AC09170773>.
- [RoccaP s.s.] s.s. Museo Parrocchiale. Rocca di Mezzo, Italy. URL: <https://www.diamm.ac.uk/sources/771>.

## Musikeditionen

- [Bus90] Antoine Busnoys. *Collected works: The latin-texted works. Commentary.* Hrsg. von Richard Taruskin. Bd. 3. Masters and monuments of the Renaissance 5. New York: Broude, 1990.
- [NJE 9] Josquin. *Masses based on secular polyphonic songs 3: Critical commentary.* Hrsg. von Barton Hudson. New Josquin Edition 9. Utrecht: Vereniging voor Nederlandse Muziekgeschiedenis, 1995.
- [NJE 8] Josquin. *Masses based on secular polyphonic songs 2: Critical commentary.* Hrsg. von Barton Hudson. Bd. 8. New Josquin Edition. Utrecht: Vereniging voor Nederlandse Muziekgeschiedenis, 1996.
- [NJE 7] Josquin. *Masses based on secular polyphonic songs: Critical commentary.* Hrsg. von Thomas Noblitt. New Josquin Edition 7. Utrecht: Vereniging voor Nederlandse Muziekgeschiedenis, 1997.
- [NJE 4] Josquin. *Masses based on Gregorian chants 2: Critical commentary.* Hrsg. von Willem Elders. New Josquin Edition 4. Utrecht: Vereniging voor Nederlandse Muziekgeschiedenis, 2000.
- [NJE 11] Josquin. *Masses based on solmisation themes: Critical commentary.* Hrsg. von James Haar und Lewis Lock-

- 
- wood. New Josquin Edition 11. Utrecht: Vereniging voor Nederlandse Muziekgeschiedenis, 2002.
- [NJE 3] Josquin. *Masses based on Gregorian chants 1: Critical commentary*. Hrsg. von Willem Elders. New Josquin Edition 3. Utrecht: Vereniging voor Nederlandse Muziekgeschiedenis, 2003.
- [NJE 22] Josquin. *Motets on non-biblical texts 2: Critical commentary*. Hrsg. von Bonnie J. Blackburn. New Josquin Edition 22. Utrecht: Vereniging voor Nederlandse Muziekgeschiedenis, 2003.
- [NJE 5] Josquin. *Masses based on secular monophonic songs 1: Critical commentary*. Hrsg. von Martin Just. New Josquin Edition 5. Utrecht: Vereniging voor Nederlandse Muziekgeschiedenis, 2010.
- [NJE 6] Josquin. *Masses based on secular monophonic songs 2: Critical commentary*. Hrsg. von Jesse Rodin. New Josquin Edition 6. Utrecht: Vereniging voor Nederlandse Muziekgeschiedenis, 2014.
- [Pla08] Alejandro Enrique Planchart, Hrsg. *Guillaume Du Fay Missa Se la face ay pale*. Santa Barbara, 2008. URL: [https://www.diamm.ac.uk/documents/184/04\\_Du\\_Fay\\_Missa\\_Se\\_la\\_face\\_ay\\_pale.pdf](https://www.diamm.ac.uk/documents/184/04_Du_Fay_Missa_Se_la_face_ay_pale.pdf) (besucht am 13. 12. 2020).
- [She09] Richard Sherr, Hrsg. *Masses for the Sistine Chapel: Vatican city, Biblioteca apostolica; Vaticana, Capella Sistina, Ms 14*. Chicago, 2009.

## Forschungsliteratur

- [Alt91] Stephen F. Altschul. „Amino acid substitution matrices from an information theoretic perspective“. In: *Journal of Molecular Biology* 219.3 (1991), S. 555–565. DOI: 10.1016/0022-2836(91)90193-A.



- [Ape06] Willi Apel. *Die Notation der polyphonen Musik: 900 - 1600*. 5. Aufl. Wiesbaden: Breitkopf & Härtel, 2006.
- [App05] Bernhard R. Appel. „Variatio delectat – Variatio perturbat: Anmerkungen zu Varianten in der Musik“. In: *Varianten - Variants - Variantes*. Hrsg. von Christa Jansohn und Bodo Plachta. Tübingen: Max Niemeyer Verlag, 2005, S. 7–24.
- [Atl75] Allan W. Atlas. *The Cappella Giulia Chansonnier: (Rome, Bibliotheca Apostolica Vaticana, C.G. XIII.27)*. Brooklyn, NY: Inst. of Mediaeval Music, 1975.
- [Att97] Kevin Atteson. „The performance of neighbor-joining algorithms of phylogeny reconstruction“. In: *Computing and combinatorics*. Hrsg. von Tao Jiang. Lecture notes in computer science. Berlin: Springer, 1997, S. 101–110.
- [Bel54] Richard Bellman. „The theory of dynamic programming“. In: *Bull. Amer. Math. Soc.* 60.6 (1954), S. 503–515. URL: <https://projecteuclid.org:443/euclid.bams/1183519147>.
- [Ben81] Margaret Bent. „Some criteria for establishing relationships between sources of late-medieval polyphony“. In: *Music in medieval and early modern Europe*. Hrsg. von Iain Fenlon. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1981.
- [Ben02] Margaret Bent. *Counterpoint, composition and musica ficta*. Bd. 4. Criticism and analysis of early music. New York: Routledge, 2002.
- [Ber87] Karol Berger. *Musica ficta: Theories of accidental inflections in vocal polyphony from Marchetto da Padova to Gioseffo Zarlino*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1987.
- [Ber05] Johannes Bergsten. „A review of long-branch attraction“. In: *Cladistics* 21.2 (2005), S. 163–193. DOI: 10.1111/j.1096-0031.2005.00059.x.

- 
- [Bla87] Bonnie J. Blackburn. „On Compositional Process in the Fifteenth Century“. In: *Journal of the American Musicological Society* 40.2 (1987), S. 210–284. URL: <http://www.jstor.org/stable/831517>.
- [Bla98] Bonnie J. Blackburn. „Chromatic Beauty in the Late Medieval Chanson: An Interpretation of Manuscript Accidentals Thomas Brothers“. In: *Journal of the American Musicological Society* 51.3 (1998), S. 630–636. DOI: 10.2307/832042. URL: <http://www.jstor.org/stable/832042> (besucht am 13. 12. 2020).
- [Böl06] Jörg Bölling. *Das Papstzeremoniell der Renaissance: Texte - Musik - Performanz: Zugl.: Münster (Westfalen), Univ., Diss., 2004*. Bd. 12. Tradition - Reform - Innovation. Frankfurt am Main: Lang, 2006.
- [Boo81a] Stanley Boorman. „Limitations and extentions of filiation technique“. In: *Music in medieval and early modern Europe*. Hrsg. von Iain Fenlon. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1981, S. 319–346.
- [Boo81b] Stanley Boorman. „The Uses of Filiation in Early Music“. In: *Text* 1 (1981), S. 167–184. URL: <http://www.jstor.org/stable/30234249>.
- [Boo83] Stanley Boorman. „Notational Spelling and Scribal Habit“. In: *Datierung und Filiation von Musikhandschriften der Josquin-Zeit*. Hrsg. von Ludwig Finscher. Wolfenbütteler Forschungen. Wiesbaden: Harrassowitz, 1983, S. 65–109.
- [Bra82] Mitchell Paul Brauner. „The Parvus Manuscripts: A Study of Vatican Polyphony, ca. 1535 to 1580“. In: *ProQuest Dissertations and Theses* (1982). URL: <http://search.proquest.com/docview/303189507>.
- [Bra+65] G. Braunitzer u. a. „Constancy and Variability of Protein Structure in Respiratory and Vital Proteins“. In: *Evolving genes and proteins*. Hrsg. von Vernon Bryson

- und Henry J. Vogel. New York, London, 1965, S. 183–192.
- [Bus93] Anna Maria Busse Berger. *Mensuration and proportion signs: Origins and evolution*. Oxford monographs on music. Oxford: Clarendon Press, 1993.
- [Cal14] Michele Calella. *Musikalische Autorschaft: Der Komponist zwischen Mittelalter und Neuzeit: Zugl. überarb. und aktualisierte Fassung von: Zürich, Univ., Habilschr., 2003*. Bd. 20. Schweizer Beiträge zur Musikforschung. Kassel: Bärenreiter, 2014.
- [CBA07] Alan F. Chalmers, Niels Bergemann und Christine Altstötter-Gleich. *Wege der Wissenschaft: Einführung in die Wissenschaftstheorie*. 6., verb. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007. DOI: 10.1007/978-3-540-49491-1.
- [DSO78] M. O. Dayhoff, R. M. Schwartz und Orcutt B.C. „A model of evolutionary change in proteins“. In: *Atlas of Protein Sequence and Structure* 5. Supplement 3 (1978), S. 345–352.
- [Dea84] Jeffrey J. Dean. „The Scribes of the Sistine Chapel, 1501-1527“. In: *ProQuest Dissertations and Theses* (1984). URL: <http://search.proquest.com/docview/303339208>.
- [Dum01] Theodor Dumitrescu. „Corpus mensurabilis musicae 'electronicum': Toward a flexible electronic representation of music in mensural notation.“ In: *The Virtual Score: Representation, Retrieval, Restoration*. Hrsg. von Walter B. Hewlett und Eleanor Selfridge-Field. Bd. 12. Computing in musicology. 2001, S. 3–18.
- [DB09] Theodor Dumitrescu und Marnix van Berchum. „The CMME Occo Codex Edition: Variants and Versions in Encoding and Interface“. In: *Digitale Edition zwischen Experiment und Standardisierung*. Hrsg. von Peter Stad-

- 
- ler und Joachim Veit. Beihefte zu editio. Tübingen: Niemeyer, 2009, S. 129–146.
- [Dun69] Albert Dunning. *Die Staatsmotette: 1480 - 1555*. Utrecht: Oosthoek, 1969.
- [Dun16] Oliver Duntze. „Von Typen, Bäumen und Netzen – Ansätze zu einer quantifizierenden Typographiegeschichte“. In: *Forschung mit Schriftquellen im digitalen Zeitalter*. 2016. URL: <http://www.ecodicology.org/index4edc.html?id=52#c172> (besucht am 13. 12. 2020).
- [Dur+98] Richard Durbin u. a. *Biological sequence analysis: Probabilistic models of proteins and nucleic acids*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1998.
- [Fed87] Georg Feder. *Musikphilologie: Eine Einführung in die musikalische Textkritik, Hermeneutik und Editionstechnik*. Einführungen. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987.
- [Fed94] Georg Feder. „Die Vorstellung von Varianten in musikalischer Kritik und Hermeneutik“. In: *Musikalische Hermeneutik im Entwurf*. Hrsg. von Gernot Gruber. Schriften zur musikalischen Hermeneutik. Laaber: Laaber-Verl., 1994, S. 205–232.
- [Fel81] Joseph Felsenstein. „Evolutionary trees from DNA sequences: A maximum likelihood approach“. In: *Journal of Molecular Evolution* 17.6 (1981), S. 368–376. DOI: 10.1007/BF01734359.
- [Fel05] Joseph Felsenstein. *PHYLIP (Phylogeny Inference Package) version 3.6*. Distributed by the author. Department of Genome Sciences, University of Washington, Seattle. 2005.
- [FMF12] Andy Field, Jeremy Miles und Zoe Field. *Discovering statistics using R*. Los Angeles: SAGE, 2012.
- [Fit71] Walter M. Fitch. „Toward Defining the Course of Evolution: Minimum Change for a Specific Tree Topolo-

- gy“. In: *Systematic Zoology* 20.4 (1971), S. 406. DOI: 10.2307/2412116.
- [Fun09] IFLA Study Group on the Functional Requirements for Bibliographic Records. *Functional Requirements for Bibliographic Records: Final Report: As amended and corrected through February 2009*. 2009. URL: <http://www.ifla.org/VII/s13/frbr/> (besucht am 13. 12. 2020).
- [GS06] Olivier Gascuel und Mike Steel. „Neighbor-joining revealed“. In: *Molecular biology and evolution* 23.11 (2006), S. 1997–2000. DOI: 10.1093/molbev/msl072.
- [Got82] Osamu Gotoh. „An improved algorithm for matching biological sequences“. In: *Journal of Molecular Biology* 162.3 (1982), S. 705–708. DOI: 10.1016/0022-2836(82)90398-9.
- [GA03] Russell Gray und Quentin Atkinson. „Language-Tree Divergence Times Support the Anatolian Theory of Indo-European Origin“. In: *Nature* 426 (Dez. 2003), S. 435–439. DOI: 10.1038/nature02029.
- [Hal75] Thomas Hall. „Some Computer Aids for the Preparation of Critical Editions of Renaissance Music“. In: *Tijdschrift van de Vereniging voor Nederlandse Muziekgeschiedenis* 25.1 (1975), S. 38. DOI: 10.2307/938844.
- [Ham62] Charles Hamm. „Manuscript Structure in the Dufay Era“. In: *Acta Musicologica* 34.4 (1962), S. 166–184. DOI: 10.2307/931452.
- [HPF11] Andrew Hankinson, Roland Perry und Ichiro Fujinaga. „The Music Encoding Initiative as a Document-Encoding Framework“. In: *Proceedings of the 12th International Society for Music Information Retrieval Conference, ISMIR 2011, Miami, Florida, USA, October 24-28, 2011*. Hrsg. von Klapuri Anssi und Leider Colby. University of Miami, 2011, S. 293–298. URL: <http://ismir2011.ismir.net/papers/OS3-1.pdf>.

- 
- [Haw18] Laura F. Hawkins. „Computational Models for Analyzing Data Collected from Reconstructed Cuneiform Syllabaries“. In: *digital humanities quarterly* 12.1 (2018). URL: <http://digitalhumanities.org/dhq/vol/12/1/000368/000368.html>.
- [HH92] Steveb Henikoff und Jorja G. Henikoff. „Amino acid substitution matrices from protein blocks“. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 89.22 (1992), S. 10915–10919.
- [Hew86] Walter B. Hewlett. *A Base-40 Number-line Representation of Musical Pitch Notation*. 1986. URL: <http://www.ccarh.org/publications/reprints/base40/> (besucht am 13. 12. 2020).
- [Hoe18a] Armin Hoenen. „Multi Modal Distance - An Approach to Stemma Generation With Weighting“. In: *Proceedings of the Eleventh International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2018)*. Hrsg. von Nicoletta Calzolari u. a. Miyazaki, Japan: European Language Resources Association (ELRA), 2018, S. 2105–2112. URL: <http://www.lrec-conf.org/proceedings/lrec2018/pdf/285.pdf> (besucht am 13. 12. 2020).
- [Hoe18b] Armin Hoenen. „Tools, evaluation and preprocessing for stemmatology“. Diss. Frankfurt am Main, 2018. urn:urn:nbn:de:hebis:30:3-473832.
- [Hos16] Gábor Hosszú. „Phenetic Approach to Script Evolution“. In: *Forschung mit Schriftquellen im digitalen Zeitalter*. 2016. URL: <http://www.ecodicology.org/index4edc.html?id=52#c205> (besucht am 13. 12. 2020).
- [Huc00] Oliver Huck. „Die „Entstehung des Komponisten“ und der „Schritt in die Schrift“ – Überlieferung und Edition der Musik des frühen Trecento“. In: *Text und Autor*. Hrsg. von Christiane Henkes, Thomas Richter und Harald Saller. Beihefte zu editio. Berlin: de Gruyter, 2000, S. 97–114.

- [HD16] Marc-Thorsten Hütt und Manuel Dehnert. *Methoden der Bioinformatik: Eine Einführung zur Anwendung in Biologie und Medizin*. 2. Aufl. 2016. Berlin, Heidelberg: Imprint: Springer Spektrum, 2016.
- [ISO] ISO/IEC DIS 10743. *Standard Music Description Language (SDML)*. URL: <http://xml.coverpages.org/smdl10743-pdf.gz> (besucht am 13. 12. 2020).
- [Jan00] Bernhard Janz. *Der Fondo Cappella Sistina der Biblioteca Apostolica Vaticana: Studien zur Geschichte des Bestandes: Zugl.: Heidelberg, Univ., Habil.-Schr., 1994*. Bd. 8. Beiträge zur Geschichte der Kirchenmusik. Paderborn u. a.: Schöningh, 2000. urn: urn:nbn:de:bvb:12-bsb00043724-7.
- [Jus83] Martin Just. „Zur Examinatio von Varianten“. In: *Datierung und Filiation von Musikhandschriften der Josquin-Zeit*. Hrsg. von Ludwig Finscher. Wolfenbütteler Forschungen. Wiesbaden: Harrassowitz, 1983, S. 129–152.
- [KA90] Samuel Karlin und Stephen F. Altschul. „Methods for assessing the statistical significance of molecular sequence features by using general scoring schemes“. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 87.6 (1990), S. 2264–2268.
- [Kep11] Johannes Kepper. *Musikedition im Zeichen neuer Medien. Historische Entwicklung und gegenwärtige Perspektiven musikalischer Gesamtausgaben*. Bd. 5. Norderstedt: Books on Demand, 2011. URL: <https://kups.ub.uni-koeln.de/6639/>.
- [Kir10] Andrew Kirkman. *The cultural life of the early polyphonic mass: Medieval context to modern revival*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2010.
- [Köh01] Rafael Köhler. *Die Cappella Sistina unter den Medici-Päpsten 1513 - 1534: Musikpflege und Repertoire am*

- 
- päpstlichen Hof. Zugl.: Heidelberg, Univ., Diss., 1988. Kiel: Ludwig, 2001.
- [Kra10] Peter van Kranenburg. „A Computational Approach to Content-Based Retrieval of Folk Song Melodies“. PhD thesis. Utrecht, 2010. URL: <http://hdl.handle.net/20.500.11755/8436a210-ceed-4c66-ba02-ffe5c7e66a42> (besucht am 13. 12. 2020).
- [Loc65] Lewis Lockwood. „A Dispute on Accidentals in Sixteenth-Century Rome“. In: *Analecta Musicologica* 2 (1965).
- [Lüt11] Laurenz Lütteken, Hrsg. *Normierung und Pluralisierung: Struktur und Funktion der Motette im 15. Jahrhundert*. Bd. 9. Jahrbuch für Renaissancemusik. Kassel: Bärenreiter, 2011.
- [Lüt16] Laurenz Lütteken. „Art. Werk – Opus“. In: *MGG Online, hrsg. von Laurenz Lütteken, Kassel, Stuttgart, New York, 2016ff., zuerst veröffentlicht 2008* (2016). URL: <https://www.mgg-online.com/mgg/stable/11801>.
- [Maa57] Paul Maas. *Textkritik*. 3., verb. und verm. Aufl. Leipzig: Teubner, 1957.
- [MF06] Cory McKay und Ichiro Fujinaga. „jSymbolic: A Feature Extractor for MIDI Files“. In: *Proceedings of the 2006 International Computer Music Conference, ICMC 2006, New Orleans, Louisiana, USA, November 6-11, 2006*. 2006. URL: <http://hdl.handle.net/2027/spo.bbp2372.2006.063>.
- [Mec01] Honey Meconi, Hrsg. *Fortuna desperata: Thirty-six settings of an Italian song*. Partitur. Bd. 37. Recent researches in the music of the Middle Ages and early Renaissance. Madison: A-R Ed, 2001.
- [Mer15] Rainer Merkl. *Bioinformatik: Grundlagen, Algorithmen, Anwendungen*. 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Weinheim: Wiley-VCH, 2015.



- [Mey16] Michael Meyer. *Zwischen Kanon und Geschichte: Josquin im Deutschland des 16. Jahrhunderts: Dissertation*, Universität Zürich, 2014. Collection *Épitome musical*. Turnhout: Brepols, 2016.
- [MS90] Marcel Mongeau und David Sankoff. „Comparison of Musical Sequences“. In: *Computers and the Humanities* 24.3 (1990), S. 161–175. URL: <http://www.jstor.org/stable/30200223>.
- [Mou04] David W. Mount. *Bioinformatics: Sequence and genome analysis*. 2. ed. Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2004.
- [NW70] Saul B. Needleman und Christian D. Wunsch. „A general method applicable to the search for similarities in the amino acid sequence of two proteins“. In: *Journal of Molecular Biology* 48.3 (1970), S. 443–453. DOI: 10.1016/0022-2836(70)90057-4.
- [Nob83] Thomas Noblitt. „Filiation vis-à-vis its Alternatives: Approaches to Textual Criticism“. In: *Datierung und Filiation von Musikhandschriften der Josquin-Zeit*. Hrsg. von Ludwig Finscher. Wolfenbütteler Forschungen. Wiesbaden: Harrassowitz, 1983, S. 111–127.
- [NGW17] Jelmer van Nuss, Geert-Jan Giezeman und Frans Wiering. „Searching musical incipits by means of sequence alignment“. In: *Music Encoding Conference Tours* (2017).
- [OR93] Robert O’Hara und Peter Robinson. „Computer-assisted Methods of Stemmatic Analysis“. In: *The Canterbury Tales Project occasional papers*. Hrsg. von Norman Francis Blake und Peter Robinson. Oxford: Office for Humanities Communication, 1993, S. 53–74. URL: [https://www.researchgate.net/publication/285770945\\_Computer-Assisted\\_Methods\\_of\\_Stemmatic\\_Analysis](https://www.researchgate.net/publication/285770945_Computer-Assisted_Methods_of_Stemmatic_Analysis) (besucht am 13. 12. 2020).

- 
- [Ost69] Wolfgang Osthoff. *Theatergesang und darstellende Musik in der italienischen Renaissance: (15. und 16. Jahrhundert)*. Bd. 14,2. Münchner Veröffentlichungen zur Musikgeschichte. Tutzingen: Schneider, 1969.
- [Pie07] Klaus Pietschmann. „Kirchenmusik zwischen Tradition und Reform“. Diss. Città del Vaticano: Teilw. zugl.: Münster (Westf.), Univ, 2007.
- [Pug06] Laurent Pugin. „Optical Music Recognition of Early Typographic Prints using Hidden Markov Models Victoria“. In: *ISMIR 2006, 7th International Conference on Music Information Retrieval, Victoria, Canada, 8-12 October 2006, Proceedings*. 2006, S. 53–56. URL: <http://www.aruspix.net/publications/pugin06optical.pdf> (besucht am 13. 12. 2020).
- [Pug09] Laurent Pugin. „Editing Renaissance Music: The Aruspix Project“. In: *Digitale Edition zwischen Experiment und Standardisierung*. Hrsg. von Peter Stadler und Joachim Veit. Beihefte zu editio. Tübingen: Niemeyer, 2009, S. 147–155.
- [Rod12] Jesse Rodin. *Josquin's Rome: Hearing and composing in the Sistine Chapel*. AMS studies in music. New York: Oxford Univ. Press, 2012.
- [Rod20] Jesse Rodin. „(In) Noten suchen –Das Josquin Research Project“. In: *(Re-)Constructing Renaissance Music Perspectives from the Digital Humanities and Music Theory*. Bd. 17. Jahrbuch für Renaissancemusik. troja. Mainz, 2020, S. 47–68. DOI: 10.17879/31149608645.
- [Rot86] Adalbert Roth. „Zur "Reform" der päpstlichen Kapelle unter dem Pontifikat Sixtus' IV. (1471-1484)“. In: *Zusammenhänge, Einflüsse, Wirkungen*. Hrsg. von Jörg O. Fichte. Kongressakten zum ersten Symposium des Mediävistenverbandes. Berlin: de Gruyter, 1986, S. 168–195. DOI: 10.1515/9783110865820-013.

- [Rot91] Adalbert Roth. *Studien zum frühen Repertoire der päpstlichen Kapelle unter dem Pontifikat Sixtus' IV. (1471 - 1484): Die Chorbücher 14 und 51 des Fondo Cappella Sistina der Biblioteca Apostolica Vaticana: Teilw. zugl.: Frankfurt (Main), Univ., Diss., 1982. Bd. 1. Capellae Apostolicae Sixtinaeque collectanea acta monumenta. Città del Vaticano: Biblioteca Apostolica Vaticana, 1991.*
- [Rot98] Adalbert Roth. „Die Entstehung des ältesten Chorbuches mit polyphoner Musik der päpstlichen Kapelle: Città del Vaticano, Biblioteca Apostolica Vaticana, Fondo Cappella Sistina, Ms. 35“. In: *Gestalt und Entstehung musikalischer Quellen im 15. und 16. Jahrhundert*. Hrsg. von Martin Staehelin. Wolfenbütteler Forschungen. Wiesbaden: Harrassowitz, 1998, S. 43–63.
- [SN87] N. Saitou und M. Nei. „The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees“. In: *Molecular biology and evolution* 4.4 (1987), S. 406–425. DOI: 10.1093/oxfordjournals.molbev.a040454.
- [Sch18] Thomas Schmidt. „Making Polyphonic Books in the late Fifteenth and early Sixteenth Centuries“. English. In: *The Production and Reading of Music Sources*. Hrsg. von Thomas Schmidt und Christian Thomas Leitmeir. Epitome Musical. Turnhout: Brepols Publishers, 2018, S. 1–98.
- [Sel97] Eleanor Selfridge-Field, Hrsg. *Beyond MIDI: The Handbook of Musical Codes*. Cambridge, Mass. [u.a.]: MIT Press, 1997.
- [She96] Richard Sherr. *Papal music manuscripts in the late fifteenth and early sixteenth centuries*. Bd. 5. Renaissance manuscript studies. Neuhausen-Stuttgart: Hänssler [u.a.], 1996.
- [She75] Richard J. Sherr. „The Papal Chapel ca. 1492-1513 and its Polyphonic Sources“. In: *ProQuest Dissertations*

- 
- and Theses* (1975). URL: <http://search.proquest.com/docview/288085066>.
- [SW81] T. F. Smith und M. S. Waterman. „Identification of common molecular subsequences“. In: *Journal of Molecular Biology* 147.1 (1981), S. 195–197. DOI: 10.1016/0022-2836(81)90087-5.
- [SS14] John Stinson und Jason Stoessel. „Encoding medieval music notation for research“. In: *Early Music* 42.4 (2014), S. 613–617. DOI: 10.1093/em/cau093.
- [SK88] J. A. Studier und K. J. Keppler. „A note on the neighbor-joining algorithm of Saitou and Nei“. In: *Molecular biology and evolution* 5.6 (1988), S. 729–731. DOI: 10.1093/oxfordjournals.molbev.a040527.
- [TS20] Björn Tammen und Nicole Schwindt, Hrsg. *Autopsie eines Gesamtkunstwerks – Das Chorbuch der Münchner Jahrhunderthochzeit 1568*. Bd. 15. Jahrbuch für Renaissancemusik. troja. 2020. DOI: 10.25371/troja.v2016.
- [The+92] James Theiler u. a. „Testing for nonlinearity in time series: The method of surrogate data“. In: *Physica D: Nonlinear Phenomena* 58.1-4 (1992), S. 77–94. DOI: 10.1016/0167-2789(92)90102-S.
- [Tin] Johannes Tinctoris. *Scriptum de punctis musicalibus*. Hrsg. von Jeffrey J. Dean. URL: <http://earlymusictheory.org/Tinctoris/texts/depunctis/> (besucht am 13. 12. 2020).
- [Tym13] Dmitri Tymoczko. „Review of Michael Cuthbert, Music21: a Toolkit for Computer-aided Musicology (<http://web.mit.edu/music21/>)“. In: *Music Theory Online* 19.3 (2013). URL: <http://mtosmt.org/issues/mto.13.19.3/mto.13.19.3.tymoczko.html>.
- [Urc00] Cristina Urchueguía. „Intertextualität und historisches Textverständnis in der Musik der Renaissance: Fors Seulement: zwischen Werk und  $\theta\epsilon\mu\alpha$ “. In: *Text und Autor*. Hrsg. von Christiane Henkes, Thomas Richter und

- Harald Saller. Beihefte zu editio. Berlin: de Gruyter, 2000, S. 115–152.
- [Urc02] Cristina Urchueguía. „Note, Buchstabe, Zahl: Notationen und Edition in der Musik der Renaissance am Beispiel von Gonçalo de Vaenas *Arte nouamente inuenta*“. In: *Edition und Übersetzung: Zur wissenschaftlichen Dokumentation des interkulturellen Texttransfers. Beiträge der Internationalen Fachtagung der Arbeitsgemeinschaft für Germanistische Edition, 8. bis 11. März 2000*. Hrsg. von Bodo Plachta. Beihefte zu editio. Tübingen: Niemeyer, 2002, S. 277–294.
- [Urc03] Cristina Urchueguía. *Die mehrstimmige Messe im „goldenen Jahrhundert“: Übertlieferung und Repertoirebildung in Quellen aus Spanien und Portugal; (ca. 1490 - 1630): Zugl.: Würzburg, Univ., Diss., 2000*. Bd. 25. Würzburger musikhistorische Beiträge. Tutzing: H. Schneider, 2003.
- [Urq16] Peter W. Urquhart. „Art. Musica ficta, B.VI“. In: *MGG Online, hrsg. von Laurenz Lütteken, Kassel, Stuttgart, New York, 2016ff., zuerst veröffentlicht 1997* (2016). URL: <https://www.mgg-online.com/mgg/stable/14714>.
- [WW13] Karsten Weicker und Nicole Weicker. *Algorithmen und Datenstrukturen*. 2013. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8348-2074-7>.
- [Wil96] Jonathan Wild. „A Review of the Humdrum Toolkit: UNIX Tools for Musical Research, created by David Huron“. In: *Music Theory Online* 2.7 (1996). URL: <http://mto.societymusictheory.org/issues/mto.96.2.7/mto.96.2.7.wild.html>.
- [Woo01] Ronald Woodley. „Minor coloration revisited: Okeghem’s *Ma bouche rit* and beyond“. In: *Théorie et analyse musicales*. Hrsg. von Anne-Emmanuelle Ceulemans. Publications d’histoire de l’art et d’archéologie de l’Université Catholique de Louvain. *Musicologica neolovaniensia. Studia*. Louvain-la-Neuve, 2001, S. 39–

---

63. URL: <http://www.stoa.org/tinctoris/> (besucht am 13. 12. 2020).

## Internetquellen

- [MEI.introduction] *An Introduction to MEI*. URL: <http://music-encoding.org/support/a-gentle-introduction-to-mei/> (besucht am 27. 01. 2017).
- [BW] *Beethovens Werkstatt*. URL: <http://beethovens-werkstatt.de/>.
- [FlorBN232.d] *I-Fn MS II.I.232 – DIAMM*. URL: <https://www.diamm.ac.uk/sources/1412/>.
- [MEI.4.0] The Music Encoding Initiative, Hrsg. *Music Encoding Initiative Guidelines: Version 4.0.0*. 2018. URL: <https://music-encoding.org/guidelines/v4/content/>.
- [mensuralIG] *Interest Group on Mensural Notation of the MEI Community*. URL: <https://lists.uni-paderborn.de/mailman/listinfo/mei-mensural-ig>.
- [MEI] *Music Encoding Initiative*. URL: <http://music-encoding.org/>.
- [music21] *music21: a toolkit for computer-aided musicology*. URL: <https://web.mit.edu/music21/>.
- [JRP] Jesse Rodin und Craig Sapp, Hrsg. *The Josquin Research Project: Search, browse, and analyze complete scores of polyphonic music, ca. 1420–ca. 1520*. 2010. URL: <http://josquin.stanford.edu/> (besucht am 13. 12. 2020).
- [MEI.2.1.1] Perry Roland und Johannes Kepper, Hrsg. *MEI Guidelines: Release 2013. Revision 2.1.1*. 2014. URL: [http://github.com/music-encoding/music-encoding/releases/download/MEI2013\\_v2.1.1/MEI\\_Guidelines\\_2013\\_v2.1.1.pdf](http://github.com/music-encoding/music-encoding/releases/download/MEI2013_v2.1.1/MEI_Guidelines_2013_v2.1.1.pdf).

- [MEI.3.0] Perry Roland und Johannes Kepper, Hrsg. *Music Encoding Initiative Guidelines: Version 3.0.0*. 2016. URL: <https://music-encoding.org/guidelines/v3/content/>.
- [SMuFL] *Standard Music Font Layout (SMuFL). Version 1.3*. URL: <https://w3c.github.io/smufl/gitbook/>.
- [Humdrum] *The Humdrum Toolkit: Software for Music Research*. URL: <https://www.humdrum.org/>.
- [MEI.readme3.0] *The Music Encoding Initiative: Readme v3.0.0*. URL: <https://github.com/music-encoding/music-encoding/blob/v3.0.0/README.md>.

## Metadatenquellen

- [Big53] Jr. Biggle Lloyd. „The Masses of Aantoine Brumel“. In: *ProQuest Dissertations and Theses (1953)*. URL: <http://search.proquest.com/docview/302040522> (besucht am 19. 03. 2019).
- [Boo06] Stanley Boorman. *Ottaviano Petrucci: A catalogue raisonné*. New York: Oxford Univ. Press, 2006.
- [Bri91] Nanie Bridgman. *Manuscrits de musique polyphonique, XVe et XVIe siècles: Italie: Catalogue*. Bd. 5. Répertoire International des Sources Musicales Serie B/IV: Handschriften mit mehrstimmiger Musik des 11. bis 16. Jahrhunderts. München: Henle, 1991.
- [CensusCat] *Census catalogue of manuscript sources of polyphonic music, 1400 - 1550*. Bd. 1. Renaissance manuscript studies. Neuhausen-Stuttgart: Hänssler, 1979, 1982, 1984, 1988, 1988.
- [Cro] Ronald Cross, Hrsg. *Mathaeus Pipelare Opera omnia*. Bd. 34. Corpus mensurabilis musicae. [Rome]: American Institute of Musicology.
- [Cul] Trentino Cultura, Hrsg. *I sette codici musicali trentini del Quattrocento*. URL: <https://www.cultura.trentino.it>

- 
- /portal/server.pt/community/manoscritti\_musicali\_trentini\_del\_%27400/814 (besucht am 13. 12. 2020).
- [DKK] Nigel St. John Davidson, J. Evan Kreider und T. Herman Keahey. *Pierre de la Rue Opera omnia*. Bd. 97. Corpus mensurabilis musicae. Neuhausen-Stuttgart: Hänssler.
- [Dea01] Jefferey Dean. „Basiron, Philippe“. In: *Grove Music Online* (2001). DOI: 10.1093/gmo/9781561592630.article.02217. URL: <http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/02217>.
- [Fal01] David Fallows. „Févin, Robert de“. In: *Grove Music Online* (2001). DOI: 10.1093/gmo/9781561592630.article.09570. URL: <http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/09570>.
- [Fie97] Eric F. Fiedler. *Die Messen des Gaspar van Weerbeke: (ca. 1445 - nach 1517)*. Bd. 26. Frankfurter Beiträge zur Musikwissenschaft. Tutzing: Schneider, 1997.
- [Fin64] Ludwig Finscher. *Loyset Compère (ca. 1450-1518), life and works*. Bd. 12. Musicological studies & documents. Rome u.a.: American Institute of Musicology, 1964.
- [Fin] Ludwig Finscher, Hrsg. *Loyset Compère Opera omnia*. Bd. 15. Corpus mensurabilis musicae. [Rome]: American Institute of Musicology.
- [Fre04] Jehan Fresneau. *Messe et chansons*. Hrsg. von Olivier Carrillo und Agostino Magro. Collection Épitome musical. Turnhout: Brepols, 2004.
- [Hud] Barton Hudson, Hrsg. *Antonii Brvmel Opera omnia*. Bd. 5. Corpus mensurabilis musicae. Rome: American Institute of Musicology.
- [Jos] Josquin Desprez. *Werken van Josquin des Prés*. Amsterdam: Alsbach.



- [KD] T. Herman Keahey und Conrad Douglas, Hrsg. *Johannes Prioris Opera omnia*. Bd. 90. Corpus mensurabilis musicae. Neuhausen, Stuttgart: Hänssler.
- [Ler61] Edward R. Lerner, Hrsg. *Alexandri Agricola Opera omnia*. Bd. 22. Corpus mensurabilis musicae. Rome: American Institute of Musicology, 1961.
- [Ler] Edward R. Lerner, Hrsg. *Henrici Isaac Opera Omnia*. Bd. 65. Corpus mensurabilis musicae. Rome: American Institute of Musicology.
- [Lin] C.W.H. Lindenburg, Hrsg. *Johannis Regis Opera omnia*. Bd. 9. Corpus mensurabilis musicae. Rome: American Inst. of Musicology.
- [Lin92] Andrea Lindmayr. „Die Gaspar van Weerbeke - Gesamtausgabe. Addenda et Corrigenda zum Werkverzeichnis“. In: *De Editione Musices. Festschrift Gerhard Croll zum 65. Geburtstag*. Hrsg. von Wolfgang Gratzner. Laaber: Laaber, 1992, S. 51–64.
- [Mar99a] Johannes Martini. *Masses with known polyphonic models*. Hrsg. von Elaine Moohan und Murray Steib. Bd. 35. Recent researches in the music of the Middle Ages and early Renaissance. Madison: A-R Editions, 1999.
- [Mar99b] Johannes Martini. *Masses without known polyphonic models*. Hrsg. von Elaine Moohan und Murray Steib. Bd. 34. Recent researches in the music of the Middle Ages and early Renaissance. Madison, Wis.: A-R Editions, 1999.
- [Mel76] William Melin, Hrsg. *Opera omnia Johanni Tinctoris*. Partitur. Bd. 18. Corpus mensurabilis musicae. Rome: American Institute of Musicology, 1976.
- [NOE] Jacob Obrecht. *Collected works*. Hrsg. von Chris Maas. Utrecht: Vereniging voor Nederlandse Muziekgeschiedenis.

- 
- [Ock59] Johannes Ockeghem. *Collected works*. Hrsg. von Dragan Plamenac. Bd. 1, 3. Studies and documents / American Musicological Society. Philadelphia: American Musicological Soc. [u.a.], 1947, 1959.
- [Rod07] Jesse D. S. Rodin. „Josquin and the polyphonic mass in the Sistine Chapel“. In: *ProQuest Dissertations and Theses* (2007). URL: <http://search.proquest.com/docview/304846849>.
- [She78] Richard Sherr, Hrsg. *Bertrandi Vaqueras Opera omnia*. Partitur. Bd. 78. Corpus mensurabilis musicae. Neuhausen, Stuttgart: Hänssler, 1978.
- [She01a] Richard Sherr. „Hillanis, Johannes“. In: *Grove Music Online* (2001). DOI: 10.1093/gmo/9781561592630.article.13034. URL: <http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/13034>.
- [She01b] Richard Sherr. „Pintelli, Johannes“. In: *Grove Music Online* (2001). DOI: 10.1093/gmo/9781561592630.article.40548. URL: <http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/40548>.
- [She01c] Richard Sherr. „Vaqueras, Bertrandus“. In: *Grove Music Online* (2001). DOI: 10.1093/gmo/9781561592630.article.29039. URL: <http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/29039>.
- [Sta77] Martin Staehelin. *Die Messen Heinrich Isaacs*. Bd. 28. Publikationen der Schweizerischen Musikforschenden Gesellschaft : Serie 2. Bern: Haupt, 1977.
- [Weg01] Rob C. Wegman. „Pasquin“. In: *Grove Music Online* (2001). DOI: 10.1093/gmo/9781561592630.article.40553. URL: <http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/40553>.



## Anhang A

# Detaillierte Testergebnisse

### A.1 Einfluss der Parametersets auf Normalverteilung relativer Distanzen

Durchgeführt wurde ein  $\chi^2$ -Test (d.f. 7). Die Kategorien wurden gebildet anhand der Signifikanz des Shapiro-Wilk-Tests (normal:  $p \geq 0,05$ ; nicht normal:  $p < 0,05$ ).

Ein Zusammenhang kann als hoch signifikant ( $p < 0,0001$ ) beurteilt werden; ( $\chi^2(7) = 83,57143$ ). Die Effektstärke kann nach Cramers V als hoch eingeschätzt werden:  $V = 0,5463$ .

A Detaillierte Testergebnisse

---

	$p \geq 0,05$	$p < 0,05$	<b>total</b>
<b>Signbased.all</b>	24	16	40
erwartet	28	12	
$\chi^2$ -Beitrag	0,571	1,333	
<b>Signbased.all.gap</b>	40	0	40
erwartet	28	12	
$\chi^2$ -Beitrag	5,143	12,000	
<b>Signbased.log</b>	28	12	40
erwartet	28	12	
$\chi^2$ -Beitrag	0,000	0,000	
<b>Signbased.log.gap</b>	28	12	40
erwartet	28	12	
$\chi^2$ -Beitrag	0,000	0,000	
<b>Signbased.vis</b>	7	33	40
erwartet	28	12	
$\chi^2$ -Beitrag	15,750	36,750	
<b>Signbased.vis.gap</b>	37	3	40
erwartet	28	12	
$\chi^2$ -Beitrag	2,893	6,750	
<b>Superlogical</b>	15	5	20
erwartet	14	6	
$\chi^2$ -Beitrag	0,071	0,167	
<b>Superlogical.gap</b>	17	3	20
erwartet	14	6	
$\chi^2$ -Beitrag	0,643	1,500	
<b>total</b>	196	84	280

## A.2 Detaillierte Ergebnisse des Vergleichs mit Surrogatvergleichen

Detaillierte Ergebnisse der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests nach *Gruppe* und *Szenario*. Angegeben wird die Teststatistik  $W$ , die Signifikanz  $p$  und die Effektstärke als Korrelationskoeffizient  $r$ . Zusätzlich angegeben wird der Median der relativen Distanz der Originalsequenzen (*Median orig.*) und der Surrogate (*Median sur.*).

# A Detaillierte Testergebnisse

Gruppe	Szenario	W	p	r	Median orig.	Median sur.
1	Signbased.all	67620	0,01195	-0,01589	0,58196	0,77567
2	Signbased.all	4447	1,28e-07	-0,03339	0,33672	0,58126
3	Signbased.all	70038	0,01605	-0,01522	0,58968	0,82919
4	Signbased.all	298	4,68e-08	-0,03454	0,57106	0,87842
5	Signbased.all	1	4,35e-08	-0,03463	0,26844	0,60139
6	Signbased.all	0	4,35e-08	-0,03463	0,00319	0,54479
7	Signbased.all	0	4,35e-08	-0,03463	0,00872	0,50020
1	Signbased.all.gap	17851	2,68e-06	-0,02968	0,21780	0,26212
2	Signbased.all.gap	26327	1,54e-05	-0,02733	0,20547	0,24652
3	Signbased.all.gap	15905	1,76e-06	-0,03022	0,19469	0,26547
4	Signbased.all.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,19825	0,31695
5	Signbased.all.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,09214	0,27529
6	Signbased.all.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,00319	0,24986
7	Signbased.all.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,00445	0,22960
1	Signbased.log	64198	0,00773	-0,01684	0,69412	0,89544
2	Signbased.log	1694	6,60e-08	-0,03416	0,47657	0,70127
3	Signbased.log	66440	0,01031	-0,01622	0,71284	0,93294
4	Signbased.log	15	4,37e-08	-0,03462	0,60821	0,96735
5	Signbased.log	0	4,35e-08	-0,03463	0,26360	0,74400
6	Signbased.log	0	4,35e-08	-0,03463	0,00534	0,69919
7	Signbased.log	0	4,35e-08	-0,03463	0,00958	0,61337

**Fortsetzung**

Gruppe	Szenario	W	p	r	Median orig.	Median sur.
1	Signbased.log.gap	67522	0,01180	-0,01592	0,28717	0,29600
2	Signbased.log.gap	133638	0,70514	-0,00239	0,31916	0,31316
3	Signbased.log.gap	15179	1,50e-06	-0,03042	0,24379	0,27760
4	Signbased.log.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,17470	0,29154
5	Signbased.log.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,06918	0,27966
6	Signbased.log.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,00303	0,27625
7	Signbased.log.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,00326	0,26296
1	Signbased.vis	106363,5	0,41427	-0,00516	1,23104	1,24647
2	Signbased.vis	69091,5	0,01432	-0,01549	0,79903	0,90754
3	Signbased.vis	93947	0,17372	-0,00860	0,94506	1,04118
4	Signbased.vis	52102	0,00141	-0,02019	0,90867	1,09477
5	Signbased.vis	0	4,35e-08	-0,03463	0,32196	0,76204
6	Signbased.vis	0	4,35e-08	-0,03463	0,00232	0,76723
7	Signbased.vis	0	4,35e-08	-0,03463	0,01244	0,75012
1	Signbased.vis.gap	61797,5	0,00563	-0,01751	0,31982	0,32906
2	Signbased.vis.gap	29019	2,61e-05	-0,02659	0,29868	0,33530
3	Signbased.vis.gap	37053,5	0,00012	-0,02436	0,29734	0,32255
4	Signbased.vis.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,19197	0,31724
5	Signbased.vis.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,08864	0,31328
6	Signbased.vis.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,00232	0,30762
7	Signbased.vis.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,00428	0,29972



Fortsetzung

Gruppe	Szenario	W	p	r	Median orig.	Median sur.
1	Superlogical	86452	0,09128	-0,01068	0,61993	0,71120
2	Superlogical	8132	3,06e-07	-0,03237	0,42192	0,50489
3	Superlogical	83673	0,07023	-0,01145	0,70430	0,84554
4	Superlogical	21486	5,77e-06	-0,02867	0,57883	0,81944
5	Superlogical	0	4,35e-08	-0,03463	0,03318	0,52895
6	Superlogical	0	4,35e-08	-0,03463	0,00640	0,53101
7	Superlogical	0	4,35e-08	-0,03463	0,00767	0,43342
1	Superlogical-gap	78421	0,04130	-0,01290	0,30983	0,32156
2	Superlogical-gap	124706	0,98974	-0,00008	0,34015	0,34228
3	Superlogical-gap	35587	8,97e-05	-0,02477	0,26571	0,29638
4	Superlogical-gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,17826	0,30952
5	Superlogical-gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,02493	0,29212
6	Superlogical-gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,00344	0,29164
7	Superlogical-gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,00390	0,27477
1	withoutSB.all	70551	0,01707	-0,01508	0,55056	0,72472
2	withoutSB.all	10207	4,93e-07	-0,03180	0,28590	0,53133
3	withoutSB.all	71678	0,01950	-0,01477	0,60292	0,79519
4	withoutSB.all	10614	5,41e-07	-0,03169	0,51659	0,83389
5	withoutSB.all	0	4,35e-08	-0,03463	0,13415	0,53486
6	withoutSB.all	0	4,35e-08	-0,03463	0,00327	0,51039
7	withoutSB.all	0	4,35e-08	-0,03463	0,00926	0,41963

**Fortsetzung**

Gruppe	Szenario	W	p	r	Median orig.	Median sur.
1	withoutSB.all.gap	12957	9,18e-07	-0,03104	0,21342	0,25888
2	withoutSB.all.gap	17901	2,71e-06	-0,02967	0,20328	0,24261
3	withoutSB.all.gap	15782	1,71e-06	-0,03025	0,19364	0,26267
4	withoutSB.all.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,18671	0,31404
5	withoutSB.all.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,05575	0,27181
6	withoutSB.all.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,00327	0,24708
7	withoutSB.all.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,00479	0,22311
1	withoutSB.log	61271	0,00524	-0,01765	0,64077	0,85970
2	withoutSB.log	2659	8,34e-08	-0,03389	0,42793	0,66365
3	withoutSB.log	69569,5	0,01517	-0,01535	0,74189	0,91315
4	withoutSB.log	2301	7,65e-08	-0,03399	0,58873	0,92874
5	withoutSB.log	0	4,35e-08	-0,03463	0,13500	0,69448
6	withoutSB.log	0	4,35e-08	-0,03463	0,00549	0,66721
7	withoutSB.log	0	4,35e-08	-0,03463	0,01016	0,54856
1	withoutSB.log.gap	59675	0,00421	-0,01810	0,28271	0,29580
2	withoutSB.log.gap	124130,5	0,96963	-0,00024	0,31947	0,31424
3	withoutSB.log.gap	14990	1,44e-06	-0,03047	0,24221	0,27785
4	withoutSB.log.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,15631	0,29075
5	withoutSB.log.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,04466	0,27890
6	withoutSB.log.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,00316	0,27546
7	withoutSB.log.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,00343	0,26160

Fortsetzung

Gruppe	Szenario	W	p	r	Median orig.	Median sur.
1	withoutSB.vis	108169	0,46093	-0,00466	1,19660	1,21082
2	withoutSB.vis	75665	0,03068	-0,01367	0,72754	0,83162
3	withoutSB.vis	98594	0,24736	-0,00731	0,92537	0,97794
4	withoutSB.vis	59440	0,00408	-0,01816	0,86744	1,04605
5	withoutSB.vis	0	4,35e-08	-0,03463	0,17584	0,65027
6	withoutSB.vis	0	4,35e-08	-0,03463	0,00239	0,67274
7	withoutSB.vis	0	4,35e-08	-0,03463	0,01313	0,61193
1	withoutSB.vis.gap	65441	0,00908	-0,01650	0,31766	0,32496
2	withoutSB.vis.gap	32644	5,21e-05	-0,02558	0,28966	0,33065
3	withoutSB.vis.gap	41981	0,00028	-0,02300	0,29864	0,31836
4	withoutSB.vis.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,17881	0,31299
5	withoutSB.vis.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,06352	0,30671
6	withoutSB.vis.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,00239	0,30265
7	withoutSB.vis.gap	0	4,35e-08	-0,03463	0,00445	0,29024

## A.3 Detaillierte Ergebnisse der Varianzanalyse

### A.3.1 Ergebnisse des Kruskal-Wallis-Tests

Ausgewertet wurden die Szenarien, die nicht anhand des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests als prinzipiell ungeeignet eingestuft wurden. Angegeben werden die Freiheitsgrade (*d.f.*), die Teststatistik *H* und die Signifikanz *p*.

Szenario	d.f.	H	p
Signbased.all	6	50,307	4,079e-09
Signbased.log	6	54,392	6,150e-10
Signbased.log.gap	6	60,767	3,143e-11
Signbased.vis.gap	6	57,426	1,498e-10
Superlogical	6	54,458	5,964e-10
Superlogical.gap	6	59,209	6,517e-11
withoutSB.all	6	52,678	1,362e-10
withoutSB.log	6	55,637	3,612e-10
withoutSB.log.gap	6	60,082	4,331e-11
withoutSB.vis.gap	6	56,662	2,139e-10

### A.3.2 Ergebnisse der Post-hoc-Analyse

Ausgewertet wurde die Differenz der einzelnen Gruppen gegenüber einer Kontrollgruppe. Auf einem Signifikanzniveau  $\alpha = 0,001$  liegt die kritische Differenz bei 34,26472. Ist die Differenz größer, gilt diese als signifikant. Es wurde sowohl mit Gruppe 1 als Kontrollgruppe getestet als auch mit Gruppe 7 als Vergleichsmaßstab.

#### Gegenbeispiel als Vergleichsbasis

Szenario	Vergleich	Beobachtete Differenz	$\alpha = 0.001$
Signbased.all	1-2	15.6	Nein
	1-3	3.1	Nein
	1-4	25.9	Nein
	1-5	25.3	Nein
	1-6	44.1	Ja
	1-7	48.8	Ja
	Signbased.log	1-2	12.3
1-3		4.7	Nein
1-4		23.7	Nein
1-5		32.7	Nein
1-6		45.6	Ja
1-7		49	Ja
Signbased.log.gap		1-2	5.2
	1-3	10.2	Nein
	1-4	19.9	Nein
	1-5	35.4	Ja
	1-6	43.1	Ja
	1-7	45	Ja

### A.3 Detaillierte Ergebnisse der Varianzanalyse

<b>Fortsetzung</b>			
Szenario	Vergleich	Beobachtete Differenz	$\alpha = 0.001$
Signbased.vis.gap	1-2	5.9	Nein
	1-3	11.3	Nein
	1-4	25.3	Nein
	1-5	35.1	Ja
	1-6	46.3	Ja
	1-7	50.4	Ja
	Superlogical	1-2	5.2
1-3		8.6	Nein
1-4		19.4	Nein
1-5		40.6	Ja
1-6		43	Ja
1-7		44.9	Ja
Superlogical.gap		1-2	4.4
	1-3	8.8	Nein
	1-4	19.6	Nein
	1-5	37.9	Ja
	1-6	41.9	Ja
	1-7	43.2	Ja
	withoutSB.all	1-2	16.1
1-3		6.7	Nein
1-4		21.7	Nein
1-5		36.7	Ja
1-6		45.7	Ja
1-7		48.8	Ja
withoutSB.log		1-2	8.7
	1-3	3.7	Nein
	1-4	18.9	Nein
	1-5	37.9	Ja
	1-6	44.1	Ja
	1-7	45.6	Ja

**Fortsetzung**

Szenario	Vergleich	Beobachtete Differenz	$\alpha = 0.001$
withoutSB.log.gap	1-2	2.7	Nein
	1-3	11.6	Nein
	1-4	21.3	Nein
	1-5	37.8	Ja
	1-6	43.6	Ja
	1-7	45.9	Ja
	withoutSB.vis.gap	1-2	7
1-3		11.3	Nein
1-4		25.3	Nein
1-5		37.9	Ja
1-6		46.3	Ja
1-7		49.3	Ja

**Zustandsvergleich als Vergleichsbasis**

Szenario	Vergleich	Beobachtete Differenz	$\alpha = 0.001$
Signbased.all	7-6	4.3	Nein
	7-5	23.1	Nein
	7-4	22.5	Nein
	7-3	45.3	Ja
	7-2	32.8	Nein
	7-1	48.4	Ja
	Signbased.log	7-6	3.4
7-5		16.3	Nein
7-4		25.3	Nein
7-3		44.3	Ja
7-2		36.7	Ja
7-1		49	Ja

### A.3 Detaillierte Ergebnisse der Varianzanalyse

<b>Fortsetzung</b>			
Szenario	Vergleich	Beobachtete Differenz	$\alpha = 0.001$
Signbased.log.gap	7-6	1.9	Nein
	7-5	9.6	Nein
	7-4	25.1	Nein
	7-3	34.8	Ja
	7-2	50.2	Ja
	7-1	45	Ja
Signbased.vis.gap	7-6	4.1	Nein
	7-5	15.3	Nein
	7-4	25.1	Nein
	7-3	39.1	Ja
	7-2	44.5	Ja
	7-1	50.4	Ja
Superlogical	7-6	1.9	Nein
	7-5	4.3	Nein
	7-4	25.5	Nein
	7-3	36.3	Ja
	7-2	39.7	Ja
	7-1	44.9	Ja
Superlogical.gap	7-6	1.3	Nein
	7-5	5.3	Nein
	7-4	23.6	Nein
	7-3	34.4	Ja
	7-2	47.6	Ja
	7-1	43.2	Ja
withoutSB.all	7-6	3.1	Nein
	7-5	12.1	Nein
	7-4	27.1	Nein
	7-3	42.1	Ja
	7-2	32.7	Nein
	7-1	48.8	Ja



**Fortsetzung**

Szenario	Vergleich	Beobachtete Differenz	$\alpha = 0.001$
withoutSB.log	7-6	1.5	Nein
	7-5	7.7	Nein
	7-4	26.7	Nein
	7-3	41.9	Ja
	7-2	36.9	Ja
	7-1	45.6	Ja
withoutSB.log.gap	7-6	2.3	Nein
	7-5	8.1	Nein
	7-4	24.6	Nein
	7-3	34.3	Ja
	7-2	48.6	Ja
	7-1	45.9	Ja
withoutSB.vis.gap	7-6	3	Nein
	7-5	11.4	Nein
	7-4	24	Nein
	7-3	38	Ja
	7-2	42.3	Ja
	7-1	49.3	Ja

### A.3.3 Ergebnisse des Jonckheere-Terpstra-Tests

Der Jonckheere-Terpstra-Test überprüft, ob ein Trend vorliegt. Es wurde auch hier wieder in beide Richtungen getestet, d.h. sowohl mit dem Gegenvergleich als Basis als auch mit dem Zustandsvergleich als Basis. Angegeben sind pro Szenario für beide Richtungen jeweils die Teststatistik  $J$  und die Signifikanz  $p$ .

Szenario	Basis Gegenvergleich		Basis Zustandsvergleich	
	J	p	J	p
Signbased.all	353	1,007e-14	1747	1,066e-14
Signbased.log	269	<2,2e-16	1831	6,661e-16
Signbased.log.gap	196	<2,2e-16	1904	6,661e-16
Signbased.vis.gap	199	<2,2e-16	1901	6,661e-16
Superlogical	277	<2,2e-16	1823	6,661e-16
Superlogical.gap	230	<2,2e-16	1870	6,661e-16
withoutSB.all	295	<2,2e-16	1805	6,661e-16
withoutSB.log	272	<2,2e-16	1828	6,661e-16
withoutSB.log.gap	199	<2,2e-16	1901	6,661e-16
withoutSB.vis.gap	216	<2,2e-16	1884	6,661e-16



## Anhang B

# Übersicht der verwendeten Parametersets

**Parametersets ohne optimierendes Gap-Modell**

Name	Signba- sed.vis	Signba- sed.log	Signba- sed.all	Super- logical
Gap-Penalty	2	2	2	2
Affine Gap-Penalty	No	No	No	No
Damage-Penalty	0,5	0,4	0,5	0,4
Affine Damage-Penalty	0,3	0,3	0,3	0,3
Conversion Penalty	100	100	100	100
Only Notes & Rests?	No	No	No	Yes
Rest Duration	1	0	1	0
Rest Breveduration	0	1	1	1
Note Duration	3	0	3	0
Note Written Pitch	3	0	3	0
Note Coloration	3	0	3	0
Note Fermata	3	0	3	0
Note Ligature position	1	0	1	0
Note Ligature form	1	0	1	0
Note Stem	1	0	1	0
Note Breveduration	0	1	3	1
Note Pitch with accid	0	1	3	1
Mensuration Sign	1	0	1	0
Mensuration Logic	0	1	1	0
Mensuration Ratio	0	1	1	0
Proportion Sign	1	0	1	0
Proportion Ratio	0	1	1	0
Proportion Affected	0	1	1	0

---

## Parametersets mit optimierendem Gap-Modell

Name	Signba- sed.vis.gap	Signba- sed.log.gap	Signba- sed.all.gap	Super- logical.gap
Gap-Pen.	0,5	0,4	0,65	0,4
Aff. Gap-Pen.	0,35	No	0,4	No
Damage-Pen.	0,3	0,3	0,3	0,3
Aff. Damage-Pen.	0,25	0,25	0,25	0,25
Conversion Pen.	100	100	100	100
Only N. & R.?	No	No	No	Yes
R. Duration	1	0	1	0
R. Brevedur.	0	1	1	1
N. Duration	3	0	3	0
N. Written Pitch	3	0	3	0
N. Coloration	3	0	3	0
N. Fermata	3	0	3	0
N. Lig. pos.	1	0	1	0
N. Lig. form	1	0	1	0
N. Stem	1	0	1	0
N. Brevedur.	0	1	3	1
N. Pitch w. accid	0	1	3	1
Mensur. Sign	1	0	1	0
Mensur. Logic	0	1	1	0
Mensur. Ratio	0	1	1	0
Prop. Sign	1	0	1	0
Prop. Ratio	0	1	1	0
Prop. Affected	0	1	1	0

---

Gap Penalty proportional zur Anzahl verwendeter Parameter.



## Anhang C

# Übersicht der Vergleiche

Nummerierung der Gruppen nach erwarteter Ähnlichkeit:

1. **Gegenbeispiel:** Vergleiche beliebiger Quellen aus der gesamten Überlieferungstradition mit dem gewählten Gegenbeispiel ‚Quis dabit capiti meo aquam‘.
2. **Unterschiedliche Stimmen:** Identische Quelle, identischer Teil, unterschiedliche Stimmen.
3. **Unterschiedliche Teile:** Identische Quelle, identische Stimmen, unterschiedliche Teile.
4. **Unterschiedliche Überlieferungstradition:** Unterschiedliche Traditionen werden verglichen. Lediglich Vergleiche von Sanctus und ‚Tu solus‘.
5. **Gleiche Überlieferungstradition:** Vergleich in derselben Überlieferungstradition.
6. **Unstrittige Abhängigkeit:** Vergleich mit dem identischen Teil einer unstrittig abhängigen Quelle.
7. **Zustandsvergleich:** Einzelstimmen mit zwei abweichenden Zuständen werden verglichen.

Vergleiche ohne Nummerierung waren Teil des Normalitätstests.



C Übersicht der Vergleiche

#	A:			B:					
	Gruppe	Quelle	Teil	Stimme	Zustand	Quelle	Teil	Stimme	Zustand
1	-	[Pet1505]	Kyrie	Altus	Before	[Gio1526]	Kyrie	Altus	After
2	-	[Pet1505]	Gloria	Bassus	Before	[Gio1526]	Gloria	Bassus	After
3	-	[Pet1505]	Credo	Superius	Before	[Gio1526]	Credo	Superius	After
4	-	[Pet1505]	Sanctus	Superius	Before	[Gio1526]	Sanctus	Superius	After
5	-	[Pet1505]	Agnus Dei	Tenor	Before	[Gio1526]	Agnus Dei	Tenor	After
1	7	[ModD 4]	Credo	Superius	Before	[ModD 4]	Credo	Superius	After
2	7	[ModD 4]	Agnus Dei	Altus	Before	[ModD 4]	Agnus Dei	Altus	After
3	7	[ModD 4]	Gloria	Bassus	Before	[ModD 4]	Gloria	Bassus	After
4	7	[ModD 4]	Agnus Dei	Bassus	Before	[ModD 4]	Agnus Dei	Bassus	After
5	7	[VatS 41]	Agnus Dei	Superius	Before	[VatS 41]	Agnus Dei	Superius	After
6	7	[VatS 41]	Kyrie	Altus	Before	[VatS 41]	Kyrie	Altus	After
7	7	[ModD 4]	Credo	Bassus	Before	[ModD 4]	Credo	Bassus	After
8	7	[ModD 4]	Credo	Altus	Before	[ModD 4]	Credo	Altus	After
9	7	[VatS 41]	Credo	Superius	Before	[VatS 41]	Credo	Superius	After
10	7	[FlorBN Panc. 27]	Tu solus	Bassus	Before	[FlorBN Panc. 27]	Tu solus	Bassus	After
11	6	[Pet1505]	Sanctus	Superius	Before	[Pet1515]	Sanctus	Superius	After
12	6	[Pet1505]	Sanctus	Tenor	Before	[Pet1515]	Sanctus	Tenor	After
13	6	[Pet1505]	Kyrie	Superius	Before	[Pet1515]	Kyrie	Superius	After
14	6	[Pet1519]	Gloria	Tenor	Before	[Gio1526]	Gloria	Tenor	After
15	6	[Pet1519]	Agnus Dei	Superius	Before	[Gio1526]	Agnus Dei	Superius	After
16	6	[Pet1505]	Gloria	Bassus	Before	[Pet1519]	Gloria	Bassus	After
17	6	[Pet1505]	Kyrie	Bassus	Before	[Pet1519]	Kyrie	Bassus	After
18	6	[1503 <sup>1</sup> ]	gesamt	Superius	Before	[SGalls463]	gesamt	Superius	After
19	6	[1503 <sup>1</sup> ]	gesamt	Altus	Before	[SGalls463]	gesamt	Altus	After

**Fortsetzung**

#	Gruppe	A:			B:			Stimme	Zustand
		Quelle	Teil	Stimme	Zustand	Quelle	Teil		
20	6	[Pet1505]	Credo	Tenor		[Pet1515]	Credo	Tenor	Zustand
21	5	[Pet1505]	Sanctus	Bassus		[VatS 41]	Sanc. + Tu...	Bassus	
22	5	[VatS 41]	Sanc. + Tu...	Altus		[ModD 4]	Sanctus	Altus	
23	5	[Pet1505]	Sanctus	Tenor		[ModD 4]	Sanctus	Tenor	
24	5	[Pet1519]	Kyrie	Tenor		[VatS 41]	Kyrie	Tenor	
25	5	[Gio1526]	Agnus Dei	Superius	After	[ModD 4]	Agnus Dei	Superius	After
26	5	[ModD 4]	Credo	Superius		[VatS 41]	Credo	Superius	After
27	5	[Pet1505]	Gloria	Superius		[ModD 4]	Gloria	Superius	
28	5	[VatS 41]	Agnus Dei	Tenor		[Pet1505]	Agnus Dei	Tenor	
29	5	[VatS 41]	Gloria	Bassus		[Gio1526]	Gloria	Bassus	
30	5	[ModD 4]	Kyrie	Tenor		[Pet1515]	Kyrie	Tenor	
31	4	[FlorBN Panc. 27]	Tu solus	Tenor		[1503 <sup>1</sup> ]	Tu solus	Tenor	
32	4	[Pet1505]	Sanctus	Altus		[1503 <sup>1</sup> ]	Tu solus	Altus	
33	4	[ModD 4]	Sanctus	Altus		[1503 <sup>1</sup> ]	Tu solus	Altus	
34	4	[ModD 4]	Sanctus	Tenor		[FlorBN Panc. 27]	Tu solus	Tenor	
35	4	[FlorBN Panc. 27]	Tu solus	Altus		[SGalls463]	Tu solus	Altus	
36	4	[ModD 4]	Sanctus	Superius		[SGalls463]	Tu solus	Superius	
37	4	[VatS 41]	Tu solus	Altus		[SGalls463]	Tu solus	Altus	

**Fortsetzung**

#	Gruppe	A:				B:			
		Quelle	Teil	Stimme	Zustand	Quelle	Teil	Stimme	Zustand
38	4	[FlorBN Panc. 27]	Tu solus	Altus		[SGallS463]	Tu solus	Altus	
39	4	[Pet1505]	Sanctus	Superius		[FlorBN Panc. 27]	Tu solus	Superius	
40	4	[VatS 41]	Tu solus	Superius		[1503 <sup>1</sup> ]	Tu solus	Superius	
41	3	[Gio1526]	Credo	Tenor		[Gio1526]	Agnus Dei	Tenor	
42	3	[VatS 41]	Gloria	Tenor		[VatS 41]	Agnus Dei	Tenor	
43	3	[Pet1515]	Sanctus	Superius		[Pet1515]	Gloria	Superius	
44	3	[Pet1505]	Kyrie	Altus		[Pet1505]	Gloria	Altus	
45	3	[VatS 41]	Kyrie	Bassus		[VatS 41]	Credo	Bassus	
46	3	[Pet1515]	Kyrie	Superius		[Pet1515]	Credo	Superius	
47	3	[ModD 4]	Kyrie	Tenor		[ModD 4]	Sanctus	Tenor	
48	3	[Pet1519]	Gloria	Superius		[Pet1519]	Credo	Superius	
49	3	[Gio1526]	Gloria	Altus		[Gio1526]	Kyrie	Altus	
50	3	[ModD 4]	Agnus Dei	Bassus	After	[ModD 4]	Sanctus	Bassus	
51	2	[SGallS463]	Tu solus	Superius		[SGallS463]	Tu solus	Altus	
52	2	[Pet1515]	Kyrie	Tenor		[Pet1515]	Kyrie	Superius	Before
53	2	[VatS 41]	Agnus Dei	Bassus		[VatS 41]	Agnus Dei	Superius	After
54	2	[VatS 41]	Kyrie	Superius		[VatS 41]	Kyrie	Altus	
55	2	[Pet1505]	Credo	Tenor		[Pet1505]	Credo	Bassus	
56	2	[Pet1505]	Sanctus	Tenor		[Pet1505]	Sanctus	Altus	
57	2	[ModD 4]	Credo	Superius	Before	[ModD 4]	Credo	Altus	After
58	2	[ModD 4]	Gloria	Bassus	Before	[ModD 4]	Gloria	Altus	

**Fortsetzung**

#	Gruppe	A:				B:			
		Quelle	Teil	Stimme	Zustand	Quelle	Teil	Stimme	Zustand
59	2	[FlorBN Panc. 27]	Tu solus	Bassus	After	[FlorBN Panc. 27]	Tu solus	Tenor	
60	2	[Gio1526]	Agnus Dei	Tenor		[Gio1526]	Agnus Dei	Altus	
61	1	[1503 <sup>1</sup> ]	Tu solus	Altus		[FlorBN 232]	gesamt	Altus	
62	1	[ModD 4]	Gloria	Tenor		[FlorBN 232]	gesamt	Tenor	
63	1	[SGalls463]	Tu solus	Altus		[FlorBN 232]	gesamt	Altus	
64	1	[FlorBN Panc. 27]	Tu solus	Bassus	After	[FlorBN 232]	gesamt	Bassus	
65	1	[Pet1505]	Agnus Dei	Superius		[FlorBN 232]	gesamt	Superius	
66	1	[ModD 4]	Credo	Tenor	After	[FlorBN 232]	gesamt	Tenor	
67	1	[VatS 41]	Kyrie	Altus	Before	[FlorBN 232]	gesamt	Altus	
68	1	[Pet1515]	Sanctus	Altus		[FlorBN 232]	gesamt	Altus	
69	1	[Pet1519]	Agnus Dei	Bassus		[FlorBN 232]	gesamt	Bassus	
70	1	[FlorBN Panc. 27]	Tu solus	Superius		[FlorBN 232]	gesamt	Superius	



**Schriften zur Musikwissenschaft aus Münster**

**Modelle zur computergestützten Analyse  
von Überlieferungen der Mensuralmusik**

Anna Viktoria Katrin Plaksin

Da die Analyse von Überlieferungsprozessen auf die Rekonstruktion von Beziehungen zwischen Quellen abzielt, liegt der Fokus vor allem auf den Unterschieden sehr ähnlicher Objekte. Dies erfordert Substitutionsmodelle, die für feine Grade von Differenz und struktureller Varianz optimiert sind. In diesem Buch wird sich der Entwicklung computergestützter Verfahren zur Analyse der Überlieferung mensuraler Musikquellen gewidmet. Teil I legt mit der Schilderung der Grundannahmen der Filiation von Mensuralmusik und zentraler Konzepte phylogenetischer Analyse die methodischen Grundlagen. Teil II umfasst eine Fallstudie begonnen mit den methodischen und gegenstandsspezifischen Anforderungen, über Fragen zur Kodierung und Sequenzbildung, hin zu einem Ansatz, Substitutionsmodelle mithilfe von Surrogatdatenanalyse zu evaluieren.

37,90 €

ISBN 978-3-8405-0250-7

