

# **Interaktive visuelle Analysetechniken für die Exploration narrativer Texte**

Von der Fakultät Informatik, Elektrotechnik und  
Informationstechnik der Universität Stuttgart  
zur Erlangung der Würde eines  
Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)  
genehmigte Abhandlung

Vorgelegt von

**Markus John**

aus Überlingen am Bodensee

Hauptberichter: Prof. Dr. Thomas Ertl  
Mitberichter: Prof. Dr. Geric Scheuermann  
Tag der mündlichen Prüfung: 06. Oktober 2021

Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme  
der Universität Stuttgart

2022



# Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Danksagung</b>   | <b>ix</b> |
| <b>Kurzfassung</b>  | <b>xi</b> |
| <b>1 Einleitung</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1 Problemstellungen und Herausforderungen . . . . .           | 2         |
| 1.2 Forschungsfragen . . . . .                                  | 3         |
| 1.3 Aufbau und Beitrag der Arbeit . . . . .                     | 4         |
| <b>2 Grundlagen</b>   | <b>9</b>  |
| 2.1 Grundlagen und Ziele der Visualisierungsforschung . . . . . | 9         |
| 2.1.1 Informationsvisualisierung . . . . .                      | 10        |
| 2.1.2 Visuelle Analytik . . . . .                               | 11        |
| 2.2 Natural Language Processing . . . . .                       | 13        |
| 2.2.1 Natural Language Processing-Pipeline . . . . .            | 13        |
| 2.2.2 Vector Space-Modell und Gewichtungsschemata . . . . .     | 15        |
| 2.3 Digital Humanities . . . . .                                | 16        |
| 2.3.1 Digital Humanities-Projekte . . . . .                     | 17        |
| 2.3.2 Close und Distant Reading . . . . .                       | 19        |
| 2.4 Visuelle Textanalyse in den Digital Humanities . . . . .    | 19        |
| 2.4.1 Beispiel: TextComparator . . . . .                        | 21        |
| 2.5 Methodische Vorgehensweise . . . . .                        | 24        |
| <b>3 Verwandte Arbeiten</b>                                     | <b>29</b> |
| 3.1 Word Clouds . . . . .                                       | 29        |
| 3.1.1 Wirksamkeit und Wahrnehmung . . . . .                     | 29        |
| 3.1.2 Erweiterungen von Word Clouds . . . . .                   | 30        |
| 3.1.3 Darstellung mehrere Textdokumente . . . . .               | 32        |
| 3.2 Darstellung von Figuren und deren Beziehungen . . . . .     | 33        |
| 3.2.1 Pixelbasierte Visualisierungen . . . . .                  | 33        |
| 3.2.2 Storyline-Visualisierung . . . . .                        | 34        |
| 3.2.3 Netzwerkvisualisierungen . . . . .                        | 35        |
| 3.2.4 Visuelle Figurenanalyse . . . . .                         | 37        |
| 3.3 Visueller Vergleich von Textvariationen . . . . .           | 39        |
| 3.4 Visuelle Analyse großer Textkorpora . . . . .               | 40        |
| <b>4 Visuelle Filmanalyse</b>                                   | <b>43</b> |
| 4.1 Motivation . . . . .  | 44        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 4.2      | Datenvorverarbeitung . . . . .                              | 45         |
| 4.2.1    | Datenquellen . . . . .                                      | 45         |
| 4.2.2    | Textangleichung . . . . .                                   | 47         |
| 4.2.3    | Informationsextraktion . . . . .                            | 47         |
| 4.3      | Visuelle Analyse einzelner Filme . . . . .                  | 48         |
| 4.4      | Analytische Vorgehensweise . . . . .                        | 50         |
| 4.4.1    | Anwendungsszenario . . . . .                                | 51         |
| 4.5      | Erweiterung für die Analyse mehrerer Verfilmungen . . . . . | 55         |
| 4.6      | Diskussion und Ausblick . . . . .                           | 57         |
| <b>5</b> | <b>Visuelle Analyse längerer Textdokumente</b>              | <b>61</b>  |
| 5.1      | Motivation . . . . .  | 62         |
| 5.2      | Visualisierungswerkzeug . . . . .                           | 64         |
| 5.2.1    | Hierarchisches Navigationskonzept . . . . .                 | 64         |
| 5.2.2    | Automatische Analyseverfahren . . . . .                     | 64         |
| 5.2.3    | VarifocalReader . . . . .                                   | 66         |
| 5.3      | Anwendungsszenarien . . . . .                               | 69         |
| 5.3.1    | Analyse von Autoren für literarische Genres . . . . .       | 69         |
| 5.3.2    | Exploration der Ilias . . . . .                             | 71         |
| 5.4      | Evaluation . . . . .  | 73         |
| 5.4.1    | VarifocalReader - Erweiterung . . . . .                     | 73         |
| 5.4.2    | Benutzer*innenstudie . . . . .                              | 74         |
| 5.5      | Diskussion und Ausblick . . . . .                           | 77         |
| <b>6</b> | <b>Visuelle Analyse von Entitäten</b>                       | <b>79</b>  |
| 6.1      | Motivation . . . . .  | 79         |
| 6.2      | Visualisierung von Figuren und deren Beziehungen . . . . .  | 80         |
| 6.2.1    | ViTA . . . . .  | 81         |
| 6.2.2    | Anwendungsszenarien . . . . .                               | 86         |
| 6.2.3    | Diskussion und Ausblick . . . . .                           | 92         |
| 6.3      | Vergleichende Analyse von Figurennetzwerke . . . . .        | 94         |
| 6.3.1    | Anforderungsanalyse und Datenvorverarbeitung . . . . .      | 95         |
| 6.3.2    | Visueller Vergleich von Figurenkonstellationen . . . . .    | 96         |
| 6.3.3    | Anwendungsszenarien . . . . .                               | 105        |
| 6.3.4    | Expertenfeedback . . . . .                                  | 108        |
| 6.3.5    | Diskussion und Ausblick . . . . .                           | 111        |
| <b>7</b> | <b>Visuelle Analyse mehrerer Textdokumente</b>              | <b>115</b> |
| 7.1      | MultiCloud . . . . .  | 116        |
| 7.1.1    | Anforderungsanalyse . . . . .                               | 117        |
| 7.1.2    | Datenvorverarbeitung . . . . .                              | 117        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 7.1.3    | Visuelle Umsetzung . . . . .                                   | 118        |
| 7.1.4    | Anwendungsszenario . . . . .                                   | 122        |
| 7.1.5    | Expertenfeedback . . . . .                                     | 125        |
| 7.1.6    | Erweiterung von MultiCloud . . . . .                           | 128        |
| 7.1.7    | Diskussion und Ausblick . . . . .                              | 131        |
| 7.2      | Visuelle Analyse multimedialer Nachrichtenkorpora . . . . .    | 133        |
| 7.2.1    | Motivation . . . . .   | 133        |
| 7.2.2    | Anforderungsanalyse . . . . .                                  | 134        |
| 7.2.3    | Datensatz . . . . .  | 134        |
| 7.2.4    | Datenvorverarbeitung . . . . .                                 | 135        |
| 7.2.5    | Visuelle Umsetzung . . . . .                                   | 135        |
| 7.2.6    | Anwendungsszenario . . . . .                                   | 138        |
| 7.2.7    | Diskussion und Ausblick . . . . .                              | 140        |
| 7.3      | Figurenanalyse in großen Textkorpora . . . . .                 | 142        |
| 7.3.1    | Textvorverarbeitung . . . . .                                  | 142        |
| 7.3.2    | Visuelle Umsetzung . . . . .                                   | 143        |
| 7.3.3    | Anwendungsszenario . . . . .                                   | 146        |
| 7.3.4    | Diskussion und Ausblick . . . . .                              | 147        |
| <b>8</b> | <b>Unsicherheitsaspekte in Digital Humanities Ansätze</b>      | <b>149</b> |
| 8.1      | Unsicherheitsquellen . . . . .                                 | 150        |
| 8.2      | Visuelle Kommunikations- und Anpassungsmöglichkeiten . . . . . | 152        |
| 8.3      | Interaktive Anpassung eines Klassifikators . . . . .           | 153        |
| 8.3.1    | Diskussion und Ausblick . . . . .                              | 155        |
| 8.4      | Vergleich von POS-Modellen zur Domänenanpassung . . . . .      | 157        |
| 8.4.1    | Anforderungsanalyse . . . . .                                  | 158        |
| 8.4.2    | Datenvorverarbeitung . . . . .                                 | 158        |
| 8.4.3    | Visuelle Umsetzung . . . . .                                   | 160        |
| 8.4.4    | Algorithmus für Korrekturvorschläge. . . . .                   | 165        |
| 8.4.5    | Anwendungsszenario . . . . .                                   | 166        |
| 8.4.6    | Expertenfeedback . . . . .                                     | 168        |
| 8.4.7    | Diskussion und Ausblick . . . . .                              | 169        |
| <b>9</b> | <b>Zusammenfassung und Ausblick</b>                            | <b>171</b> |
| 9.1      | Zusammenfassung der Kapitel . . . . .                          | 171        |
| 9.2      | Übergreifende Diskussion der Forschungsbeiträge . . . . .      | 172        |
| 9.3      | Ausblick . . . . .   | 176        |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b>                                    | <b>179</b> |

# Abbildungsverzeichnis

|      |  |    |
|------|--|----|
| 2.1  | InfoVis-Referenzmodell nach Card et al. [1999] . . . . .   | 11 |
| 2.2  | VA-Referenzmodell nach Keim et al. [2008] . . . . .  | 12 |
| 2.3  | NLP-Pipeline . . . . .   | 14 |
| 2.4  | Visuelle Textanalyse in den Digital Humanities . . . . .   | 20 |
| 2.5  | TextComparator - Hauptarbeitsbereich . . . . .   | 23 |
| 2.6  | Methodische Vorgehensweise der Analysetechniken . . . . .  | 26 |
| 3.1  | Verschiedene Word Cloud-Visualisierungen . . . . .   | 31 |
| 3.2  | Pixelbasierte und Storyline-Visualisierung zur Darstellung von<br>Figurenkonstellationen . . . . . | 34 |
| 3.3  | Node-Link- und Matrix-Visualisierung . . . . .   | 35 |
| 3.4  | Variant-Graphvisualisierung zur Darstellung von Textvariationen                                    | 39 |
| 3.5  | 2D-Dokumentprojektion mit einem integrierten Magic Lens-<br>Ansatz . . . . .                       | 41 |
| 4.1  | Videoanalyse - Beispielhafter Ausschnitt eines Filmskripts . .                                     | 46 |
| 4.2  | Videoanalyse - Hauptarbeitsbereich . . . . .   | 49 |
| 4.3  | Videoanalyse - Anwendungsbeispiel - Hauptarbeitsbereich . .  | 53 |
| 4.4  | Videoanalyse - Anwendungsbeispiel - Vergleichsanfrage . . . .                                      | 54 |
| 4.5  | Videoanalyse - Anwendungsbeispiel - Vergleich von Filmszenen                                       | 54 |
| 4.6  | Videoanalyse - Anwendungsbeispiel - Übersicht der Annotationen                                     | 55 |
| 4.7  | Videoanalyse - Erweiterung - Übersichtsdarstellung . . . . .                                       | 56 |
| 4.8  | Videoanalyse - Erweiterung - Detailansicht . . . . .   | 58 |
| 5.1  | VarifocalReader - Schematische SmoothScroll-Darstellung . . .                                      | 65 |
| 5.2  | VarifocalReader - Hauptarbeitsbereich . . . . .  | 67 |
| 5.3  | VarifocalReader - Topic Segmentation - Beispiele . . . . .   | 68 |
| 5.4  | VarifocalReader - Vergleichsmodus . . . . .  | 70 |
| 5.5  | VarifocalReader - Analyse von Homers "Ilias" . . . . .   | 73 |
| 5.6  | VarifocalReader - Unterteilung in mehrere AOIs . . . . .   | 74 |
| 6.1  | ViTA - Übersichtsansicht . . . . .   | 82 |
| 6.2  | ViTA - Entitätenansicht . . . . .  | 83 |
| 6.3  | ViTA - Fingerprint-Visualisierung . . . . .  | 83 |
| 6.4  | ViTA - Figurennetzwerk . . . . .   | 84 |
| 6.5  | ViTA - Word Cloud-Visualisierung . . . . .   | 85 |
| 6.6  | ViTA - Storyline-Visualisierung . . . . .  | 86 |
| 6.7  | ViTA - Textansicht . . . . .   | 87 |
| 6.8  | ViTA - Anwendungsbeispiel - Harry Potter . . . . .   | 88 |
| 6.9  | ViTA - Anwendungsbeispiel - Storyline-Ansicht . . . . .  | 89 |
| 6.10 | ViTA - Anwendungsbeispiel - Figurennetzwerk . . . . .  | 91 |
| 6.11 | Vergleichende Figurenanalyse - Hauptarbeitsbereich . . . . .                                       | 97 |

## Figures

---

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 6.12 | Vergleichende Figurenanalyse - Node-Link-Visualisierung . . .  | 99  |
| 6.13 | Vergleichende Figurenanalyse - Node-Link-Visualisierung . . .  | 100 |
| 6.14 | Vergleichende Figurenanalyse - Matrix-Vergleichsmodus . . . .  | 102 |
| 6.15 | Vergleichende Figurenanalyse - Rasteransicht . . . . .         | 103 |
| 6.16 | Vergleichende Figurenanalyse - Übersicht der Figuren . . . . . | 104 |
| 6.17 | Vergleichende Figurenanalyse - Fisheye Lens-Ansatz . . . . .   | 108 |
| 7.1  | MultiCloud - Schematische Layout-Darstellung . . . . .         | 118 |
| 7.2  | MultiCloud - Erster Platzierungsversuch . . . . .              | 119 |
| 7.3  | MultiCloud - Platzierungsalgorithmus . . . . .                 | 120 |
| 7.4  | MultiCloud - Abweichung der Wortplatzierungen . . . . .        | 121 |
| 7.5  | MultiCloud - Verschiedene Layout-Formen . . . . .              | 122 |
| 7.6  | MultiCloud - Harry Potter Anwendungsszenario . . . . .         | 124 |
| 7.7  | MultiCloud - ConcentriCloud-Implementierung . . . . .          | 126 |
| 7.8  | MultiCloud - Close Reading-Erweiterung . . . . .               | 130 |
| 7.9  | Multimediaanalyse - Topic Model-Ansicht . . . . .              | 136 |
| 7.10 | Multimediaanalyse - Visuelle Umsetzung . . . . .               | 137 |
| 7.11 | Multimediaanalyse - Anwendungsszenario - Themenanalyse . .     | 139 |
| 7.12 | Figurenanalyse - Hauptarbeitsbereich . . . . .                 | 143 |
| 7.13 | Figurenanalyse - Node-Link-Visualisierung . . . . .            | 144 |
| 7.14 | Figurenanalyse - Word Cloud-Ansicht . . . . .                  | 145 |
| 7.15 | Figurenanalyse - Textansicht . . . . .                         | 145 |
| 7.16 | Figurenanalyse - Node-Link-Visualisierung . . . . .            | 147 |
| 8.1  | Visuelle Textanalyse - Unsicherheitsquellen . . . . .          | 151 |
| 8.2  | VarifocalReader - Klassifizierungsansatz . . . . .             | 155 |
| 8.3  | POS-Tagging-Ansatz - POS-Tag-Zuweisung . . . . .               | 160 |
| 8.4  | POS-Tagging-Ansatz - Hauptarbeitsbereich . . . . .             | 161 |
| 8.5  | POS-Tagging-Ansatz - Schematische Graphkontextansicht . .      | 163 |
| 8.6  | POS-Tagging-Ansatz - Algorithmus für Korrekturvorschläge .     | 165 |
| 8.7  | POS-Tagging-Ansatz - Graphkontextansicht . . . . .             | 167 |





# Danksagung

Zuallererst möchte ich mich bei Thomas Ertl bedanken, der mir die Möglichkeit gegeben hat, an einem tollen Institut zu promovieren. Sein offenes Ohr und die richtigen Fragen haben mich zu einer erfolgreichen Promotion geführt. Des Weiteren bot er mir die Möglichkeit, mit vielen großartigen Kollegen zusammenzuarbeiten und (die halbe) Welt zu bereisen, um sich mit weiteren Forschern auszutauschen.

Außerdem danke ich Gerik Scheuermann für das Gutachten meiner Dissertation und für die Teilnahme an meiner Verteidigung. Mein Dank gilt ebenfalls Steffen Koch, der mich während der gesamten Promotion mit betreut hat und immer mit hilfreichen Ratschlägen und intensiven Diskussionen zur Seite stand.

Danke an alle meine Co-Autoren, die diese Arbeit ermöglicht haben: Steffen Koch, Kuno Kurzhals, Florian Heimerl, Tanja Blascheck, Qi Han, Steffen Lohmann, Martin Baumann, Andreas Müller, Max Franke und Michael Wörner. Ich möchte auch bei meinen Studenten David Schütz, Eduard Marbach, Paul Kuznecov und Constanze Sudra für ihre hervorragende Arbeit danken. Außerdem bedanke ich mich bei allen weiteren Mitarbeiter des Instituts für die wundervolle gemeinsame Zeit.

Ein besonderer Dank gebührt meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, die mich während meines Studiums und meiner Promotion unterstützt haben. Ohne Sie wäre diese unglaubliche Reise nicht möglich gewesen. Ein weiterer Dank geht an alle Freunde, die neben der Dissertation immer wieder für gelungenen Ausgleich gesorgt haben. Abschließend möchte ich noch Laura einen Dank aussprechen, da sie mich über die Jahre immer unterstützt und mir den Rücken freigehalten hat.



# Kurzfassung

Durch die fortschreitende Digitalisierung textueller Daten werden enorme Mengen an digitalen Informationen täglich generiert und gespeichert. Dieser technologische Fortschritt hat in den vergangenen Jahrzehnten nahezu alle gesellschaftlichen Bereiche erfasst und verändert. Darunter fallen ebenfalls die Geisteswissenschaften, da sich durch die Digitalisierung von Literatur und Webportale, welche einen einfachen Zugang zu diesen digitalen Kopien bieten, viele neue Forschungsmöglichkeiten eröffnet haben. Aus Sicht der Informatik haben sich die digitalen Geisteswissenschaften in den letzten Jahren zu einem viel diskutierten und spannenden Forschungsgebiet entwickelt. Es handelt sich um ein interdisziplinäres Forschungsfeld, das geisteswissenschaftliche Fragestellungen mit computergestützten Verfahren der Informatik untersucht.

Eine Herausforderung in vielen digitalen geisteswissenschaftlichen Disziplinen ist die Untersuchung von narrativen Texten. Die Geisteswissenschaftler\*innen sind daran interessiert, die Persönlichkeitsmerkmale der Figuren, deren Rollen, Beziehungen und die Entwicklung dieser Aspekte im Verlauf der Erzählung zu untersuchen. Traditionell analysieren die Geisteswissenschaftler\*innen ihre zugrunde liegenden Textdokumente durch intensives Lesen und sorgfältiges Interpretieren, sogenanntes *Close Reading*. Dies ist jedoch eine herausfordernde und zeitaufwendige Vorgehensweise. Diese komplexen Analyseschritte können durch computergestützte Verfahren unterstützt werden. Computerlinguistische Methoden ermöglichen es, gezielt Wissen automatisch aus den Textdokumenten abzuleiten. Die abgeleiteten Informationen können als visuelle Abstraktionen dargestellt werden, sogenannte *Distant Reading*-Methoden. Visuelle Abstraktionen können Informationen aufzeigen, die es ermöglichen, komplexe Zusammenhänge zu untersuchen, die durch *Close Reading* nur schwer zu erfassen sind. Um die Zusammenhänge sowie entstandene Ideen und Hypothesen detaillierter analysieren zu können, ist es jedoch notwendig, die zugehörigen Textabschnitte zu studieren. Daher ist es für weiterführende Analysen essenziell, die visuellen Abstraktionen mit dem zugrunde liegenden Textgegenstand zu verknüpfen. Auf diese Weise können entdeckte Sachverhalte oder entstandene Hypothesen weiterführend überprüft werden.

Die vorliegende Dissertation fokussiert sich auf die Verknüpfung der *Close*- und *Distant Reading*-Techniken. In den nachfolgenden Kapiteln werden neuartige Visualisierungswerkzeuge eingeführt, die sowohl eine abstrakte als auch detaillierte Untersuchung narrativer Texte ermöglichen. Diese Analyse-

techniken unterstützen die Geisteswissenschaftler\*innen bei der Exploration einzelner Texte, beim Vergleich mehrerer Textdokumente sowie bei der Analyse von sehr großen Textkorpora. Des Weiteren werden Unsicherheitsquellen diskutiert, die während der Entwicklung der Visualisierungswerkzeuge festgestellt oder in Diskussionen mit Forscher\*innen aus den Geisteswissenschaften und der Computerlinguistik reflektiert wurden. In diesem Kontext wird eine erstellte Übersicht von visuellen Kommunikations- und Interaktionsmöglichkeiten präsentiert sowie Techniken vorgestellt, mit denen Unsicherheitsaspekte untersucht und angepasst werden können. Die erläuterten Möglichkeiten und entworfenen Werkzeuge helfen neuen und weiterführenden Projekten abgeleitete Informationen kritischer zu hinterfragen. Ferner wird eine methodische Vorgehensweise vorgestellt, welche in vielen der nachfolgenden Analysetechniken unterstützt wird, um die visuelle Untersuchung narrativer Texte zu ermöglichen.

Die Dissertation konzentriert sich hauptsächlich auf die Untersuchung von Figuren in narrativen Texten, dennoch können viele der vorgestellten Visualisierungswerkzeuge für weitere komplexe Textdokumentanalysen angepasst und angewendet werden. Basierend auf den eingeführten Werkzeugen werden definierte Forschungsfragen diskutiert und offene Herausforderungen für zukünftige Forschungsmöglichkeiten abgeleitet.

# Abstract

Due to the ongoing digitization of textual data, enormous amounts of digital information are generated and stored on a daily basis. This technological progress has affected and changed almost all areas of society in recent decades. This also includes the humanities, as the digitization of literature and web portals that provide easy access to these digital copies have opened up many new research opportunities. From a computer science perspective, the digital humanities have become a much discussed and exciting area of research in recent years. It is an interdisciplinary research field that investigates issues in the humanities using computer science methods.

A challenge in many digital humanities disciplines is the study of narrative texts. Humanities scholars are interested in examining the personality traits of the characters, their roles, relationships, and how these aspects develop over the course of the storyline. Traditionally, scholars in the humanities analyze their underlying textual documents through intensive reading and careful interpretation, so-called close reading. However, this is a challenging and time-consuming approach. These complex analysis steps can be supported by computer-based methods. Computational linguistic methods enable to automatically derive targeted knowledge from text documents. The derived information can be represented as visual abstractions, so-called distant reading methods. Visual abstractions can reveal information that allows to explore complex relationships which are difficult to capture through close reading. However, in order to analyze the relations as well as ideas and hypotheses in more detail, it is necessary to study the related sections of the text. Therefore, it is essential to link the visual abstractions to the underlying textual subject matter for further analysis. This way, discovered facts or developed hypotheses can be further verified.

This dissertation focuses on linking the Close and Distant Reading techniques. In the following chapters, novel visualization tools are introduced that allow for both abstract and detailed examination of narrative texts. These analysis techniques support humanities scholars in the exploration of individual texts, in the comparison of multiple text documents, and in the analysis of very large text corpora. Furthermore, sources of uncertainty which are identified during the development of the visualization tools or reflected in discussions with involved researchers are presented. In this context, a compiled overview of visual communication and interaction options is presented, as well as techniques to explore and adapt aspects of uncertainty. The explained possibilities and approaches help new and further projects to review derived

information more critically. Furthermore, a methodological approach is presented which is integrated in the following analysis techniques to enable the visual examination of narrative texts.

The dissertation focuses primarily on the study of characters in narrative texts, yet many of the visualization tools presented can be adapted and applied to other complex text document analyses. Based on the introduced approaches, defined research questions are discussed and open challenges for future research opportunities are derived.







## Einleitung

Durch die fortschreitende Digitalisierung textueller Daten werden enorme Mengen an digitalen Informationen täglich generiert und gespeichert. Dieser technologische Fortschritt hat in den vergangenen Jahrzehnten nahezu alle gesellschaftlichen Bereiche erfasst und verändert. Darunter fallen ebenfalls die Geisteswissenschaften, da sich durch die Digitalisierung von Literatur und Webportale wie beispielsweise Projekt Gutenberg [Gutenberg] oder Google Books [Google], welche einen einfachen Zugang zu diesen digitalen Kopien bieten, viele neue Forschungsmöglichkeiten eröffnet haben. Durch diese gesellschaftliche Entwicklung haben sich die digitalen Geisteswissenschaften bzw. *Digital Humanities (DH)* in den letzten Jahren zu einem viel diskutierten und spannenden Forschungsfeld entwickelt. Es handelt sich um ein interdisziplinäres Forschungsfeld, das geisteswissenschaftliche Fragestellungen mit computergestützten Verfahren der Informatik untersucht.

Traditionell untersuchen die Geisteswissenschaftler\*innen ihre zugrunde liegenden Textdokumente durch intensives Lesen und sorgfältiges Interpretieren, sogenanntes *Close Reading*. Diese zeitaufwendigen und komplexen Analyseschritte können durch computergestützte Verfahren unterstützt werden. Computerlinguistische Methoden ermöglichen es, Wissen automatisch aus den digitalen Textdokumenten abzuleiten. Beispielsweise können Themen, Orte oder Figuren sowie semantische Informationen über deren Beziehungen extrahiert werden. Diese Informationen können als visuelle Abstraktionen, sogenannte *Distant* oder *Scalable Reading*-Methoden, dargestellt werden. Zum Beispiel können die prominentesten Themen eines Textkorpus als *Word*

*Cloud* oder die extrahierten Entitäten und deren Beziehungen durch eine *Node-Link*-Visualisierung dargestellt werden. Visuelle Abstraktionen können Informationen aufzeigen, die es ermöglichen, komplexe Zusammenhänge zu untersuchen, die durch *Close Reading* nur schwer zu erfassen sind. Um die Zusammenhänge sowie entstandene Ideen und Hypothesen detaillierter analysieren zu können, ist es unabdingbar, die zugehörigen Textabschnitte zu studieren. Daher ist es für weiterführende Analysen essenziell, die visuellen Abstraktionen mit dem zugrunde liegenden Textgegenstand zu verknüpfen. Auf diese Weise können entdeckte Sachverhalte oder entstandene Hypothesen detailliert überprüft werden.

Die in dieser Dissertation entwickelten Werkzeuge unterstützen die Kombination von *Close* und *Distant Reading*. Der Fokus der neuartigen Visualisierungswerkzeuge ist, eine umfangreiche Untersuchung von narrativer Texten zu ermöglichen. Die Fragestellungen für die Analyse narrativer Erzählungen sind vielfältig und komplex. Nachfolgend werden diese Fragen und die resultierenden Forschungsziele präsentiert.

## 1.1 Problemstellungen und Herausforderungen

Die Fragestellungen basieren hauptsächlich auf den Anforderungen und Forschungszielen der zwei *DH*-Projekte *ePoetics* [ePoetics] und *CRETA* [CRETA]. In diesen zwei *DH*-Projekten sind viele verschiedene geisteswissenschaftliche Disziplinen wie die Literaturwissenschaft, Sozialwissenschaft, Philosophie oder Germanistische Mediävistik beteiligt. Die Disziplinen beschäftigen sich in den zwei Projekten primär mit textuellen Daten, jedoch mit verschiedenen Textgattungen und verfolgen daher unterschiedliche Forschungsziele.

Die Literaturwissenschaftler\*innen befassen sich mit sehr abstrakte Fragestellungen. Beispielsweise ist von Interesse, wie Dichter in Poetiken beschrieben oder welche unterschiedlichen Facetten und weitere Werke in deren Zusammenhang diskutiert werden. Daraus ergeben sich die Herausforderungen, Themen, Entitäten und abstrakte Konzepte zugänglich zu machen sowie vorkommende Annotationen wie Werke oder Dichter in diesen Kontexten hervorzuheben.

Die germanistische Mediävistik beschäftigt im Kontext des *CRETA*-Projekts hauptsächlich mit der Untersuchung von narrativen Texten. Sie sind daran interessiert, die Persönlichkeitsmerkmale der Figuren, deren Rollen, Beziehungen und die Entwicklung dieser Aspekte im Verlauf der Erzählung zu

analysieren. Des Weiteren ist der Vergleich von Figurenkonstellationen zu verschiedenen Zeitpunkten in narrativen Texten von großem Interesse, um die semantische Entwicklung der Relationen untersuchen zu können. Um diese Analyseaufgaben zu unterstützen, ist es notwendig, die Figuren und deren Beziehungen übersichtlich darzustellen sowie Persönlichkeitsmerkmale und semantische Informationen in diese Darstellungen zu integrieren.

Die Sozialwissenschaftler\*innen hingegen beschäftigen sich mit der Analyse großer Multimedia-Nachrichtenkorpora. Ihre Forschungsziele sind, einen Überblick über die vorkommenden Themen im Korpus zu erhalten, die zeitliche Entwicklung dieser zu untersuchen sowie miteinander zu vergleichen. Daher ergeben sich die Herausforderungen, ein großes Textkorpus übersichtlich darzustellen und Explorationsmöglichkeiten bereitzustellen, die eine *Close* und *Distant Reading*-Analyse unterstützen.

Im Folgenden werden Forschungsfragen präsentiert, die basierend auf den Anforderungen und Fragestellungen der Projektbeteiligten abgeleitet wurden.

## 1.2 Forschungsfragen

Basierend auf den Zielsetzungen der geisteswissenschaftlichen Projektpartner\*innen und dem neusten Stand der Forschung für die interaktive visuelle Analyse von narrativen Texten haben sich im Rahmen dieser Arbeit folgende Forschungsfragen für die Visualisierung herausgebildet:

**Frage 1** – (F<sub>1</sub>) Wie können ausgezeichnete Entitäten, Ereignisse oder Themen für eine detaillierte Untersuchung einzelner narrativer Texte zugänglich gemacht werden?

**Frage 2** – (F<sub>2</sub>) Wie können Persönlichkeitsmerkmale und Beziehungen von Entitäten sowie deren Entwicklung im Verlauf einer Erzählung dargestellt werden?

**Frage 3** – (F<sub>3</sub>) Wie können relationale Informationen zwischen Entitäten zu verschiedenen Zeitpunkten einer Erzählung miteinander verglichen werden?

**Frage 4** – (F<sub>4</sub>) Wie können Entitäten, Ereignisse und Themen von mehreren Texten sowie großen Textkorpora dargestellt und eine freie Exploration von Gemeinsamkeiten und Unterschieden unterstützt werden?

**Frage 5** – (F<sub>5</sub>) Welche Unsicherheitsaspekte können im Kontext der visuellen Textanalyse im Forschungsbereich *DH* auftreten und wie können diese mithilfe von visuellen Abstraktionen und Interaktionsmöglichkeiten dargestellt, untersucht und angepasst werden?

### 1.3 Aufbau und Beitrag der Arbeit

Der Forschungsbeitrag dieser Dissertation ist verteilt auf mehrere neuartige Analysetechniken. Die einzelnen Werkzeuge befassen sich mit einer oder mehreren der oben genannten Forschungsfragen. Im Folgenden werden die Visualisierungswerkzeuge in der Reihenfolge vorgestellt, wie sie in dieser Arbeit erscheinen. Ein weiterer Forschungsbeitrag ist ein Modell für die visuelle Textanalyse in den *DH*, welches unterschiedliche Aspekte der Visualisierung, Computerlinguistik und der Geisteswissenschaften zusammenführt.

**Kapitel 2 – Grundlagen** In diesem Kapitel werden die wesentlichen Grundlagen der Visualisierung, natürlichen Sprachverarbeitung und *DH* zusammengefasst. Für jedes Forschungsgebiet werden die spezifischen verwendeten Techniken erläutert, bevor ein Modell für die visuelle Textanalyse in den *DH* vorgestellt wird. Daraufhin wird eine neuartige Visualisierung präsentiert, welche die Vorteile dieser Kombination widerspiegelt. Abschließend wird eine methodische Vorgehensweise eingeführt, welche in den nachfolgenden Werkzeugen unterstützt wird, um die visuelle Untersuchung narrativer Texte zu ermöglichen.

**Kapitel 3 – Verwandte Arbeiten** Dieses Kapitel bietet einen Überblick über die verwandten Arbeiten zu den nachfolgenden Visualisierungswerkzeugen. Dabei konzentriert sich das Kapitel hauptsächlich auf relevante visuelle Abstraktionen und Interaktionstechniken, die in mehreren Werkzeugen dieser Dissertation verwendet und erweitert werden.

**Kapitel 4 – Visuelle Videoanalyse** Hier wird ein neuartiges Visualisierungswerkzeug [Kurzhaus et al., 2016; John et al., 2017b] vorgestellt, das sich

mit der Videoanalyse von Verfilmungen narrativer Texte beschäftigt. Die Analysetechnik ermöglicht es, abgeleitete Informationen wie beispielsweise Themen und Entitäten aus den Untertiteln und Filmskripten visuell zu untersuchen und iterativ auszuzeichnen.

**Kapitel 5 – Visuelle Analyse längerer Textdokumente** In diesem Kapitel wird eine neuartige Technik [John et al., 2015; Koch et al., 2014] präsentiert, welche auf einem hierarchischen Navigationskonzept basiert und Analysen längerer Textdokumente über mehrere Abstraktionsebenen ermöglicht. Diese Analysetechnik integriert *NLP*-Verfahren, um Entitäten, Zitate und Werke abzuleiten, welche anschließend als visuelle Abstraktionen auf den verschiedenen Ebenen dargestellt werden können. Die visuellen Abstraktionen sind über die Ebenen hinweg miteinander verknüpft und ermöglichen somit einen leicht zu verstehenden Übergang zwischen *Distant* und *Close Reading*.

**Kapitel 6 – Visuelle Figurenanalyse** Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der visuellen Figurenanalyse in narrativen Texten. Es werden zwei entwickelte Techniken vorgestellt, wobei sich das erste Werkzeug [John et al., 2016b,a; Blessing et al., 2017] auf die visuelle Analyse von Figuren und deren Beziehungen im Verlauf eines Romans fokussiert. Die zweite Technik [John et al., 2019a] hingegen ermöglicht einen visuellen Vergleich von extrahierten Entitäten und deren Relationen zu verschiedenen Zeitpunkten in narrativen Texten.

**Kapitel 7 – Visuelle Analyse mehrere Textdokumente** Hier werden drei neuartige Analysetechniken präsentiert, welche die Erforschung von annotierten Ereignissen, Themen und Entitäten sowie deren Beziehungen in mehreren Textdokumenten ermöglichen. Die erste Technik [John et al., 2018c; Jänicke et al., 2019] bietet eine kompakte *Word Cloud*-Darstellung, welche eine Analyse der Gemeinsamkeiten und Unterschiede dieser Informationen unterstützt, während die zwei weiteren Werkzeuge [John et al., 2018b, 2019c] eine freie Exploration größerer Textkorpora erlauben.

**Kapitel 8 – Unsicherheitsaspekte von DH-Textanalyseansätze** In diesem Kapitel werden Unsicherheitsaspekte diskutiert, die während der Entwicklung der Techniken aufgetreten sind oder in Diskussionen mit Forscher\*innen aus den Geisteswissenschaften und der Computerlinguistik reflektiert wurden. Hierfür wird zunächst auf Unsicherheitsquellen eingegangen und nachfolgend visuelle Kommunikations- und Interaktionsmöglichkeiten

präsentiert, mit denen die Unsicherheitsaspekte dargestellt, untersucht und angepasst werden können. Abschließend werden zwei interaktive Methoden vorgestellt, die beide diese Möglichkeiten unterstützen.

**Kapitel 9 – Zusammenfassung und Ausblick** Das letzte Kapitel schließt diese Arbeit mit einer Zusammenfassung und einer umfassenden Diskussion ab. Die Forschungsfragen werden in Bezug auf den entwickelten Visualisierungswerkzeugen diskutiert und zukünftige Forschungsrichtungen daraus abgeleitet.

Die in den nachfolgenden Kapiteln beschriebenen Techniken stellen die Hauptforschungsbeiträge dieser Dissertation dar. Jedoch wurden weitere Kooperationsprojekte verfolgt, die zu Publikationen führten. Diese Publikationen sind in unterschiedlichem Maße für die beschriebenen Themen relevant und werden nachfolgend kurz erläutert und zugeordnet.

In Kooperation mit Florian Heimerl ist die *DocuCompass*-Technik [Heimerl et al., 2016] zur Darstellung und Exploration großer Dokumentkollektionen entwickelt worden. Auf dieser Methode basieren zum einen zwei nachfolgende Werkzeuge dieser Dissertation (Kapitel 7.2 und 7.3) und zum anderen zwei weitere Publikationen [Han et al., 2019, 2018a], welche die *DocuCompass*-Technik hinsichtlich Navigationshilfen auf der 2D-Dokumentprojektion erweitert haben. Darüber hinaus ist eine interaktive Methode [Han et al., 2018b] publiziert worden, mit der ein Klassifikator für die Auszeichnung von Themen in einem Multimedia-Nachrichtenkorpus iterativ trainiert werden kann.

Des Weiteren wurden ebenfalls mehrere *DH* bezogene Kollaborationen verfolgt. In Kooperation mit der Universität Konstanz wurde ein konzeptionelles Modell eingeführt [El-Assady et al., 2016], das den Prozess der interdisziplinären Zusammenarbeit und Problemlösestrategien in *DH*-Projekten formalisiert. In einer weiteren Publikation [John et al., 2019d] wurde eine Analysetechnik zusammen mit der Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz entwickelt, die eine geografische Analyse von dokumentarischen Quellen deutsch-römischer Könige ermöglicht. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Literaturwissenschaft der Universität Stuttgart ist eine visuelle Methode [Baumann et al., 2019] entstanden, mit der ausgezeichnete Textabweichungen von verschiedenen Editionen eines Werkes untersucht werden können. Außerdem wurde mit dem Institut für Amerikanische Literatur und Kultur der Universität Stuttgart die *LilyPads*-Technik [Franke et al., 2020] entwickelt. Dieses Visualisierungswerkzeug ermöglicht es, Forscher\*innen historische Zeitungskorpora hinsichtlich der räumlichen und

zeitlichen Verteilung zu untersuchen.

Nachdem in diesem Kapitel der Fokus und die Fragestellungen dieser Dissertation betrachtet wurden, werden im nachfolgenden Kapitel die relevanten Grundlagen für die neuartigen Visualisierungswerkzeuge präsentiert.





KAPITEL



## Grundlagen

In diesem Kapitel werden relevante Hintergründe und Arbeiten zum Thema dieser Dissertation behandelt. Es beginnt mit einer Einführung in die Forschungsfelder Informationsvisualisierung und Visuelle Analytik. Nachfolgend wird auf die Grundlagen der Forschungsgebiete *Natural Language Processing* und *Digital Humanities* eingegangen. Dabei werden hauptsächlich spezifische Techniken beider Forschungsbereiche vorgestellt, die in den nachfolgenden Kapiteln angewandt werden. Des Weiteren wird ein Modell eingeführt, welches die Vorgehensweisen der drei genannten Forschungsgebiete vereint. Anhand eines entwickelten Visualisierungswerkzeugs wird die Vorgehensweise und dabei der Nutzen dieser Kombination veranschaulicht. Abschließend wird eine methodische Herangehensweise für die Untersuchung narrativer Texte präsentiert, welche in vielen der nachfolgenden Werkzeugen unterstützt wird.

### 2.1 Grundlagen und Ziele der Visualisierungsforschung

Die Geschichte der Visualisierung geht weit zurück und hat insbesondere in den letzten Jahrzehnten enorme Fortschritte gemacht. Bereits vor mehr als 100 Jahren zeigte Charles Joseph Minard, ein französischer Ingenieur, wie in einer grafischen Darstellung des Russlandfeldzuges von Napoleon (1812-1813) mehrere unterschiedliche Variablen wie die Größe der Armee,

Wettereinflüsse oder geografische und zeitliche Verhältnisse dargestellt werden können [Däßler, 1999]. Heutzutage können große Datenmengen mit computergestützten Methoden automatisch aufbereitet und aussagekräftige visuelle Repräsentationen erzeugt werden, die beispielsweise verschiedene Aspekte und Beziehungen hervorheben können. Mit dieser Herausforderung beschäftigt sich das Forschungsfeld Informationsvisualisierung, welches erstmals in den Achtzigerjahren Erwähnung fand [Robertson et al., 1989; Tufte, 1986]. Wird Informationsvisualisierung mit automatischen Analyseverfahren kombiniert, fällt diese Kombination in den Forschungsbereich Visuelle Analytik. Da diese Forschungsfelder eine wichtige Grundlage für die vorliegende Arbeit bieten, werden nachfolgend beide genauer erläutert.

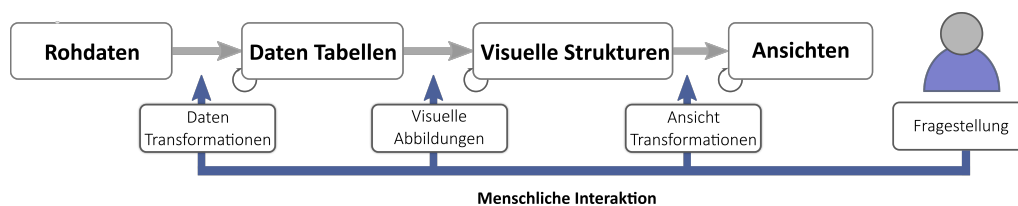
### 2.1.1 Informationsvisualisierung

Das Forschungsfeld Informationsvisualisierung (*InfoVis*) beschäftigt sich mit der visuellen Darstellung von sehr großen Informationsmengen, um den kognitiven Zugang zu erleichtern. Das Ziel ist es, abstrakte Daten wie beispielsweise soziale Netzwerkdaten mit geeigneten Visualisierungen abzubilden, um den Anwender\*innen Einsichten in die Daten auf eine effiziente und effektive Weise zu gewähren [Fekete et al., 2008]. Dabei verwendet *InfoVis* computergestützte Methoden, um die Informationen aufzubereiten und diese durch interaktive visuellen Repräsentationen untersuchen zu können. Diese können die Anwender\*innen zum einen unterstützen, interessante Muster in den Daten zu finden und zu verstehen. Zum anderen können die Darstellungen dazu dienen, erlangte Erkenntnisse in einer übersichtlichen und einfach zu verstehenden Weise zu kommunizieren.

Card et al. [1999] haben *InfoVis* als “The use of computer-supported, interactive, visual representations of abstract data to amplify cognition (Die Verwendung computergestützter, interaktiver visueller Abstraktionen zur Darstellung und Verbesserung der Wahrnehmung von abstrakten Daten)” definiert. Deren *InfoVis* Referenzmodell (Abbildung 2.1) stellt den zugrunde liegenden Prozess der Datentransformation bis hin zur visuellen Darstellung und interaktiven Analyse dar. Das Modell besteht aus vier Schritten und beginnt mit der Aufbereitung der Rohdaten, welche im Rahmen dieser Arbeit hauptsächlich narrative Texte oder Skripte bzw. Untertitel von Verfilmungen dieser Werke sind. In diesem Schritt können beispielsweise annotierte Begriffe oder Themen, die ein Kapitel beschreiben, in Tabellen gespeichert werden. Die resultierenden Tabellen würden die Begriffe als Datenelemente speichern, einschließlich ihrer Anzahl an Erwähnungen im Textdokument. Im nächsten Schritt werden die gespeicherten Datenelemente in visuelle

Variablen bzw. Repräsentationen umgewandelt. Beispielsweise könnten die Begriffe als *Word Cloud*-Visualisierung dargestellt werden, welche eine verständliche und anschauliche Zusammenfassung des Textabschnitts bietet. Dabei kann die Anzahl der Erwähnungen der Begriffe auf die Position oder auf deren Schriftgröße in der *Word Cloud*-Visualisierung abgebildet werden. Diese resultierenden visuellen Strukturen können anschließend zu grafischen Primitiven transformiert werden und bieten somit die finale Darstellung für die Anwender\*innen.

Des Weiteren unterstützt das Referenzmodell Interaktionsmöglichkeiten, welche es ermöglichen, die verschiedenen Transformationsschritte zu beeinflussen. Dies ist für die Datenexploration und das analytische Denken von entscheidender Bedeutung. Beispielsweise könnten Anwender\*innen Datenfilterungs- oder Datenaggregationsfunktionen ausführen, die sich direkt auf die Datentabellen auswirken, zwischen unterschiedlichen visuellen Abbildungen wechseln oder Interaktionen wie Zoomen in der Visualisierung anwenden.



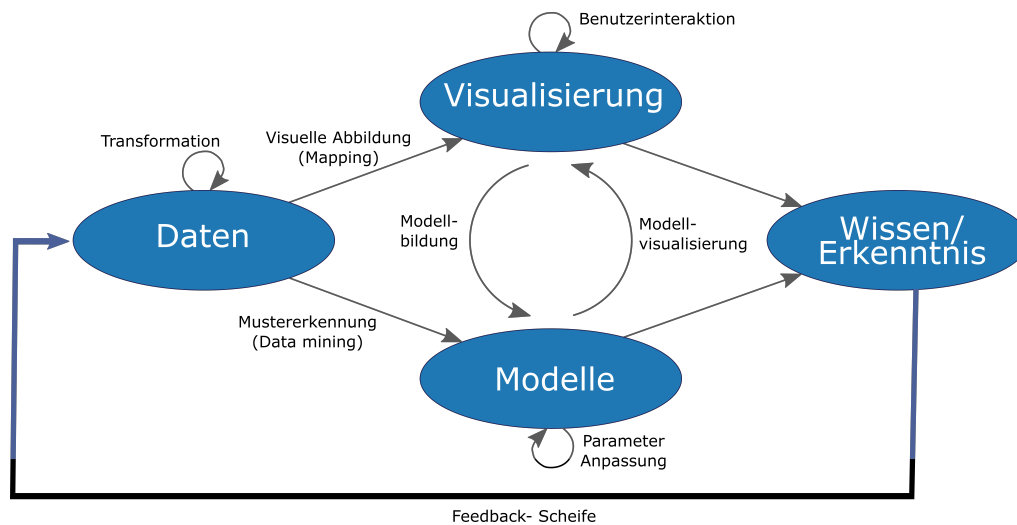
**Abbildung 2.1** — Informationsvisualisierung Referenzmodell nach Card et al. [1999].

### 2.1.2 Visuelle Analytik

Visuelle Analytik (VA) ist eine junge Forschungsdisziplin, die sich aus der *InfoVis* heraus entwickelt hat und erstmals von Wong and Thomas [2004] thematisiert wurde. Kurz darauf veröffentlichten Thomas and Cook [2005] das Buch “*Illuminating the Path*”, welches VA als Forschungsfeld beschreibt, das zukünftige terroristische Bedrohungen durch die interaktive Analyse von großen Datenmengen verhindern soll. Jedoch war es schnell offensichtlich, dass die beschriebenen Konzepte und die wissenschaftlichen Herausforderungen für viele weitere Anwendungsgebiete wie beispielsweise das Gesundheitswesen, die Landwirtschaft oder des Verkehrswesens von Vorteil sein können [Thomas and Kielman, 2009]. VA kombiniert automatische Datenanalyseverfahren mit der menschlichen Fähigkeit, Muster oder Trends visuell zu erfassen [Ware, 2012]. Durch geeignete visuelle Darstellungen und Interaktionsmöglichkeiten können große Datenmengen iterativ exploriert

werden, um neue Erkenntnisse zu erlangen. Eine iterative Analyse ist in vielen Fällen erforderlich, da analytische Ziele und Aufgaben entweder zu komplex sind oder nicht eindeutig spezifiziert werden können. In diesen Situationen führen weder vollautomatische Analyseverfahren noch menschliche Analysen zu zufriedenstellenden Ergebnissen in einer angemessenen Analysezeit [Koch, 2012]. VA konzentriert sich auf die Verknüpfung von automatischen Datenanalyseverfahren mit der menschliche Herangehens- bzw. Denkweise, um komplexe Aufgabenstellungen in einer iterativen Vorgehensweise zu lösen.

Keim et al. [2008] präsentierten 2008 ein Referenzmodell (Abbildung 2.2), das den explorativen VA-Ansatz beschreibt. Das Modell beginnt ebenfalls mit den Rohdaten, die mit *Data Mining*-Algorithmen [Fayyad et al., 1996] verarbeitet werden, um Muster zu erkennen oder qualitative Informationen aus den Daten abzuleiten. Da sich diese Dissertation hauptsächlich mit der Untersuchung von narrativen Texten beschäftigt, sind dies in diesem Kontext computerlinguistische Verfahren (Kapitel 2.2). Die aufbereiteten Daten werden anschließend über ein Modell in Form einer interaktiven Visualisierung bereitgestellt. Die Daten können jedoch auch ohne automatische Vorverarbeitungsschritte direkt visuell abgebildet werden.



**Abbildung 2.2** — Referenzmodell Visuelle Analytik nach Keim et al. [2008].

Die Visualisierung ermöglicht es, die Daten und das Modell zu explorieren und anhand von Feedback-Schleifen iterativ anzupassen. Dadurch können die Anwender\*innen zum einen die Informationen besser verstehen und zum anderen durch einen sogenannten *Sensemaking*-Prozess Wissen und Erkenntnisse ableiten [North, 2006]. Ein sehr bekanntes Modell, das solch

einen *Sensemaking*-Prozess beschreibt, wurde von Pirolli and Card [2005] vorgestellt, welches aus einer *Foraging*- und einer nachfolgenden *Sensemaking*-Schleife besteht. In der *Foraging*-Schleife werden unterschiedliche Phasen beschrieben, die sich vor allem auf die Identifizierung und Zusammenstellung der relevanten Daten konzentrieren, während sich die Phasen in der *Sensemaking*-Schleife mit der Exploration der Daten beschäftigen, um Hypothesen zu generieren und zu bestätigen.

Nachfolgend wird in dieser Arbeit das *InfoVis*-Referenzmodell (Abbildung 2.1) als Grundlage für die schematische Darstellung der vorgestellten Ansätze verwendet, da sich das Modell nach Card et al. [1999] für Textanalyseaufgaben leicht anpassen lässt. Durch die Erweiterungen lassen sich das angepasste *InfoVis*- und das *VA*-Referenzmodell nach Keim et al. [2008] gegenseitig abbilden.

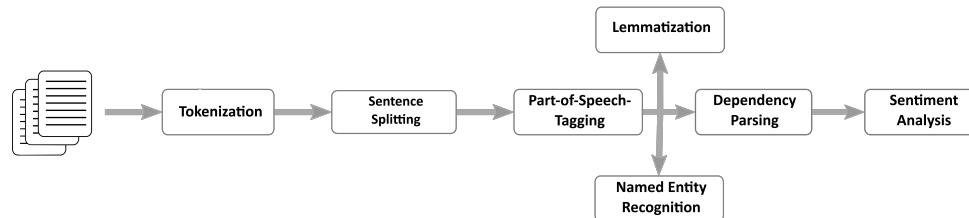
## 2.2 Natural Language Processing

Da sich diese Dissertation hauptsächlich mit der visuellen Untersuchung von narrativen Texten beschäftigt, sind *Natural Language Processing (NLP)*-Methoden die erste Wahl für die automatische Vorverarbeitung der Textdokumente. In den letzten Jahren haben sich die *NLP*-Techniken enorm weiterentwickelt, sodass diese sehr ausgereift sind und gute Ergebnisse erzielen. Die Methoden basieren normalerweise auf statistischen Ansätzen oder maschinellem Lernen und sind auf modernen Texten wie Zeitungen oder Zeitschriftenartikeln trainiert und optimiert. Durch automatische *NLP*-Methoden können die Textdokumente vorverarbeitet und wertvolle Informationen aus diesen abgeleitet werden. Im Folgenden werden die *NLP*-Verfahren vorgestellt, die in den nachfolgenden interaktiven Visualisierungswerkzeugen integriert sind.

### 2.2.1 NLP-Pipeline

Für die Extraktion textueller Informationen werden die Textdokumente in einer *NLP*-Pipeline verarbeitet [StanfordCore NLP Pipeline]. Eine *NLP*-Pipeline besteht aus Datenvorverarbeitungs- und automatischen Annotationsschritten, die nacheinander ausgeführt werden und in vielen Fällen aufeinander aufbauen. Jeder Verarbeitungsschritt liest somit das Ergebnis eines oder mehrerer vorheriger Schritte aus, um anschließend seine Analyse durchzuführen. In der Regel speichern die Schritte ihre Analyse separat, sodass die Ergebnisse kumulativ sind und nicht überschrieben werden. Eine

beispielhafte *NLP*-Pipeline, die die Vorverarbeitungsschritte der nachfolgenden Werkzeuge abdeckt, ist in Abbildung 2.3 dargestellt.



**Abbildung 2.3** — Natural Language Processing-Pipeline, die aus mehreren Verarbeitungsschritten besteht.

Diese Pipeline umfasst folgende *NLP*-Verarbeitungsschritte:

**Tokenization** segmentiert die geladenen Texte in lexikalische Einheiten bzw. Tokens. Normalerweise basiert *Tokenization* auf einer *White Space*-Zerlegung, sodass der Text bei Leer- und Interpunktionszeichen getrennt wird. Es gibt jedoch Herausforderungen wie Eigennamen (z.B. New York) oder Währungsangaben, die Interpunktionszeichen enthalten. Solche Fälle können beispielsweise durch reguläre Ausdrücke oder maschinelles Lernen gelöst werden.

**Sentence Splitting** basiert auf dem Verarbeitungsschritt *Tokenization* und identifiziert die Satzgrenzen in den Textdokumenten. Dabei gibt es unterschiedliche Herangehensweisen wie statistische Inferenz oder reguläre Ausdrücke.

**Part-of-Speech-Tagging** (*POS-Tagging*) weist jedem erkannten Token eine Wortart wie beispielsweise ein Nomen, Verb oder Adjektiv zu. Die verschiedenen Zuweisungen basieren auf vordefinierten *Tagsets*, wobei in dieser Dissertation das *Penn Treebank-Tag-Set* [Marcus et al., 1993] verwendet wird. Die verwendeten *POS-Tagging*-Ansätze unterscheiden sich hauptsächlich in regelbasierte Methoden [Brill, 1992], neuronale Netze [Perez-Ortiz and Forcada, 2001] oder stochastische Verfahren wie beispielsweise *Hidden Markov*- oder *Maximum Entropy Markov*-Modelle [Jurafsky and Martin, 2009].

**Lemmatization** hat zum Ziel, Flexionsformen und derivativ verwandte Formen eines Wortes auf eine gemeinsame Grundform zu reduzieren, sogenannte Lemmata. Zum Beispiel können die Verben “gelaufen” und “läuft” zur Grundform “laufen” transformiert werden. Für eine *Lemmatization*-Analyse werden beispielsweise Wörterbücher verwendet oder eine Morphologieanalyse angewandt.

**Named Entity Recognition (NER)** extrahiert Entitäten anhand trainierter Modelle aus Textdokumenten. Entitäten sind vordefinierte Kategorien wie Personennamen, Organisationen oder Standorte. Es gibt viele unterschiedliche *NER*-Klassifizierungsansätze, wobei *Conditional Random Fields* [Manning et al., 2014] eine sehr verbreitete und häufig verwendete Technik ist.

**Dependency Parsing** analysiert die grammatikalische Struktur eines Satzes und stellt Beziehungen zwischen Wörtern bzw. Phrasen dar. Die am weitesten verbreitete Darstellungsform solch einer syntaktischen Struktur ist ein Syntaxbaum. Diese Darstellungsstruktur eignet sich für verschiedene Anwendungen wie die Grammatikprüfung oder kann als Grundlage für eine semantische Untersuchung dienen.

**Sentiment Analysis** wird in zwei nachfolgenden Werkzeugen verwendet. Beide Analysemethoden basieren auf dem Konzept der semantischen *Frames* [Fillmore, 1982]. Semantische *Frames* beschreiben stereotypische Situationen anhand einer einheitlichen Repräsentation. Dabei bestehen semantische *Frames* aus verschiedenen *Frame*-Elementen, die Objekte oder Personen sowie die Handlung zwischen diesen repräsentieren. Beispielsweise beschreibt das semantische *Frame* “kommerzielle Transaktion” Situationen mit den *Frame*-Elementen Käufer, Verkäufer, Geld und Waren, wobei der Verkäufer und der Käufer Geld und Waren tauschen. Heutzutage gibt Lexika für semantische *Frames*, welches genaue Beschreibungen für jedes *Frame* und seine möglichen Elemente enthalten [Ruppenhofer et al., 2006]. Basierend auf diesen Lexika wurden *Frame*-Parser entwickelt, die stereotypischen Situationen in Texten automatisch identifizieren. In dieser Arbeit wird der *Semantic Analyzer of Frame Representations* (SEMAFOR)-Parser [Das et al., 2014] verwendet.

### 2.2.2 Vector Space-Modell und Gewichtungsschemata

Eine populäre abstrakte Repräsentationsform, die häufig für digitale Texte verwendet wird, ist das *Vector Space*-Modell (*VSM*). In dem *VSM* werden die Textdokumente als  $m$ -dimensionale Vektoren dargestellt, wobei jede Dimension einem bestimmten Term genauer gesagt Lemma entspricht und  $m$  die Anzahl der Erwähnungen der Terme in der Dokumentensammlung ist. Ein Vorteil dieser Repräsentationsform ist, dass die Vektoren von computer-gestützten Verfahren direkt weiterverarbeitet werden können. Beispielsweise können paarweise Dokumentabstände basierend auf der euklidischen Distanz oder der Kosinusähnlichkeit zwischen Dokumentvektoren berechnet werden.

In den letzten Jahren wurden verschiedene etablierte Gewichtungsschemata eingeführt, um Dokumente und die zugehörigen Terme zu gewichten. Im Folgenden werden drei Gewichtungsschemata erläutert, die in dieser Arbeit verwendet werden.

Das Gewichtungsschema **Boolean** gibt entweder wahr oder falsch an. Dadurch wird berücksichtigt, ob ein Term im Textdokument erwähnt wird.

**Term Frequency** (*TF*) ist eine Möglichkeit, die Anzahl der Erwähnungen mit in die Gewichtung aufzunehmen. Dabei werden die Nennungen der Terme in den Textdokumenten gezählt und danach gewichtet.

Das Schema **Term Frequency–Inverse Document Frequency** (*TF-IDF*) kann bei der Analyse von mehreren Texten sehr hilfreich sein. Bei diesem Gewichtungsschema werden Terme, die häufig im gesamten Korpus erwähnt werden, in allen Dokumenten niedrig und Begriffe, die nur in einzelnen Textdokumenten oft genannt werden, höher gewichtet. Durch diese Gewichtung können Terme identifiziert werden, welche einzelne Textdokumente charakterisieren können.

## 2.3 Digital Humanities

Das Interesse an den *Digital Humanities* (*DH*) hat in den letzten Jahren durch die gestiegene Verfügbarkeit digitaler Daten stark zugenommen. Dabei handelt es sich um ein Gebiet, welches geisteswissenschaftliche Vorgehensweisen mit computergestützten Methoden kombiniert. Digitale Werkzeuge ermöglichen es, Fragestellungen zu untersuchen, die mit bisherigen Herangehensweisen nicht oder nur sehr aufwendig erforschbar sind, insbesondere in Bezug auf die Analyse großer Datenmengen. Darüber hinaus können Forschungsergebnisse überprüft und mit verschiedenen digitalen Sichtweisen neu erschlossen werden. Die Aufgabengebiete sind dabei vielfältig und umfassen die Digitalisierung geisteswissenschaftlicher Daten, die Erstellung digitaler Editionen oder wie in dieser Dissertation quantitative und explorative Analysen mithilfe interaktiver Visualisierung.

Die Geschichte der *DH* geht weit zurück in die 1940-iger Jahre, als der italienische Jesuitenpater Roberto Busa die Werke von Thomas von Aquin indexieren wollte [Jannidis et al., 2017]. Roberto Busa musste jedoch schnell feststellen, dass eine manuelle Indexierung mit Karteikarten viel zu zeitaufwendig wäre. Aus diesem Grund suchte er nach Unterstützung und 1949 gelang es ihm, Thomas J. Watson, den Gründer von IBM, zu überzeugen, ein gemeinsames Vorhaben zu beginnen. Aus diesem Projekt entstand der Index Thomisticus [Thomisticus]. Über ein Internetportal kann heutzuta-



ge noch auf die vollständige Ausgabe der Werke des Thomas von Aquin zugegriffen werden. Die Internetseite bietet verschiedene Suchfunktionen, um Wörter, Sätze, Zitationen oder Querverbindungen in den Werken zu finden, sowie statische Methoden, die beispielsweise ähnliche Textpassagen vorschlagen.

Im Folgenden werden zwei *DH*-Projekte vorgestellt, in denen die Ideen und Konzepte für die nachfolgenden visuellen Textanalysewerkzeuge entstanden sind. Daraufhin werden die *Close* und *Distant* oder *Scalable Reading*-Methoden erläutert, da diese eine zentrale Rolle in den Analysetechniken einnehmen.

### 2.3.1 Digital Humanities-Projekte

Die beiden DH-Projekte *ePoetics* [ePoetics] und *CRETA* [CRETA] befassen sich damit, geisteswissenschaftliche Fragestellungen mithilfe automatischer *NLP*-Verfahren und interaktiver Visualisierungswerkzeuge zu untersuchen.

#### ePoetics

Das *ePoetics*-Projekt entstand in einer Kooperation zwischen der Universität Stuttgart und der technischen Universität Darmstadt und umfasste die Fachgebiete der Literaturwissenschaft, Computerlinguistik und Visualisierung. Ziel des Forschungsprojekts war es zu zeigen, wie sich hermeneutische und computergestützte Methoden im Sinne eines *Algorithmic Criticism* [Ramsay, 2011] wechselseitig anregen. Der *Algorithmic Criticism* ist explizit nicht darauf ausgerichtet, lediglich hermeneutische Hypothesen mit algorithmischen Verfahren zu überprüfen, sondern darauf, durch den iterativen Einsatz beider Methoden verschiedene Perspektiven auf die Texte zu ermöglichen und diese miteinander abgleichen zu können. Darüber hinaus ist ein wesentlicher Aspekt dieses Forschungsparadigmas, die automatischen Verfahren und Analyseschritte transparent oder vielmehr nachvollziehbar und nachnutzbar zu machen. Im Mittelpunkt des Projekts stand die Digitalisierung, Annotation und visuelle Analyse eines für die Literaturwissenschaften zentralen Textkorpus: Poetiken und Ästhetiken von 1770 bis 1960 [Richter, 2010]. Die Poetiken diskutieren die Geschichte, Ästhetik und Kritik literarischer Texte und können als Bausteine der modernen Literaturwissenschaft angesehen werden.

Das zu untersuchende Korpus umfasst nur 20 Poetiken, jedoch variieren die literaturwissenschaftlichen Anforderungen und Analyseaufgaben sehr

stark. Diese unterscheiden sich vor allem in der Komplexität des Informationsbedarfs und der Untersuchungsziele, aber auch in Bezug auf verschiedene Abstraktionsebenen für betrachtete Textmerkmale oder beschriebene Konzepte. Außerdem variiert der Detaillierungsgrad, der in den einzelnen Kontexten benötigt wird, um diese Merkmale zu untersuchen bzw. neue Forschungserkenntnisse zu erhalten. Beispielhafte literaturwissenschaftliche Fragestellungen sind, wie der Autor oder die Autorin einer Poetik die vorkommenden Dichter beschreibt oder unterschiedliche Facetten der Dichter diskutiert.

### Centrum für reflektierte Textanalyse

Das zweite *DH*-Projekt Centrum für reflektierte Textanalyse (CRETA) umfasst die informatischen Disziplinen der Computerlinguistik und Visualisierung sowie die geisteswissenschaftlichen Bereiche der Literatur-, Sprach-, Geschichts- und Sozialwissenschaft. Das Projekt konzentriert sich auf die Entwicklung technischer Verfahren und allgemeiner Vorgehensweisen zur Textanalyse im Forschungsbereich der *DH*. Dabei sollen die Methoden und Analyseschritte ebenfalls transparent oder vielmehr nachvollziehbar und wieder verwendbar entwickelt werden. Die im Kontext des Projekts entstandenen Visualisierungswerkzeuge beschäftigen sich hauptsächlich mit der Untersuchung von Entitäten und deren Beziehungen. Die teilnehmenden Geisteswissenschaftler\*innen verwenden Annotationssysteme, um auftretende Entitäten zu annotieren, während die Computerlinguistik den Annotationsprozess mit automatischen Methoden unterstützt. Dadurch können die Visualisierungstechniken anhand von manuell und automatisch erzeugten Annotationen entwickelt werden. Die technischen Verfahren erreichen zwar nicht eine perfekte Genauigkeit, aber ermöglichen es, die Analyse eines literarischen Textes voranzutreiben und einen ersten Überblick der vorkommenden Entitäten zu verschaffen. Das *CRETA*-Projekt behandelt vor allem narrative Texte, die aus mehreren Teilen oder verschiedenen Versionen bestehen. Beispiele sind “Die Leiden des jungen Werthers” von J. W. von Goethe [von Goethe, 1774] oder “Parzival” von W. von Eschenbach [von Eschenbach, 2003]. Die Geisteswissenschaftler\*innen sind daran interessiert, die Hauptfiguren und deren Eigenschaften zu charakterisieren und die vorkommenden Figurennetzwerke der verschiedenen Versionen oder Teile miteinander zu vergleichen.

### 2.3.2 Close und Distant Reading

In diesem Abschnitt werden die zwei Konzepte *Close* und *Distant* bzw. *Scalable Reading* erläutert, welche für die nachfolgenden Visualisierungswerkzeuge eine wesentliche Grundlage darstellen. Beide Konzepte haben sich aus der Literaturwissenschaft heraus entwickelt und sind eng miteinander verknüpft.

**Close Reading** kann als traditionelle Methode angesehen werden, die Mitte des 20. Jahrhunderts entstanden ist [Hawthorn, 1992]. Bei dieser Technik handelt es sich um eine detaillierte Analyse und sorgfältige Interpretation des zugrunde liegenden Textes. Dabei stehen beispielsweise verwendete Phrasen, Textstile, Argumentationsmuster oder Personen und deren Entwicklung im Vordergrund [Jänicke et al., 2015a]. Durch die zunehmende Digitalisierung von literarischen Werken und Webportalen eröffnen sich neue Möglichkeiten, diese genannten Textmerkmale mit computergestützten Verfahren zu untersuchen.

**Distant oder Scalable Reading**-Methoden sind eine moderne Vorgehensweise, die die Textanalyse unterstützen und von Franco Moretti [Moretti, 2005] zu Beginn des 21. Jahrhunderts eingeführt wurden. In den letzten Jahren sind verschiedene Ansätze entstanden, die Textdokumente auf einer abstrakten Ebene visuell zusammenfassen. Beispielsweise sind dies *Word Clouds*, die eine Übersicht der prominent vorkommenden Themen eines Textes repräsentieren [Heimerl et al., 2014; Collins et al., 2009] oder geografische Kartenvisualisierungen zur Darstellung historischer Ereignisse [Jänicke et al., 2012; John et al., 2019d]. Die visuellen Abstraktionen können nützliche Informationen bereitstellen, um komplexe Zusammenhänge zu erforschen sowie neue Forschungsideen zu entwickeln, ohne die zugehörigen Texte im Detail zu untersuchen. Die in den nachfolgenden Kapiteln beschriebenen Analysetechniken verknüpfen *Close*- und *Distant Reading*-Methoden, in dem die Anwender\*innen von den Visualisierungen auf die Textpassagen zugreifen können.

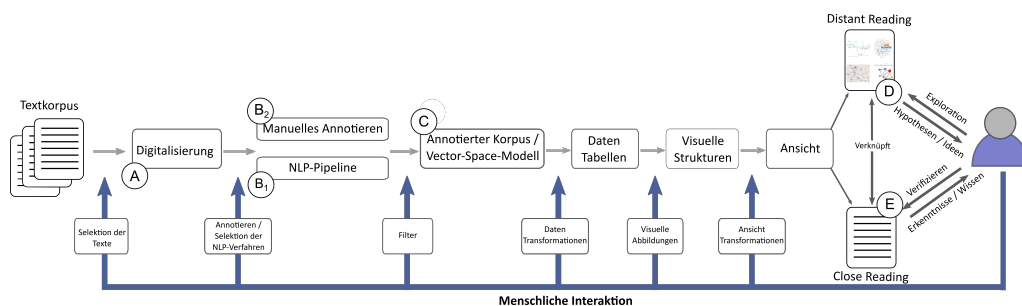
## 2.4 Visuelle Textanalyse in den Digital Humanities

In diesem Kapitel wird ein Modell eingeführt, welches die Eigenschaften und die Stärken der oben beschriebenen Fachgebiete miteinander verknüpft. Visuelle Textanalyseansätze kombinieren normalerweise *NLP*-Verfahren und interaktive Visualisierungen, welche das Erforschen von relevanten Textin-

halten unterstützen. Bei textuellen Daten handelt es sich um unstrukturierte und ambige Daten und daher liegen die Herausforderungen in der Erfassung semantischer Informationen [Rohrdantz et al., 2010]. Viele Textverarbeitungsschritte können heutzutage mit *NLP*-Verfahren effizient gelöst werden. Diese Verfahren können jedoch an ihre Grenzen stoßen, wenn es sich wie im Kontext der *DH* um sehr abstrakte Fragestellungen handelt, Expertenwissen vorausgesetzt ist oder die *NLP*-Verfahren nicht auf die vorliegenden Textarten trainiert sind und somit keine zufriedenstellenden Ergebnisse erreichen. In diesen Fällen kann interaktive Visualisierung die Anwender\*innen unterstützen, die ausgezeichneten Textmerkmale in einer Überblicksdarstellung und durch geeignete Interaktionsmöglichkeiten zu erforschen. Während der interaktiven Untersuchung können Hypothesen und Ideen generiert, fehlerhafte Zuweisungen identifiziert oder das Verständnis zu Fragestellungen gefördert werden [Rohrdantz et al., 2010].

In Abbildung 2.4 wird ein Modell eingeführt, das die visuelle Textanalyse in den *DH* repräsentiert. Dieses Modell verknüpft dabei die *NLP*- und *InfoVis*-Pipeline sowie die geisteswissenschaftlichen Analyseschritte *Close* und *Distant Reading*. Des Weiteren wurden die Interaktionen der Feedback-Schleife angepasst und geisteswissenschaftliche Vorverarbeitungsschritte wie beispielsweise manuelles Annotieren hinzugefügt.

Nachfolgend wird ein entwickeltes Textanalysewerkzeug vorgestellt, das im Kontext des *ePoetics*-Projekt entstanden ist und die einzelnen Modellphasen beispielhaft darstellt. Da die *InfoVis-Pipeline* schon ausführlich mit Beispielen erläutert wurde (Kapitel 2.1.1), wird hauptsächlich auf die neu hinzugekommenen Analyseschritte eingegangen.



**Abbildung 2.4** — Modelldarstellung für die visuelle Textanalyse in den Digital Humanities.

### 2.4.1 Beispiel: TextComparator

Dieses Kapitel enthält veröffentlichtes Material aus den folgenden Publikationen:

M. John, F. Heimerl, A. Müller, and S. Koch. A visual focus+context approach for text comparison tasks. In *Visualization as Added Value in the Development, Use and Evaluation of Language Resources (VisLR)*, pages 29–32. European Language Resources Association, 2014

M. John, M. Bender, S. Alscher, A. Müller, S. Koch, J. Kuhn, S. Richter, A. Rapp, and T. Ertl. Korpuserschließung und Visualisierung deutschsprachiger Poetiken. In *Digital Humanities - Perspektiven der Praxis*, pages 100–116. Frank & Timme, 2018a

A. Müller, M. John, S. Koch, T. Ertl, and J. Kuhn. Erkennung und Visualisierung attribuerter Phrasen in Poetiken. In *Conference on Digital Humanities in deutschsprachigen Raum (DHd)*, pages 166–171. Alliance of Digital Humanities Organizations, 2015

In diesem Beispiel wird der *TextComparator* präsentiert, welcher eine vergleichende Analyse von handelnden Personen und diskutierte Themen in Textdokumenten ermöglicht. Im Folgenden werden die verwendeten *NLP*-Methoden, der visuelle Analyseansatz und die Vorgehensweise der Geisteswissenschaftler\*innen mithilfe des zuvor eingeführten Modells (Abbildung 2.4) vorgestellt.

#### Textvorverarbeitung und Auszeichnung der Textmerkmale

Nachdem die beteiligten Literaturwissenschaftler\*innen des *ePoetics*-Projekts 20 repräsentative Poetiken aus einer Bibliografie von über 100 Werke für die Untersuchung moderner Literatur ausgewählt hatten, wurden diese als Digitalisate erfasst (Abbildung 2.4 ①). Die Digitalisate wurden anschließend durch das *Double Keying*-Verfahren [Jannidis et al., 2017] transkribiert und in *Text Encoding Initiative (TEI)* konforme digitale Texte transformiert.

Basierend auf den digitalen Texten wurden Textmerkmale annotiert, die für die Forschungsfragen der Literaturwissenschaftler\*innen interessant sind. Im *ePoetics*-Projekt handelt es sich bei den Annotationen beispielsweise um bestimmte Dichter, Werke oder Zitate. Im Kontext dieser Dissertation bzw.

der beiden *DH*-Projekte (Kapitel 2.3.1) werden die Textmerkmale entweder von den Literaturwissenschaftler\*innen oder von computergestützten Verfahren ausgezeichnet.

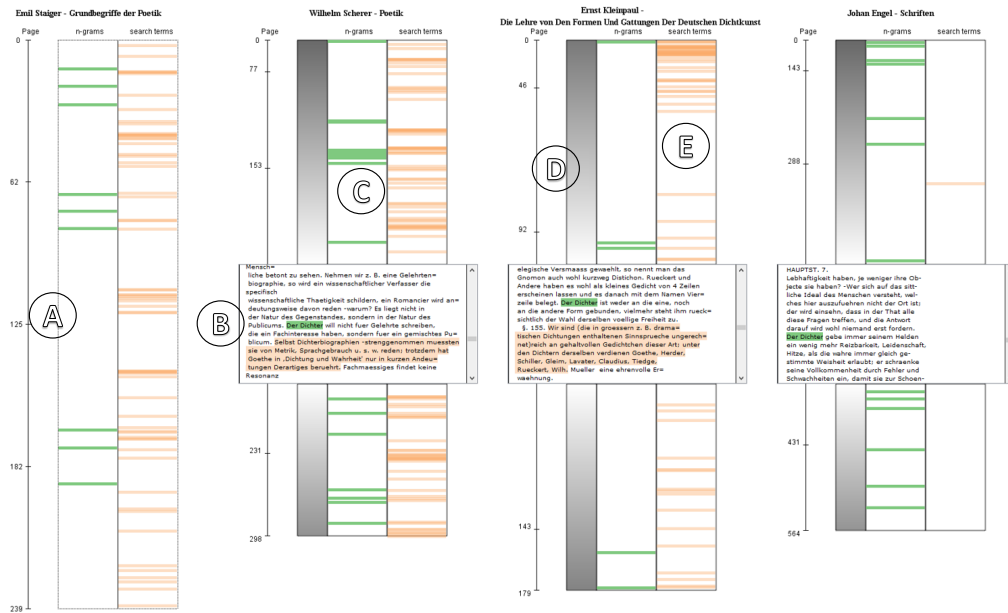
Für die automatischen Auszeichnungen der Textmerkmale sind moderne *NLP*-Pipelines integriert (Abbildung 2.4 (B<sub>1</sub>)). In diesem Fall wird die *OpenNLP*-Bibliothek [Apache OpenNLP, 2004] verwendet, um die *NLP*-Verarbeitungsschritte *Tokenization*, *Sentence Splitting* und *NER* durchzuführen. Des Weiteren wird im Rahmen dieser Arbeit ein entwickeltes *NLP*-Verfahren [Müller et al., 2015] der beteiligten Computerlinguisten eingesetzt, um Nominalphrasen zu detektieren, die Dichter und zugeordnete Themen wie beispielsweise ‘Schillers Poesie’ oder ‘Klopstocks Messias’ enthalten. Außerdem werden *N-Gramme*, die zwei bis vier Token lang sind und die in mehr als einem der Textdokumente vorkommen, extrahiert. *N-Gramme* sind aufeinanderfolgende Tokens wie beispielsweise das 3-Gramm ‘Goethe und Schiller’. Abschließend werden die *N-Gramme* herausgefiltert, die Stoppwörter, Satzzeichen oder keine Entitäten enthalten.

Für die manuellen Annotationen wurden in den zwei *DH*-Projekten Annotationsschemas entwickelt, die sich je nach Projekt und Text unterscheiden können (Abbildung 2.4 (B<sub>2</sub>)). Im *ePoetics*-Projekt haben die Literaturwissenschaftler\*innen mit den Systemen *GATE* [GATE ANNIE, 2000] und *TUSTEP* [Jannidis et al., 2017] die verschiedenen Textmerkmale annotiert, während im *CRETA*-Projekt das von den beteiligten Computerlinguisten entwickelte *CRETAnno*-System [Kuhn et al., 2020] verwendet wurde. Abschließend werden die ausgezeichneten Annotationen in ein *VSM* überführt (Abbildung 2.4 (C)), sodass die darauf aufbauende *InfoVis*-Pipeline auf die Daten zugreifen kann.

### Interaktive Analyse der Textmerkmale

Basierend auf den Textvorverarbeitungsschritten und den ausgezeichneten Textmerkmalen ermöglicht der *TextComparator* die Exploration und den visuellen Vergleich dieser Informationen. In Abbildung 2.5 ist der Hauptarbeitsbereich des *TextComparator* mit vier ausgewählten Poetiken dargestellt.

Die Poetiken werden zunächst im ‘Übersichtsmodus’ durch zwei Bänder und einer Seitenangabe dargestellt. Das linke Band repräsentiert die Erwähnungen ausgewählter Annotationen mit grünen Balken, während das rechte Band Suchergebnisse mit orange farbigen Balken darstellt (Abbildung 2.5 (C)). Diese visuelle Abstraktion dient als *Distant Reading*-Methode und ermöglicht einen vergleichenden Überblick über die Erwähnungen von



**Abbildung 2.5** — Der Hauptarbeitsbereich des *TextComparator* mit vier ausgewählten Poetiken. (A) Die linke Poetik befindet sich im Übersichtsmodus, (B) während die drei weiteren Poetiken in der Detailansicht dargestellt sind. Die Bänder repräsentieren zum einen Erwähnungen von ausgewählten Annotationen (C) und zum anderen Suchabfrageergebnisse (E). Textdokumente, die sich im Detailmodus befinden, haben neben der Textansicht ein zusätzliches Band (D), welches die Textdichte der jeweiligen Seite darstellt.

ausgewählten Annotationen und Suchanfragen (Abbildung 2.4 (D)). Dadurch können die Literaturwissenschaftler\*innen beispielsweise herausfinden, wie häufig bestimmte Werke oder Dichter in den verschiedenen Poetiken genannt werden.

Per Mausklick auf einen Balken kann zur zugehörigen Textpassage der Annotationen oder Suchanfragen in der “Detailansicht” gewechselt werden, siehe Abbildung 2.5 (E). Hierfür werden mittig in den jeweiligen Bänder Textansichten eingeblendet. Die Erwähnungen der Annotationen oder Suchanfragen werden in der zugewiesenen Farbe hervorgehoben. Die Textansichten der Poetiken werden nebeneinander platziert, um eine vergleichende *Close Reading*-Analyse zu unterstützen (Abbildung 2.4 (E)).

In der Detailansicht kann über Bildlaufleisten durch die verschiedenen Textdokumente navigiert werden. Dabei kann der *TextComparator* mit Bewegungen eines elastischen Textbands unter einer Lupe verglichen werden. Annotationen oder Suchanfragen, die durch das Navigieren nicht mehr in der

Textansicht sichtbar sind, werden je nach Richtung ober- oder unterhalb in den Bändern wieder angezeigt. Die Bänder erstrecken sich über den gesamten verfügbaren Platz auf beiden Seiten der Textansicht, wenn das Textvolumen auf der jeweiligen Seite mindestens 50% des gesamten Textvolumens im Textdokument beträgt. Befindet sich weniger als 50% des Textvolumens auf einer Seite, wird diese Seite des Bands proportional zur enthaltenen Textmenge in der Länge reduziert. Bei mehr als 50% bleibt die Länge des Bands auf dieser Seite konstant und das Textvolumen wird zusätzlich durch ein weiteres Band dargestellt, siehe Abbildung 2.5 (D). Dabei repräsentiert eine Farbsättigung von Weiß bis Schwarz die Verteilung des Textvolumens, wobei eine dunkle Farbe ein komprimiertes Textvolumen darstellt. Durch die Verknüpfung der *Distant* und *Close Reading*-Methoden (Abbildung 2.4 (D,E)) erhalten die Anwender\*innen einen Überblick über die ausgewählten Textmerkmale und die Möglichkeit, diese vergleichend zu untersuchen.

Mithilfe des *TextComparator* konnten die verschiedenen Modellphasen von Abbildung 2.4 mit einem projektbezogenen Beispiel dargestellt werden. Die nachfolgenden Visualisierungswerkzeuge basieren ebenfalls auf diesem Modell und verknüpfen somit einen *Close*- und *Distant Reading*-Ansatz. Die *Distant Reading*-Methoden bieten dabei einen Überblick und die Möglichkeit, die ausgezeichneten Informationen zu explorieren. Entstandene Hypothesen und Ideen können dann weiterführend in der verknüpften *Close Reading*-Ansicht untersucht werden. Die während der Untersuchung entstandenen Erkenntnisse können beispielsweise dafür verwendet werden, einzelne Analyseschritte anzupassen oder Forschungsfragen zu beantworten.

## 2.5 Methodische Vorgehensweise für die visuelle Untersuchung narrativer Texte

Nachdem in dem vorherigen Kapitel 2.4 die technische Umsetzung der Visualisierungswerkzeuge sowie die einzelnen Analyseschritte vorgestellt wurden, wird nachfolgend auf die unterstützte methodische Vorgehensweise eingegangen. Für die Untersuchung unterschiedlicher Fragestellungen bieten viele der Werkzeuge (Kapitel 4, 5, 6.2, 6.3, 7.2 und 7.3) eine durchgängige Analysestrategie, siehe Abbildung 2.6. Dabei werden zwei methodische Herangehensweisen während der visuellen Untersuchung (Abbildung 2.6 (C)) den Anwender\*innen zur Verfügung gestellt: 1) Durch integrierte *Drill-Down*- und *Drill-Up*-Funktionalitäten kann auf definierte Textbereiche zugegriffen werden. 2) Je nach Informationsbedarf können verschiedene visuelle Darstel-



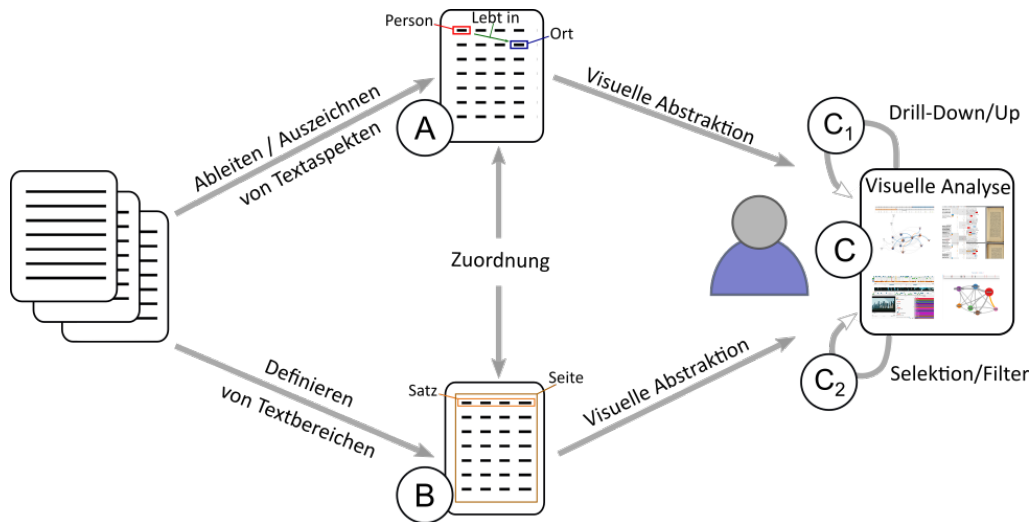
lungen und Textaspekte bzw. Textmerkmale auf den Textebenen ausgewählt werden.

Ausgangspunkt der methodischen Vorgehensweise sind wie in den vorher eingeführten Modellen die Texte. Um gezielt Informationen für Forschungsfragen zur Verfügung zu stellen, werden wie in den Kapiteln 2.2.1 und 2.4 bereits erläutert, Auszeichnungen in den Texten vorgenommen (Abbildung 2.6 (A)). Hierfür werden automatisch abgeleitete Textmerkmale, Auszeichnungen der Forscher\*innen oder eine Kombination dieser beiden verwendet. Mit verschiedenen Fragestellungen variiert nicht nur die Komplexität der benötigten Informationen, sondern auch die der Abstraktionsebenen. Im Rahmen dieser Dissertation handelt es sich bei den Ebenen um definierte Textbereiche. Um bestimmte Kontexte im Detail zu analysieren, sind verschiedene Blickwinkel und Detaillierungsgrade notwendig. Da es sich bei Texten aus Sicht der Informatik um unstrukturierte Daten handelt, ergibt sich die Herausforderung geeignete Textbereiche bzw. Hierarchieebenen für die unterschiedlichen Forschungsziele zu definieren.

Oft ist es möglich, auf Textauszeichnungen wie beispielsweise Kapitel, Untertiteln, Seiten oder Absätze zurückzugreifen, jedoch sind diese in den Textdaten nicht immer explizit enthalten. Selbst wenn diese strukturellen Grenzen verfügbar sind, ist dies mitunter nicht für eine Analyse ausreichend. Es gibt Fälle, da werden textbezogene Anwendungsbereiche benötigt, die beispielsweise auf wechselnde Figurenkonstellationen, Themen oder Handlungssträngen basieren. Um eine flexible Auswahl bereitzustellen, werden neben den vorhandenen Textauszeichnungen auch von den Geisteswissenschaftler\*innen und durch *NLP*-Verfahren definierte Hierarchieebenen in den nachfolgenden Werkzeugen integriert (Abbildung 2.6 (B)). Abschließend werden die Textaspekte den Textbereichen zugeordnet. Dabei können die Aspekte mehreren Ebenen zugewiesen werden.

Für die weiterführende Analyse werden die definierten Textbereiche und die abgeleiteten Textmerkmale in den Analysetechniken abstrahiert (Kapitel 2.4). Da die Textlängen der Hierarchieebenen variieren, werden unterschiedliche visuelle Abstraktionen zur Auswahl angeboten. Beispielsweise bietet sich bei der Visualisierung von Figurenkonstellationen von längeren Textabschnitten eine Matrix- und bei kürzeren eine *Node-Link*-Darstellung an. Bei der visuellen Abstraktion der Ebenen wird darauf geachtet, dass die verschiedenen Textbereiche und deren Übergänge klar dargestellt werden.

Für die visuelle Analyse bzw. methodische Vorgehensweise der Geisteswissenschaftler\*innen werden *Drill-Down*- und *Drill-Up*-Funktionalitäten in den visuellen Techniken unterstützt (Abbildung 2.6 (C<sub>1</sub>)). Da Texte sequenzielle



**Abbildung 2.6** — Schematische methodische Vorgehensweise für die visuelle Untersuchung narrativer Texte.

Datensätze sind und zudem häufig über eine hierarchische Struktur verfügen, kann mithilfe der beiden Funktionen zwischen den Hierarchien navigiert werden. Eine *Drill-Down*-Funktion unterstützt das „Hineinzoomen“ in tiefere Hierarchieebenen, während mit einer *Drill-Up*-Ausführung zu höheren Abstraktionsebenen gelangt werden kann. Dies ermöglicht es, die Analyse je nach Informationsbedarf schrittweise anzupassen. Beispielsweise können Anwender\*innen ihre Untersuchung auf der Kapitelebene beginnen und dann über Unterkapitel, Seiten und Paragraphen zur jeweiligen Textstelle navigieren. Bei der Integration der *Drill-Down*- und *Drill-Up*-Funktionalitäten, wird vor allem darauf geachtet, dass ein fließender und leicht zu verstehender Übergang zwischen den Textebenen unterstützt wird. Dies ist ein wichtiger Aspekt in der unterstützten Herangehensweise, da beispielsweise ein Perspektivenwechsel von einer Überblicksvisualisierung zur Textpassage möglichst gut nachvollziehbar bleiben soll. Ferner werden vergleichende Betrachtungen der definierten Hierarchieebenen und der zugehörigen Textaspekte in den hier vorgestellten Visualisierungsansätzen angestrebt.

Zusätzlich zu den *Drill-Down*- und *Drill-Up*-Funktionalitäten können die Anwender\*innen je nach Forschungsfrage Textmerkmale filtern und visuelle Darstellungen auf den Hierarchieebenen ein- und ausblenden (Abbildung 2.6 (C<sub>2</sub>)). Dies ist notwendig, da der Informationsbedarf der Geisteswissenschaftler\*innen vielfältig ist und sich während einer Untersuchung entwickeln kann [Keim et al., 2010]. Beispielsweise können Anwender\*innen zunächst

eine *Word Cloud* aktivieren, welche einen visuellen Überblick der Themen bietet, und anschließend auf eine *Node-Link*-Darstellung wechseln, um relationale Zusammenhänge zwischen Entitäten zu untersuchen. Des Weiteren sollen die unterschiedlichen Blickwinkel den Anwender\*innen helfen, falsch abgeleitete Textaspekte zu identifizieren, welche anschließend mithilfe von Interaktionsmöglichkeiten in den Werkzeugen angepasst werden können.

Die integrierte methodische Vorgehensweise in den entwickelten Visualisierungswerkzeugen ermöglicht eine flexible und iterative Analyse verschiedener Forschungsfragen auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen. Anwender\*innen können je nach Informationsbedarf auf bestimmte Hierarchieebenen wechseln und ebenenbezogene Textmerkmale und visuelle Abstraktionen auswählen. Dadurch können komplexe Sachverhalte mit unterschiedlichen Blickwinkeln und Detailgraden iterativ untersucht werden. Ferner hat eine durchgängige unterstützte Vorgehensweise den Vorteil, dass sich die Geisteswissenschaftler\*innen einfacher in die implementierten Funktionalitäten einarbeiten und somit ihrem gewohnten Arbeitsablauf nachgehen können.

Nachdem in diesem Kapitel die Grundlagen der Forschungsgebiete und deren Methoden für diese Dissertation vorgestellt wurden, werden im nächsten Kapitel verwandte Arbeiten diskutiert, die für die entwickelten Techniken relevant sind.



## Verwandte Arbeiten

In diesem Kapitel werden die relevanten verwandten Arbeiten diskutiert, die in dieser Dissertation verwendet werden. Im Folgenden werden die Abstraktionsdarstellungen und Konzepte erläutert, die in mehreren neuartigen Werkzeugen integriert sind, während spezifische Ansätze in den jeweiligen Kapiteln eingeführt werden.

### 3.1 Word Clouds

Zuerst wird die *Word Cloud*-Visualisierungsmethode vorgestellt, da viele der entwickelten Techniken diese Darstellungsform integrieren oder auf dieser basieren (Kapitel 5, 6 und 7). Zunächst werden Arbeiten zusammengefasst, die die Wirksamkeit und visuelle Wahrnehmung von *Word Clouds* untersuchen, bevor auf Erweiterungsmöglichkeiten eingegangen wird. Anschließend werden Techniken vorgestellt, die eine vergleichende Analyse von mehreren Textdokumenten unterstützen. In diesem Kontext dieser Methoden werden auch deren Schwächen und Limitierungen thematisiert, welche in Kapitel 7.1 wieder aufgegriffen werden.

#### 3.1.1 Wirksamkeit und Wahrnehmung

In den letzten Jahrzehnten wurden mehrere Versuche unternommen, die Wirksamkeit und Wahrnehmung von *Word Clouds* zu untersuchen [Alexander et al., 2018]. Bateman et al. [2008] stellen beispielsweise Ergebnisse

einer Benutzer\*innenstudie vor, aus der hervorgeht, dass die Schriftgröße und Schriftfarbe in *Word Cloud*-Visualisierungen den größten Einfluss auf die Aufmerksamkeit der Anwender\*innen hat. Darüber hinaus haben sie festgestellt, dass Wörter, die in der Mitte der *Word Cloud* mit einer größeren Schriftgröße platziert sind, die höchste Aufmerksamkeit erhalten. Dies wurde von Lohmann et al. [2009] durch ein *Eye Tracking*-Experiment nochmals bestätigt.

In mehreren Forschungsarbeiten werden *Word Clouds* mit Wortlisten verglichen [Lohmann et al., 2009; Halvey and Keane, 2007; Rivadeneira et al., 2007]. Bei Suchaufgaben nach bestimmten Wörtern hat sich herausgestellt, dass alphabetisch geordnete *Word Clouds* weniger effektiv sind als sortierte Listen mit Begriffen in einheitlicher Schriftgröße. Häufig vorkommende Wörter können jedoch aufgrund ihrer größeren Schriftgröße schneller erkannt werden. Sinclair and Cardew-Hall [2008] haben *Word Clouds* mit Suchschnittstellen verglichen und dabei festgestellt, dass oftmals ein Suchfeld bevorzugt wird, um nach bestimmten Begriffen zu suchen. Für explorative Aufgaben haben die Anwender\*innen jedoch eine *Word Cloud* bevorzugt, da diese einen schnellen und ansprechenden Überblick über ein Textdokument bietet und als Ausgangspunkt für weitere Analysen dienen kann.

Felix et al. [2018] führten eine Reihe von Studien durch, um den visuellen Designraum von *Word Clouds* zu erkunden. Die Studien konzentrieren sich auf das räumliche Layout einer *Word Cloud* und die visuelle Abbildung von Informationen auf einzelne Wörter. Basierend auf den Ergebnissen definieren sie Richtlinien zur Gestaltung von effektiven *Word Clouds*. Darüber hinaus heben sie hervor, dass der Nutzen von *Word Clouds* von der jeweiligen Analyseaufgabe abhängt.

### 3.1.2 Erweiterungen von Word Clouds

Neben den Forschungsansätzen gibt es auch verfügbare Webdienste wie *Wordle* [Wordle, 2014] oder *Tagxedo* [Tagxedo, 2016], mit denen sich ansprechende *Word Clouds* generieren lassen, siehe Abbildung 3.1 (A). Diese Webdienste unterstützen jedoch nur wenige Möglichkeiten, die *Word Cloud*, für die Bedürfnisse der Anwender\*innen anzupassen. In den letzten Jahren sind verschiedene Erweiterungen vorgestellt worden, die *Word Clouds* zu wertvollen Analysetechniken machen.

Lee et al. [2010] präsentieren den *SparkClouds*-Ansatz (Abbildung 3.1 (B)), welcher die *Word Cloud*-Darstellung mit *Sparklines*, auch Wortgrafiken genannt, erweitert, um zeitliche Häufigkeiten bzw. Trends grafisch darzustellen. Die *Sparklines* werden unterhalb der Wörter angezeigt und repräsentieren



**Abbildung 3.1** — (A) Eine generierte *Word Cloud*-Darstellung mit *Wordle*. (B) *Word Cloud*-Erweiterung mit *Sparklines*, um zeitliche Häufigkeiten der Wörter visuell darzustellen. (C) Die *TagSpheres*-Visualisierung, welche die Worthäufigkeiten von mehreren Textdokumenten vergleichend darstellt. Abbildungen: (A) erstellt mit [Wordle, 2014], (B) aus [Lee et al., 2010] und (C) freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Jänicke and Scheuermann [2016].

beispielsweise die Worthäufigkeiten über die Zeit. Lohmann et al. [2012] stellen eine ähnliche Methode vor, welche Histogramme verwendet, um zeitabhängige Beziehungen zwischen den Begriffen darzustellen. Gambette and Véronis [2010] haben den *Tree Cloud*-Ansatz vorgeschlagen, der *Word Clouds* mit Bäumen kombiniert, um semantische Relationen zu repräsentieren. Eine ähnliche Technik ist die *Prefix Word Cloud* [Burch et al., 2013], welche einen Präfixbaum verwendet, um verschiedene Wortformen visuell nach Farbe und Raum zu gruppieren. Kaser and Lemire [2007] verwenden verschiedenen *Nested Tree*-Verfahren [Johnson and Shneiderman, 1991], um die Verteilung der Wörter auf der verfügbaren Darstellungsfläche zu optimieren.

Bei vielen *Word Cloud*-Methoden handelt es sich jedoch nur um eine statische Visualisierung. Das Hinzufügen von Interaktionsmöglichkeiten kann in mehreren Hinsichten vorteilhaft sein. Beispielsweise gibt es interaktive *Word Cloud*-Visualisierungen, mit denen die Anwender\*innen mehrere Wörter auswählen können, um Beziehungen in der Darstellung direkt oder in verknüpften Ansichten hervorzuheben [Koch et al., 2011; Dörk et al., 2008; Heimerl et al., 2014]. Darüber hinaus unterstützen mehrere Techniken [Heimerl et al., 2014; Vuillemot et al., 2009; Dörk et al., 2008] Filteroperationen, die das Fokussieren auf bestimmte Themen erlauben. *Ed-Wordle* [Wang et al., 2018] ermöglicht Wörter in der *Word Cloud* zu verschieben und zu bearbeiten, während die Nachbarschaft der Begriffe erhalten bleibt.

Des Weiteren gibt es Techniken, die die Möglichkeit bieten, zugehörige Textpassagen ausgewählter Wörter zu überprüfen [Heimerl et al., 2014; Vuil-

lemot et al., 2009; Dörk et al., 2008]. Dadurch erhalten die Anwender\*innen einen ansprechenden Überblick, der das Entwickeln von neuen Hypothesen unterstützt sowie die Möglichkeit diese direkt auf der Textebene zu untersuchen.

### 3.1.3 Darstellung mehrere Textdokumente

In den letzten Jahren sind nur wenige *Word Cloud*-Methoden entwickelt worden, die die Analyse mehrerer Textdokumente unterstützen. *Parallel Tag Clouds* [Collins et al., 2009] kombiniert die Ideen von *Word Clouds*, *Small Multiples* [Heer et al., 2010] und *Parallel Coordinates* [Inselberg, 1985], um eine Übersicht mehrerer Textdokumente zu unterstützen. Bei dieser Technik werden Wörter jedoch mehrmals angezeigt und die verschiedenen Texte werden nur implizit durch Schriftfarbe und -stil repräsentiert. Daher ist es für die Anwender\*innen schwierig, die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Textdokumente zu vergleichen und zu verstehen.

Viegas et al. [2007] und Diakopoulos et al. [2015] repräsentieren Wörter aus verschiedenen Textdokumenten in einer kompakten *Word Cloud*-Darstellung, wobei die Schriftfarbe die zugehörige Textquelle repräsentiert. Beide Werkzeuge erlauben jedoch nur den Vergleich von zwei bis drei Textdokumenten. Jänicke and Scheuermann [2016] präsentieren die *TagSpheres* (Abbildung 3.1 ©), welche verschiedene Arten von Texthierarchien in einer kompakten *Word Cloud* visualisieren. Der Ansatz verwendet eine Schriftfarbe und gestapelte Balkendiagramme, um die Wortrelevanz in den unterschiedlichen Kategorien anzuzeigen. Diese Methode ist jedoch für die visuelle Zusammenfassung von Textdokumenten, die hierarchische Informationen enthalten, entwickelt worden, während sich das Visualisierungswerkzeug in Kapitel 7.1 auf den Vergleich von Gemeinsamkeiten und Unterschieden zwischen Texten konzentriert.

Sehr eng verwandt mit der in Kapitel 7.1 präsentierten *MultiCloud*-Technik, sind *RadCloud* [Burch et al., 2014] und *ConcentriCloud* [Lohmann et al., 2015]. *RadCloud* repräsentiert ausgezeichnete Wörter aus mehreren Textdokumenten in einer kompakten *Word Cloud*-Visualisierung. Die Methode unterstützt ein elliptisches Layout, wobei die Textdokumente am Rand verteilt werden. *RadCloud* verwendet ein kräftebasiertes Layout, um Wörter so nah wie möglich an den berechneten Positionen zu platzieren. Durch die Schriftfarben und gestapelte Balkendiagramme wird die Wortrelevanz zu den jeweiligen Dokumenten dargestellt. Diese Technik weist jedoch Nachteile hinsichtlich einer ansprechenden Übersicht und einer effizienten Nutzung der vorhandenen Darstellungsfläche auf.



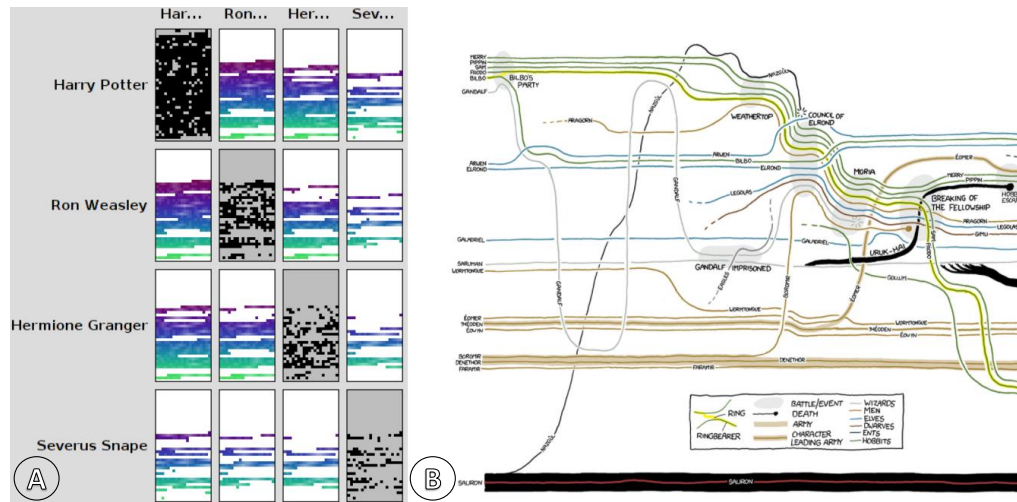
*ConcentriCloud* behebt diese Mängel und präsentiert eine raumfüllende Methode. Der Ansatz verwendet ein konzentrisches Layout, wobei die einzelnen Textdokumente auf dem äußeren Kreis und die Begriffe der gemeinsamen Texte auf den inneren dargestellt sind. *ConcentriCloud* hat jedoch ebenfalls Einschränkungen und Limitierungen bei der Analyse von mehreren Textdokumenten. Es ist beispielsweise nicht möglich, die Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Dokumenten zu analysieren, die an entgegengesetzten Positionen des äußeren Kreises angeordnet sind. Außerdem kann es vorkommen, dass der Platzierungsalgorithmus aus Platzgründen häufig vorkommende Wörter auslässt und diese somit nicht in der *Word Cloud*-Darstellung angezeigt werden. Darüber hinaus bieten beide Techniken nur wenige Möglichkeiten, um die *Word Cloud* an die Bedürfnisse der Anwender\*innen anzupassen und zu optimieren. Die neuartige *MultiCloud*-Technik in Kapitel 7.1 behebt viele dieser genannten Einschränkungen von *RadCloud* und *ConcentriCloud*.

## 3.2 Darstellung von Figuren und deren Beziehungen

Nachdem *Word Cloud*-Methoden betrachtet wurden, werden in diesem Abschnitt visuelle Abstraktionen und Visualisierungswerkzeuge für die Darstellung von Figuren und deren Beziehungen vorgestellt. Ein wesentlicher Forschungsaspekt der Geisteswissenschaftler\*innen im CRETA-Projekt (Kapitel 2.3.1) ist die Analyse von Figuren und deren Entwicklung in narrativen Texten. Dazu ist es notwendig, geeignete Visualisierung zu unterstützen, die den Verlauf der Handlung veranschaulichen, die Charakteristiken der Hauptfiguren und deren Beziehungen darstellen oder die Möglichkeit bieten, unterschiedliche Figurennetzwerke miteinander zu vergleichen. Im Folgenden wird auf die verwendeten Werkzeuge eingegangen und die neuartigen Forschungsbeiträge motiviert.

### 3.2.1 Pixelbasierte Visualisierungen

Eine kompakte visuelle Abstraktionsdarstellung ist die *Fingerprint*-Methode [Keim and Oelke, 2007], siehe Abbildung 3.2 (A). Dabei werden einzelne Texteinheiten in einer pixelartigen Darstellungsform repräsentiert, um Textcharakteristiken wie semantische Relationen zwischen Entitäten darzustellen [Oelke et al., 2013]. Für die *Fingerprint*-Technik sind Erweiterungen entwickelt worden, die beispielsweise Hintergrundfarben, Verzerrungen oder Schraffuren verwenden, um Trends und interessante Textpassagen hervorzu-



**Abbildung 3.2** — (A) *Fingerprint*- und (B) *Storyline*-Visualisierung für die Darstellung von dynamischen Beziehungen zwischen Figuren über den Verlauf einer Geschichte.

heben [Oelke et al., 2011]. Hearst [1995] hat die verwandte Visualisierungstechnik *Tilebars* eingeführt, welche Suchergebnisse auf eine vergleichbare Weise darstellen. Diese Repräsentationsform wird beispielsweise im *See-soft*-Ansatz [Eick et al., 1992] genutzt, um Quellcode-Softwarestatistiken zu repräsentieren, oder in der *FeatureLens*-Methode [Don et al., 2007] zur Darstellung von gemeinsam auftretenden Themen in Textdokumenten. Die *Fingerprint*-Technik wird in den nachfolgenden Werkzeugen zur Repräsentation der Vorkommen der ausgezeichneten Entitäten und deren semantischen Beziehungen verwendet (Kapitel 6.2 und 6.3).

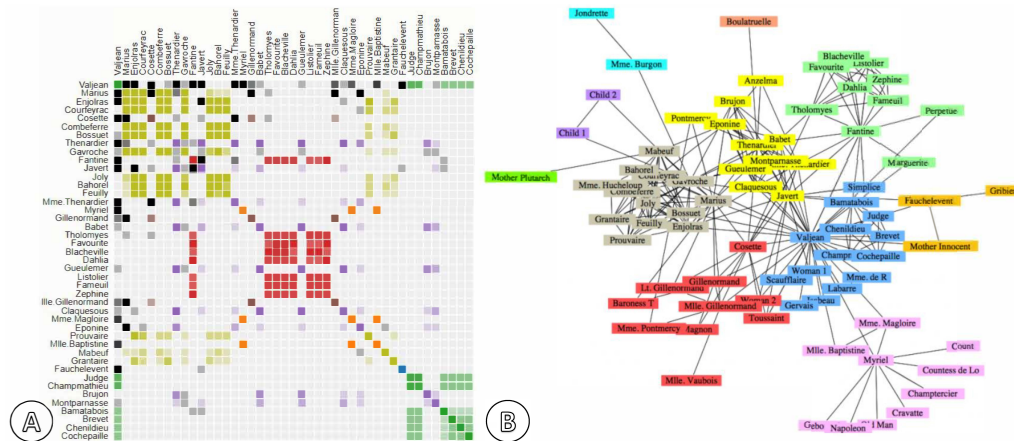
### 3.2.2 Storyline-Visualisierung

In Kapitel 6.2 wird eine *Storyline*-Visualisierung integriert und erweitert, welche von den handgezeichneten Illustrationen “Movie Narrative Charts” [Munroe, 2009] inspiriert ist. Die *Storyline*-Repräsentation stellt die dynamischen Beziehungen zwischen Entitäten über den Verlauf einer Geschichte dar, siehe Abbildung 3.2 (B). In den letzten Jahren sind basierend auf dieser Darstellung einige Ansätze und visuelle Erweiterungen veröffentlicht worden. Tanahashi and Ma [2012] und Liu et al. [2013] stellen Techniken vor, die Designüberlegungen und Optimierungsansätze für die Erstellung von *Storyline*-Darstellungen vorschlagen. Tapaswi et al. [2014] verwenden eine *Storyline*-Visualisierung, um die Handlung und die Interaktionen von Figuren in TV-Episoden darzustellen.

### 3.2.3 Netzwerkvisualisierungen

*Node-Link*- und Matrix-Visualisierungen sind etablierte Methoden zur Darstellung von sozialen Netzwerken [Beck et al., 2017]. In einer Matrix-Repräsentation stellen die Spalten und Zeilen die Entitäten und die Zellen deren Beziehungen dar (Abbildung 3.3 (A)), während in einer *Node-Link*-Visualisierung üblicherweise die Knoten die Entitäten wie Figuren oder Orte und die Kanten deren Relationen repräsentieren, siehe Abbildung 3.3 (B). Beide Darstellungsformen sind in verschiedenen Benutzer\*innenstudien hinsichtlich unterschiedlicher Aspekte untersucht worden und in vielen visuellen Ansätzen integriert.

Alper et al. [2013] präsentieren eine Studie, die eine Matrix und *Node-Link*-Visualisierung für verschiedene Analyseaufgaben miteinander vergleicht. Zusätzlich wird der Entwurfsraum für die visuellen Kodierungen der Knoten und Kanten beider Techniken untersucht. Ghoniem et al. [2005] hat die Lesbarkeit beider Darstellungsformen beleuchtet. Für das Experiment haben sie verschiedene Analyseaufgaben definiert und die Ergebnisse statistisch ausgewertet. Beide Studien haben gezeigt, dass beide Darstellungsformen ihre Vor- und Nachteile für unterschiedliche Analyseaufgabe haben. Während *Node-Link*-Visualisierungen für die Analyse kleiner sozialen Netzwerke geeignet sind, skalieren Matrix-Darstellungen auch für größere Netzwerkdaten. Von Landesberger et al. [2011] präsentieren eine Übersicht von automatischen Methoden, visuelle Darstellungen und interaktive Funktionen, welche die Exploration von größeren Netzwerken mithilfe von Matrix- und *Node-Link*-Techniken unterstützen.



**Abbildung 3.3** — (A) Matrix- und (B) *Node-Link*-Visualisierung für die Darstellung der gemeinsamen Vorkommen der Figuren in der Verfilmung Les Misérables. Abbildungen (A) und (B) generiert mit [Bostock et al., 2011].

## Vergleichende Netzwerkvisualisierungen

Ein weiterer zentraler Forschungsaspekt der Literaturwissenschaftler\*innen ist der Vergleich von Figurenkonstellationen zu verschiedenen Zeitpunkten in einer Erzählung (Kapitel 6.3). Um eine vergleichende Untersuchung zu unterstützen, sind Visualisierungen notwendig, die die Figurennetzwerke darstellen und die Gemeinsamkeiten und Unterschiede hervorheben. Gleicher et al. [2011] haben den Gestaltungsraum für visuelle Vergleichsmöglichkeiten untersucht und dabei drei Hauptkategorien definiert. Diese Kategorien haben Beck et al. [2017] in einer Übersicht zur dynamischen Graphvisualisierung verfeinert und umfassen *Juxtaposed*, *Superimposed* und *Integrated* mit expliziter visueller Kodierung. Bei den ersten zwei Kategorien werden die verschiedenen Netzwerkzustände nebeneinander oder überlagert dargestellt [Gleicher et al., 2011]. Bei einem *Integrated*-Ansatz sind die ausgewählten Zustände, in dieser Arbeit Textsegmente, integraler Bestandteil der Visualisierung [Beck et al., 2017].

In den letzten Jahren sind viele *Superimposed*-Techniken vorgestellt worden, die die verschiedenen Netzwerkzustände überlagert darstellen. Jianu et al. [2010] präsentieren beispielsweise eine Matrix-Darstellung, die experimentelle Ergebnisse und Modelle überlagert miteinander vergleicht. Groh et al. [2009] stellen das System *DySoN* vor, welches mithilfe einer überlagerten *Node-Link*-Visualisierung verschiedene Zustände von sozialen Netzwerken gestapelt darstellt.

Neben Methoden, die Netzwerkzustände überlagert anzeigen, gibt es auch viele Systeme, die einen *Juxtaposed*-Ansatz verfolgen. Albers et al. [2011] entwickelte beispielsweise das *Sequence Surveyor*-System, welches Genomdaten übersichtlich darstellt. Dabei werden die verschiedenen farbkodierten Sequenzen von Genen nebeneinander hervorgehoben. Ein weiteres Visualisierungswerkzeug von Blascheck et al. [2017] platziert Graphen nebeneinander, um den Vergleich von Augenbewegungsdaten zu ermöglichen.

Weit verbreitet sind auch *Integrated*-Techniken mit expliziter visueller Kodierung. Reitz [2010] stellt einen Ansatz vor, der die Analyse zeitbezogener sozialen Netzwerke unterstützt. Die Methode integriert mehrere visuelle Kodierungen für die Darstellung der Knoten und Kanten, um Informationen der verschiedenen Zeitbereiche darzustellen. Cao et al. [2015] präsentieren den *g-Miner*, der multivariate Netzwerkdaten visualisiert. Die Daten werden entweder durch eine Matrix- oder *Node-Link*-Visualisierung dargestellt, wobei Informationen von unterschiedlichen Gruppen mit verschiedenen visuellen Kodierungen hervorgehoben werden.

Darüber hinaus gibt es auch Kombinationen der drei genannten Kategorien. Brandes et al. [2003] stellen beispielsweise eine Methode vor, die den Vergleich von Proteinzusammensetzung in Zellen von Lebewesen nebeneinander und überlagert unterstützt. Federico et al. [2011] präsentieren eine Technik zur Darstellung von dynamischen sozialen Netzwerken. Der Ansatz kombiniert die verschiedenen Ansichten (*Juxtaposed*, *Superimposed* und *Integrated*), um alle Vorteile der Methoden zu ermöglichen.

Da sich die entwickelten Werkzeuge in dieser Arbeit mit der Visualisierung von dynamischen Figurenkonstellationen beschäftigen, spielt Zeit eine wesentliche Rolle. Die Zeit in narrativen Texten hat jedoch unterschiedliche Aspekte wie die erzählte Zeit und die Erzählzeit der Geschichte. Die Erzählzeit bezeichnet die Zeit, in der die Handlung vom Leser gelesen wird, während die erzählte Zeit den Zeitverlauf der vom Autor erstellten Handlung bezeichnet. In den nachfolgenden Methoden wird nur die Erzählzeit berücksichtigt und daher werden zeitliche Komprimierungen und Neuankordnungen der Geschichte ignoriert. In Bezug auf die verschiedenen Arten der Zeitmodellierung wird das von Aigner et al. [2011] beschriebene Intervallmodell verwendet.

### 3.2.4 Visuelle Figurenanalyse

In den letzten Jahren wurden viele visuelle Analysetechniken entwickelt, die sich mit der Untersuchung sozialer Netzwerke befassen [Brandes and Nick, 2011; Henry et al., 2006; Yi et al., 2010]. In den nachfolgenden Visualisierungswerkzeugen (Kapitel 6.2, 6.3 und 7.3) fokussiert sich diese Arbeit jedoch auf eine bestimmte Form der sozialen Netzwerkanalyse. Diese Art beschäftigt sich mit der visuellen Untersuchung von Figurennetzwerken, die entweder manuell oder automatisch aus narrativen Texten abgeleitet werden. Dabei handelt es sich um kleinere Netzwerke, wobei die Charakteristiken und die Entwicklungen der Beziehungen zwischen den Figuren von größerem Interesse sind. Dementsprechend konzentrieren sich die diskutierten verwandten Arbeiten speziell auf die Analyse von Figurennetzwerken [Rochat, 2014].

El-Assady et al. [2017] präsentieren den *NEREx*-Ansatz, der eine vergleichende Analyse von Diskussionen zwischen mehreren Personen unterstützt. Diese Methode verwendet *NLP*-Verfahren für die Extraktion von Entitäten und Information zu deren Beziehungen. Die abgeleiteten Informationen können anschließend durch eine *Node-Link*-Darstellung untersucht werden. Kim et al. [2011] stellen ein Werkzeug vor, das eine *Word Cloud*- mit einer *Node-Link*-Visualisierung kombiniert, um die Analyse von Entitäten und deren

Beziehungen in Dokumentkollektionen zu ermöglichen. Eine sehr bekannte Technik, welche die Erforschung von extrahierten Entitäten unterstützt, ist *Jigsaw* [Stasko et al., 2008]. *Jigsaw* bietet verknüpfte Ansichten, die es den Anwender\*innen ermöglichen, Entitäten und deren Beziehungen in großen Dokumentsammlungen zu verfolgen und zu analysieren.

Darüber hinaus gibt es Werkzeuge, die ähnliche Visualisierungen oder visuelle Kodierungen zu den nachfolgenden Techniken verwenden. Henry et al. [2006] entwickelte beispielsweise den *NodeTrix*-Ansatz, welcher eine Matrix- und *Node-Link*-Darstellung integriert. Anwender\*innen können dabei Bereiche des Netzwerks selektieren und nahtlos zwischen den beiden Visualisierungen wechseln. Sehr eng verwandt ist die *g-Miner*-Technik [Cao et al., 2015], welche ebenfalls eine Matrix und *Node-Link*-Visualisierung zur Darstellung von Netzwerkdaten bereitstellt. In beiden Visualisierungen werden ähnliche visuellen Kodierungen unterstützt. Es werden beispielsweise Kreisdiagramme zur Repräsentation verschiedener Attributwerte im *Node-Link*-Diagramm oder eine Farbsättigung zur Darstellung von Häufigkeiten in der Matrix-Darstellung verwendet.

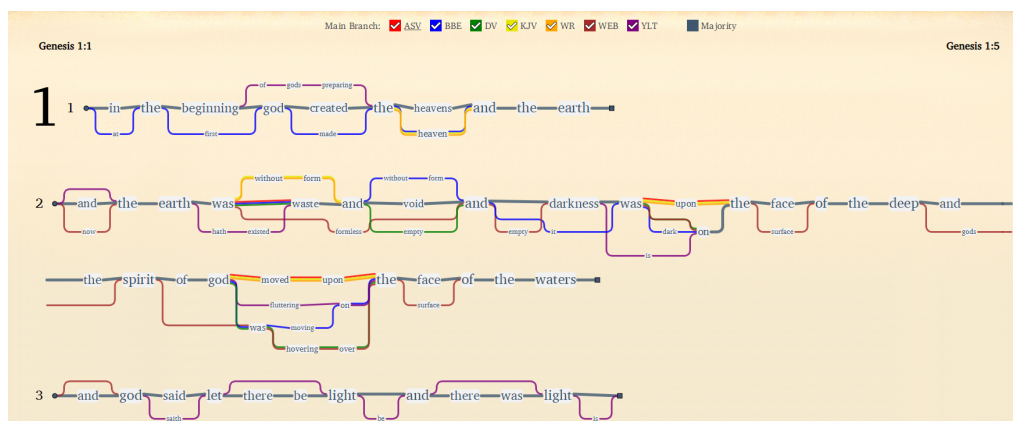
Die *g-Miner*-Methode ist mit der Intention entwickelt worden, die visuelle Analyse und interaktive Verfeinerung von Gruppen zu erleichtern, die auf multivariaten Daten basieren. Das in Kapitel 6.3 vorgestellte Visualisierungswerkzeug konzentriert sich jedoch auf die vergleichende Untersuchung von Figurennetzwerke in narrativen Texten.

Es gibt viele Analysetechniken, die insbesondere die visuelle Untersuchung von Figurennetzwerke im Kontext der *DH* unterstützen. Klein [2012] präsentiert eine Methode, die es ermöglicht, extrahierte Entitäten historischer Texte über Sklaverei unter Verwendung eines Bogendiagramms [Wattenberg, 2002] zu analysieren. Jänicke and Focht [2017] unterstützen mithilfe einer *Node-Link*-Visualisierung die Erforschung von relationalen Informationen zwischen Musikern. Trilcke et al. [2015] verwenden ebenfalls eine *Node-Link*-Darstellung, um die Analyse dramatischer Kontexte in Textdokumente zu ermöglichen. Ein weiterer Ansatz, der sich auf die Erforschung von Entitäten und deren Beziehungen konzentriert, ist *POsvis* [Vuillemot et al., 2009]. Diese Technik integriert *NLP*-Methoden, um Entitäten und gemeinsam vorkommende *POS-Tags* zu extrahieren, sowie verknüpfte Ansichten, die zusätzliche Information zu den Entitäten repräsentieren.

Sehr eng verwandt zu dem in Kapitel 6.3 präsentierten Werkzeug, ist die Arbeit von Oelke et al. [2013]. Diese Methode integriert mehrere *Fingerprint*-Visualisierungen, um die Entwicklung ausgezeichneter Figuren und deren Beziehungen darzustellen. Dabei wird eine Matrix-Repräsentation

verwendet, wobei die Zeilen und Spalten die Figuren darstellen und die Zellen deren Relationen mithilfe der integrierten *Fingerprint*-Technik. Diese Analysemethode konzentriert sich jedoch auf den visuellen Vergleich von zwei Figuren und ist somit nicht geeignet für die Untersuchung mehrerer.

### 3.3 Visueller Vergleich von Textvariationen



**Abbildung 3.4** — Der *TRAViz*-Ansatz [Jänicke et al., 2015b], verwendet eine *Variant*-Darstellung, um Variationen zwischen verschiedenen Editionen der “King James Bibel” [Carroll and Prickett, 2008] darzustellen.

In Kapitel 8.4 wird eine *Variant*-Graphvisualisierung [Schmidt and Colomb, 2009] verwendet, um Ergebnisse von mehreren *POS-Tagger* darzustellen. Diese Technik basiert auf einer *Node-Link*-Metapher und ist 2009 von Schmidt and Colomb [2009] eingeführt worden, um Unterschiede zwischen verschiedenen Versionen eines digitalen Texts hervorzuheben. Die Knoten repräsentieren einzelne Wörter und die ausgehenden Kanten die Textvariationen, siehe Abbildung 3.4. *Variant*-Graphen sind azyklische Diagramme, die aus Eckpunkten und gerichteten Kanten bestehen und keine Zyklen enthalten. Diese Darstellungsform wird ebenfalls in weiteren Werkzeugen verwendet, die sich mit dem visuellen Vergleich verschiedener Texteditionen befassen. Dekker and Middell [2011] präsentieren beispielsweise das System *CollateX*, mit dem elektronische Textkorpora im Browser analysiert werden können. Der webbasierte Ansatz *Stemmaweb* [Andrews and Macé, 2013] erweitert *CollateX*, in dem die Anwender\*innen die Texteditionen interaktiv bearbeiten können. *TRAViz* [Jänicke et al., 2015b] nutzt eine *Variant*-Darstellung, um Variationen zwischen verschiedenen Editionen der “King James Bibel” [Carroll and Prickett, 2008] darzustellen, siehe Abbildung 3.4. *TRAViz* integriert im Gegensatz zu den vorherigen Ansätzen

visuelle Variablen wie Farben oder Schriftgrößen, um die Lesbarkeit der Darstellung zu verbessern. Des Weiteren nutzt diese Technik eine lineare Ausrichtung, sodass identische Textpassagen der Texteditionen aggregiert werden können und somit *Visual Clutter* verringert werden kann. Das vorgestellte Werkzeug in Kapitel 8.4 verwendet eine sehr ähnliche Darstellung, um die verschiedenen *POS-Tagging*-Resultate grafisch anzuzeigen. In diesem Ansatz repräsentieren Knoten jedoch *POS-Tags* und Kanten unterschiedliche *POS-Tagger*-Zuweisungen.

### 3.4 Visuelle Analyse großer Textkorpora

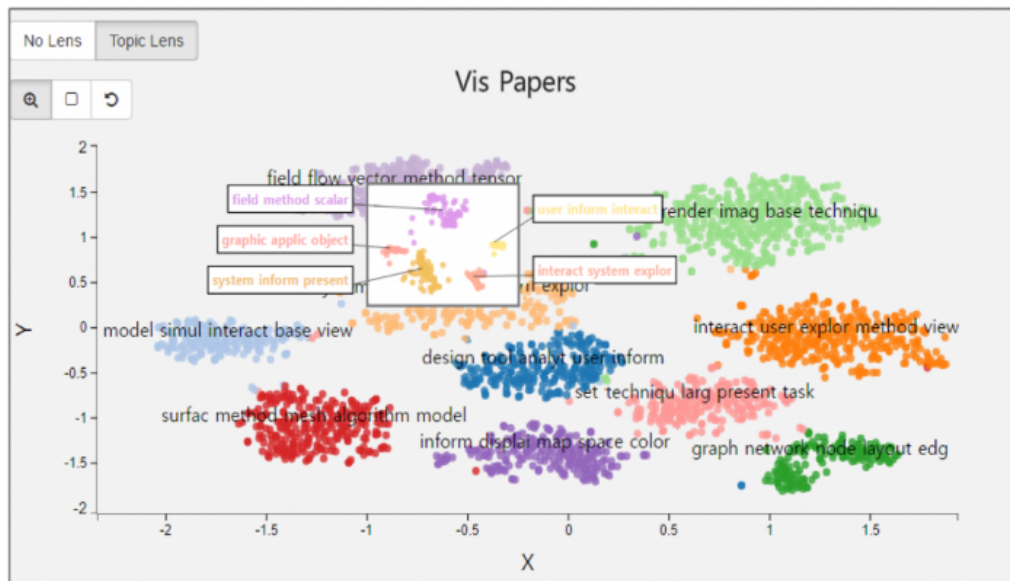
Um die Darstellung und Exploration von größeren Textkorpora zu ermöglichen, wird in Kapitel 7.2.5 eine 2D-Dokumentprojektion mit einem integrierten *Magic Lens*-Ansatz genutzt. Eine 2D-Dokumentprojektion ist eine etablierte Repräsentationsform für Dokumentensammlungen, bei der jedes Textdokument als *Glyph* im 2D-Raum abgebildet ist, siehe Abbildung 3.5. Diese räumliche Darstellung basiert üblicherweise auf Metadaten wie geografische Lokalisierungen oder auf dem *VSM* (Kapitel 2.2.2), das die verschiedenen Textdokumente als (hochdimensionale) Vektoren darstellt. Es existieren unterschiedliche Methoden wie *Principal Component Analysis (PCA)* [Wold et al., 1987] oder *t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding (t-SNE)* [van der Maaten and Hinton, 2008], die hochdimensionale Vektoren in einem 2D-Raum abbilden. Dabei werden die paarweisen Abstände der Texte optimiert, um die Ähnlichkeit in der 2D-Projektion zu repräsentieren.

Es gibt jedoch nur wenige Analysewerkzeuge, die eine freie Exploration von 2D-Dokumentprojektion ermöglichen. Ein etabliertes Analysewerkzeug ist die *Magic Lens*-Technik [Tominski et al., 2014], welche eine freie und benutzer\*innenfreundliche Untersuchung von den 2D-Projektionen erlaubt, siehe Abbildung 3.5.

In den letzten Jahren wurden *Magic Lens*-Techniken in verschiedenen Bereichen eingeführt. Krüger et al. [2013] präsentieren beispielsweise einen Ansatz, der eine *Magic Lens* anbietet, um komplexe Filterabfragen zur Analyse von geografischen Bewegungsdaten zu unterstützen. Ellis and Dix [2006] stellen die *Sampling Lens*-Methode vor, welche eine *Magic Lens* integriert, um überlagerte Bereiche in 2D-Projektionen detailliert untersuchen zu können.

Des Weiteren sind auch *Magic Lens*-Techniken eingeführt worden, die die Exploration von Dokumentensammlungen unterstützen. Bosch et al. [2013] nutzen





**Abbildung 3.5** — Der *Topic Lens*-Ansatz [Kim et al., 2016], welcher auf einer 2D-Dokumentprojektion basiert und einen *Magic Lens*-Ansatz integriert. Die 2D-Projektion repräsentiert veröffentlichte Forschungsartikel. Mithilfe der *Magic Lens*-Technik können einzelne Bereiche bzw. Textdokumente in der Projektion im Detail analysiert werden.

eine *Magic Lens*, um die Analyse von Themen und Ereignissen in geographischen Mikroblogger-Nachrichten zu ermöglichen. Der *Visual Classifier* [Heimerl et al., 2012] integriert eine *Magic Lens*, sodass Anwender\*innen eine 2D-Dokumentprojektion erkunden und auf bestimmte Textdokumente zugreifen sowie diese anschließend klassifizieren können. Mit *Topic Lens* präsentieren Kim et al. [2016] ein Werkzeug (Abbildung 3.5), das es ermöglicht, Themenmodelle von fokussierten Textdokumenten in Echtzeit zu berechnen und die Kontexte der verschiedenen Themen neben der *Magic Lens* anzuzeigen. In dieser Dissertation wird der *DocuCompass* [Heimerl et al., 2016], welcher in Kapitel 7.3 explizit erläutert wird, erweitert und mit zusätzlichen Ansichten verknüpft, um die Exploration von Multimedia-Nachrichtenkorpora und die Figurenanalyse in großen Dokumentsammlungen zu unterstützen.

In diesem Kapitel sind relevanten visuelle Abstraktionen und Techniken diskutiert worden, die in den nachfolgenden Werkzeugen integriert und erweitert werden. Im nächsten Kapitel wird ein Visualisierungswerkzeug für die Analyse von Verfilmungen narrativer Texte präsentiert.



## Visuelle Filmanalyse

Dieses Kapitel enthält veröffentlichtes Material aus den folgenden Publikationen:

K. Kurzhals, M. John, F. Heimerl, P. Kuznecov, and D. Weiskopf. Visual movie analytics. *Transactions on Multimedia*, 18(11):2149–2160, 2016

M. John, K. Kurzhals, S. Koch, and D. Weiskopf. A visual analytics approach for semantic multi-video annotation. In *Workshop on Visualization for the Digital Humanities (VIS4DH)*, volume 2. IEEE, 2017b. URL [https://www.informatik.uni-leipzig.de/~stjaenicke/vis4dh/Vis4DH2017\\_paper\\_5.pdf/](https://www.informatik.uni-leipzig.de/~stjaenicke/vis4dh/Vis4DH2017_paper_5.pdf/)

Das erste Visualisierungswerkzeug, welches in dieser Arbeit vorgestellt wird, ermöglicht die visuelle Analyse von Verfilmungen narrativer Texte. Das Werkzeug kombiniert bildbasierte und *NLP*-Methoden zur Extraktion semantischer Informationen, die anschließend als Startpunkte für die Untersuchung und Auszeichnung der Filminhalte dienen können. Im Folgenden wird zunächst die Entwicklung des Ansatzes motiviert, bevor die Datenvorverarbeitungsschritte und die visuellen Analysemöglichkeiten (Kapitel 4.3)

erläutert werden. Des Weiteren wird ein erster Prototyp (Kapitel 4.5) präsentiert, der die Untersuchung mehrerer Verfilmungen unterstützt.

## 4.1 Motivation

Die Analysetechnik und dessen Erweiterung sind im Kontext des *DH*-Projekts *CRETA* (Kapitel 2.3.1) entwickelt worden und unterstützen die Sozialwissenschaftler\*innen bei der Analyse von Filminhalten. Die sozialwissenschaftlichen Forschungsfragen beziehen sich auf die Untersuchung von Konflikten wie beispielsweise dem Zweiten Weltkrieg. Dabei steht im Fokus, wie sich die Kameradschaft oder die Darstellung von Frauen im Laufe der Jahre entwickelt haben. Um die Analyse dieser Forschungsfragen zu unterstützen, konzentriert sich das Visualisierungswerkzeug auf die vier vorgeschlagenen Fragen wer ( $\mathbf{W}_1$ ), was ( $\mathbf{W}_2$ ), wo ( $\mathbf{W}_3$ ) und wann ( $\mathbf{W}_4$ ) [Chen et al., 2009; Liu and Yang, 2010]. Dadurch können räumliche und zeitliche Informationen zu Kontexten persönlicher Konstellationen und Ereignisse festgehalten werden. Die dargestellten Informationen sollen es ermöglichen, Fragen zu beantworten: “Wer war an einer Szene beteiligt?”, “Was ist in der Szene passiert?”, “Wo spielt die Szene?” und “Wann spielt die Szene?”.

In den letzten Jahren sind viele Techniken für die Videoanalyse entwickelt worden. Es gibt beispielsweise Werkzeuge, die die Zusammenfassung von Filminhalten durch die Repräsentation von aussagekräftigen Bildern (*Video-Frames*) oder kurze Videoüberblendungen (*Video-Skims*) unterstützen sowie einen Überblick über die Daten bieten und Suchanfrageergebnisse darstellen [Li et al., 2006; Truong and Venkatesh, 2007].

Des Weiteren sind Methoden entwickelt worden, die automatische Video- und Audioanalysen für die visuelle Exploration von Filminhalten kombinieren [Lienhart et al., 1996; Jänicke et al., 2010]. Die Anwender\*innen können basierend auf den abgeleiteten Informationen übergeordnete Suchanfragen stellen, um ähnliche Filminhalte zu untersuchen.

Es gibt ebenfalls Analysetechniken, die Video- und *NLP*-Verfahren kombinieren, um inhaltliche Zusammenfassungen in Form von *Video-Skims* zu generieren [Wactlar, 2001; Sang and Xu, 2010]. Jedoch bietet diese Werkzeuge nur begrenzte Interaktionsmöglichkeiten, mit denen die abgeleiteten Informationen iterativ exploriert werden können.

Ferner gibt es Systeme, die sich auf das Annotieren von Videoinhalten fokussieren [Kipp, 2014; Halter et al., 2019; Fouse et al., 2011]. Diese sind in der Regel sehr allgemein gehalten und ermöglichen es, beliebige Zeitspannen mit selbst definierten Konzepten zu annotieren. Dadurch wird die Übersicht

und Navigation über nicht annotierte Zeiträume weniger unterstützt und die Anwender\*innen müssen die Textinhalte zuerst mit Anmerkungen versehen, bevor sie effizient durchsucht werden können.

Die in dieser Dissertation entwickelten Visualisierungswerkzeuge ermöglichen hingegen eine vergleichende Untersuchung von Filminhalten, welche auf einer bildlichen und einer semantischen Ebene basieren. Durch die Einbeziehung von mehreren Textquellen und *NLP*-Verfahren können wertvolle Metainformationen zu Personenkonstellationen und Szenenbeschreibungen abgeleitet werden. Dadurch können gezielte Suchanfragen und explorative Analysestrategien angeboten werden, die es ermöglichen, ähnliche Filmszenen zu finden, zu annotieren und miteinander zu vergleichen.

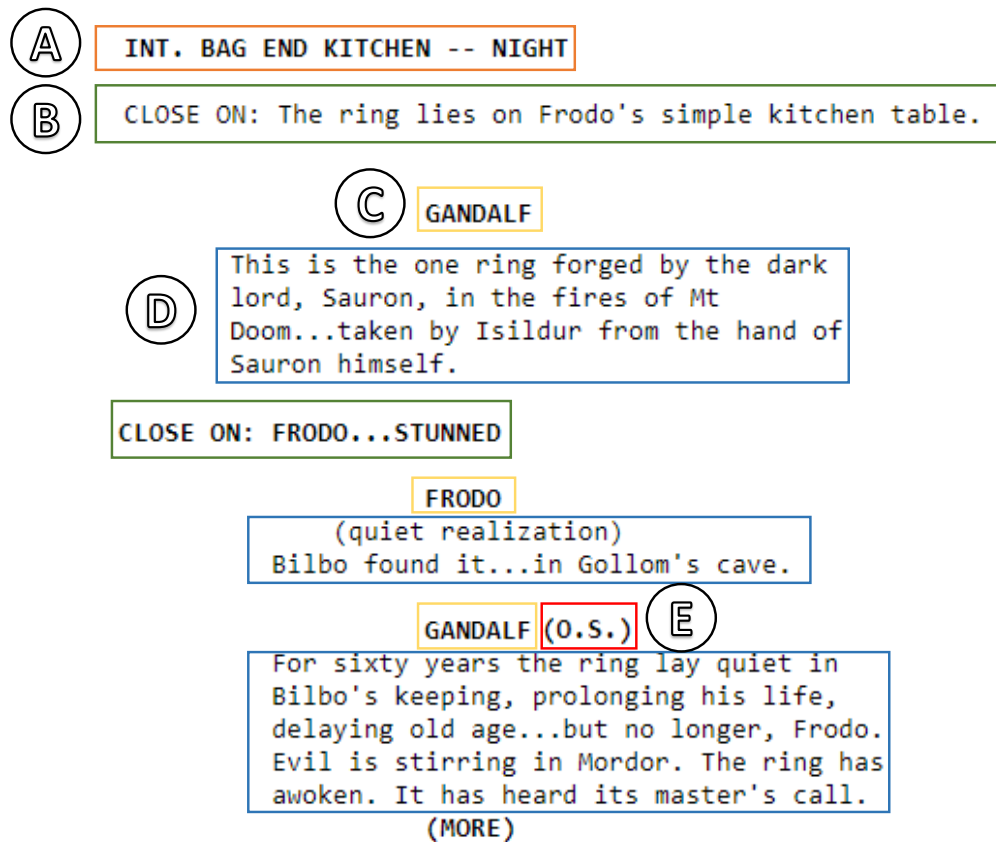
## 4.2 Datenvorverarbeitung

Die zu verarbeiteten Daten können in zwei Hauptkategorien von bild- und textbasierten Daten aufgeteilt werden. Da sich meine Co-Autoren hauptsächlich mit der bildbasierten Vorverarbeitung beschäftigt haben [Kurzahls et al., 2016; Kurzahls, 2019], wird in diesem Abschnitt auf die textbasierten Vorverarbeitungsschritte eingegangen.

### 4.2.1 Datenquellen

Für die textbasierte Vorverarbeitung stehen zum einen die Untertitel der Verfilmungen und zum anderen die beschreibenden Filmskripte zur Verfügung. Die Untertitel liegen in einem SubRip-Textformat vor und bestehen aus vier Strukturelementen: (1) Ein numerische ID zur Kennzeichnung der sequenziellen Untertitel; (2) die Start- und Stoppzeit (Stunden, Minuten, Sekunden, Millisekunden), zu der Untertitel im Film erscheint; (3) der Untertiteltext in einer oder mehreren Zeilen und (4) eine leere Zeile, die das Ende der Untertiteleinheiten anzeigt.

Für die semantische Inhaltsanalyse werden Filmskripte der Internetplattform “The Internet Movie Script Database” [IMSDB] verwendet. Filmskripte haben den Vorteil, dass sie wie ein Bühnenstück aufgebaut sind und Informationen über Szenebeschreibungen enthalten. Dadurch können Figuren und Dialoge, die zu einer Szene zugehören, abgeleitet werden. Im Gegensatz zu den Untertiteln bestehen Filmskripte aus Plain-Textformaten und es gibt somit keine standardisierten Formatierungsregeln. Sie haben jedoch eine ähnliche inhärente Struktur, die eine automatisierte Verarbeitung erlaubt. Abbildung 4.1 zeigt einen beispielhaften Ausschnitt eines Filmskripts mit



**Abbildung 4.1** — Beispielhafter Ausschnitt eines Filmskripts mit verschiedenen Strukturelementen: **A** Überschrift der Szene (orange), **B** Aktionselement, das die narrativen Ereignisse einer Szene beschreibt (grün), **C** handelnden Figuren (gelb), **D** Dialoge (blau) und **E** zusätzliche Informationen zu den vorkommenden Figuren (rot).

folgenden Strukturelementen: **A** Die Überschrift beschreibt den Ort und die Zeit einer Szene und ermöglicht die Beantwortung der wo (**W<sub>3</sub>**) und wann (**W<sub>4</sub>**) Fragestellungen. Beispielsweise steht die Abkürzung “Int.” für Interior und bedeutet, dass die Szene in einem geschlossenen Raum stattfindet, während “Ext.” (Exterior) eine Szene kennzeichnet, die außerhalb spielt. **B** Das Aktionselement beschreibt die narrativen Ereignisse einer Szene. Die nächsten Elemente enthalten Informationen zu den handelnden Figuren **C** und deren Dialogen **D**. Zusätzlich wird hinter den Namen der Figuren gekennzeichnet, ob die Figuren in der Szene zu sehen sind **E**. Beispielsweise beschreibt ein “V.O” (Voice-Over), dass eine Figur zu sehen ist, während ein “O.S” (Off-Screen) nicht eingblendete Personen repräsentiert.

### 4.2.2 Textangleichung

Nachdem die beiden verwendeten Textquellen erläutert wurden, besteht der nächste Schritt darin, beide zu synchronisieren. Beim Vergleich sind zwei Unterschiede zu erkennen: (1) Die Reihenfolge der Wörter oder ganze Sätze können variieren; (2) Das Skript kann Szenen enthalten, die in der Verfilmung nicht berücksichtigt werden und umgekehrt. Für die Synchronisation der beiden Datenquellen werden *NLP*-Verfahren verwendet, um die enthaltenen Metadaten zu extrahieren und die Textquellen abzugleichen. Zunächst werden die textuellen Daten bereinigt und normalisiert, indem Satzzeichen, wie Fragezeichen, Ausrufezeichen und Kommas entfernt werden. Darüber hinaus werden alle Wörter in Kleinbuchstaben und mithilfe von *Lemmatization* (Kapitel 2.2.1) in ihre Grundform transformiert. Zum Abgleichen wird jedem Untertitel ein Skriptdialog zugewiesen, der die größte Ähnlichkeit zwischen den Textpassagen aufweist. Für die Zuweisung werden verschiedene Methoden kombiniert, die auf lexikalischer und semantischer Ähnlichkeit beruhen. In einem ersten Schritt wird die exakte Gleichheit beider Textpassagen überprüft. Falls die Textpassagen nicht exakt übereinstimmen, werden Teilzeichenfolgen der Untertitel in den Dialogen gesucht. Beide Methoden haben den Vorteil, dass sie bei ähnlichen Satzstrukturen eine hohe Genauigkeit erreichen. Für nicht zugewiesene bzw. Textabschnitte ohne eine hohe Übereinstimmung wird das Gewichtungsschema *tf-idf* (Kapitel 2.2.2) verwendet. Dadurch können Textpassagen mit unterschiedlicher Satzstruktur anhand einer hohen Wortähnlichkeit trotzdem zugewiesen werden. Um die besten Synchronisationsergebnisse zwischen den Untertiteln und dem Filmskript zu erzielen, werden die Ähnlichkeitsmaße in einer Kaskade angewendet. Zusätzlich kann ein Schwellenwert für die *tf-idf*-Ähnlichkeit definiert werden, sodass Übereinstimmungen mit geringer Ähnlichkeit herausgefiltert werden können.

### 4.2.3 Informationsextraktion

Die Anwender\*innen haben zwei Möglichkeiten, ähnliche Szenen zu suchen und miteinander zu vergleichen. Die erste Möglichkeit verwendet das Gewichtungsschema *tf-idf*, welches auf einer Überschneidung der in beiden Textpassagen verwendeten Begriffe beruht. Wenn die Szenen jedoch nicht auf ähnlich formulierten Äußerungen einer Figur basieren, ist der Vergleich von Wörtern nicht ausreichend. Dies führt dazu, dass Szenen, die zwar dasselbe Thema oder eine ähnliche Handlung beschreiben, jedoch mit einem anderen Wortgebrauch nicht mit dem *tf-idf*-Maß identifiziert werden können.

Zur Identifizierung dieser semantisch ähnlichen Szenen, wird der *SEMAFOR*-Parser [Das et al., 2014] (Kapitel 2.2.1) integriert. Das Abstrahieren der Filmszenen auf ihre semantischen *Frames* hat den Vorteil, dass anstelle der konkreten Wortwahl, ausgewählte Szenen anhand der extrahierten *Frames* verglichen werden können. Die *Frames* werden anschließend den jeweiligen Sätzen bzw. Szenen zugewiesen. Daraufhin werden häufig wiederkehrende *Frame*-Elemente entfernt, da viele dieser Elemente in nahezu jedem Satz vorkommen. Es hat sich herausgestellt, dass das Entfernen der 70 häufigsten Elementen zu guten Vergleichsergebnissen führt. Dabei muss angemerkt werden, dass die zu entfernenden *Frames* von Film und den Analyseaufgaben abhängig sind und gegebenenfalls neu definiert werden müssen.

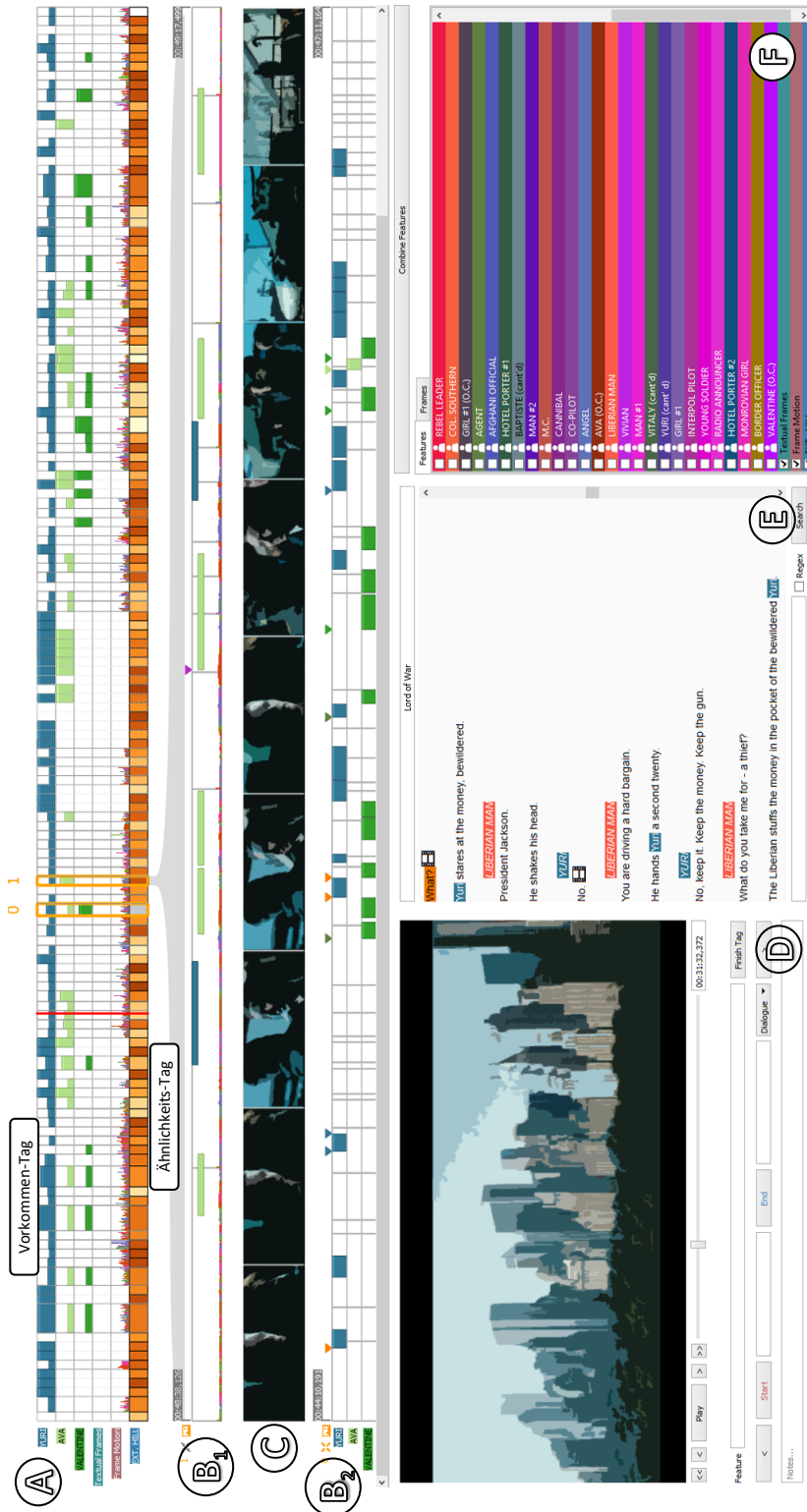
### 4.3 Visuelle Analyse einzelner Filme

In Abbildung 4.2 ist die Anwenderoberfläche des entwickelten Visualisierungswerkzeugs mit dem Film “Lord of War” dargestellt. Der Hauptarbeitsbereich besteht aus verknüpften Ansichten und einem mehrschichtigen Zeitleistenkonzept. Die Annotationen werden auf den Zeitleisten abgebildet und umfassen die abgeleiteten semantische *Frames*, Schlüsselwörter, Figuren und Orte sowie Auszeichnungen der Anwender\*innen.

Das mehrschichtige Zeitleistenkonzept besteht aus drei Ebenen, wobei die erste Ebene (Abbildung 4.2  $\textcircled{A}$ ) die Erwähnungen der Annotationen und die Ähnlichkeiten zwischen den Szenen darstellt. Die Vorkommen werden durch Balken repräsentiert, wobei die Höhe die Häufigkeit der Erwähnungen darstellt. Anwender\*innen können Szenen selektieren und basierend auf den abgeleiteten *tf-idf*-Werten oder semantischen *Frames* die Szenen miteinander vergleichen. In diesem Fall wird eine neue Zeitleiste mit den resultierenden Ähnlichkeiten erstellt. Für die Darstellung wird eine Farbsättigung von Rot zu Weiß verwendet, wobei eine gesättigte rote Farbe eine geringe und eine hellere Zelle eine hohe Ähnlichkeit zwischen den Szenen widerspiegelt, siehe Abbildung 4.2  $\textcircled{A}$ .

Die zweite Ebene repräsentiert Details zu ausgewählten Szenen in separaten Zeitleisten, wie in Abbildung 4.2  $\textcircled{B_1}$  und  $\textcircled{B_2}$  dargestellt. Mehrere Szenen können durch einen Mausklick auf die jeweiligen Spalten ausgewählt werden. Die ausgewählten Szenen werden daraufhin mit einem gelben Rahmen hervorgehoben und durchnummeriert, sodass diese in den nachfolgenden Ebenen referenziert werden können. Die Vorkommen der Annotationen werden in der zweiten Ebene durch eine binäre Markierung repräsentiert, welche angibt, ob ein Textmerkmal vorkommt oder nicht.





**Abbildung 4.2** — Der Hauptarbeitsbereich umfasst verschiedene Ansichten: **A** Eine Zeitleistenübersicht (Ebene 1), welche die erkannten Filmszenen mit den Vorkommen der Annotationen und die Ähnlichkeiten zwischen den Szenen darstellt. **B<sub>1</sub>** und **B<sub>2</sub>** repräsentieren Details zu ausgewählten Szenen (Ebene 2) in separaten Zeitleisten. **C** Die *Storyboard*-Darstellung repräsentiert die selektierten Filmszenen anhand von extrahierten *Video-Frames* (Ebene 3). Der Video-Player **D** und die Skriptansicht **E** sind miteinander verknüpft und ermöglichen eine detaillierte Inhaltsanalyse. **F** Eine Liste der ausgezeichneten Annotationen, die das Aus- und Abwählen der Textmerkmale ermöglicht.

In der dritten Ebene (Abbildung 4.2 ©) werden extrahierte Video-*Frames* zu ausgewählten Szenen angezeigt. Hierfür wird eine *Storyboard*-Visualisierung verwendet, sodass die Anwender\*innen einen Überblick und Eindruck über die Handlung der Szenen erhalten. Die drei Ebenen sind miteinander verknüpft und erlauben den Anwender\*innen mithilfe von *Drill-Down*- und *Drill-Up*-Funktionalitäten (Kapitel 2.5) gezielt bestimmte Filmaspekte zu fokussieren.

Ferner sind die Ebenen mit einem Video-Player und einer Skript-Ansicht (F) verknüpft, welche eine detaillierte Inhaltsanalyse unterstützen. Der Video-Player ermöglicht es den Sozialwissenschaftler\*innen, manuelle Annotationen zu erstellen, die für weiterführende Analysen oder Suchanfragen genutzt werden können. Für eine Auszeichnung muss eine Zeitspanne und ein Name vergeben werden. Über eine zusätzliche Liste (G) können Annotationen für die Fragestellungen gezielt aus- und abgewählt werden.

## 4.4 Analytische Vorgehensweise

In diesem Abschnitt wird auf die unterstützte analytische Vorgehensweise eingegangen. Es wird erläutert, wie abgeleitete Textinformationen die Anwender\*innen bei ihrer Analyse unterstützen können. Außerdem wird Anwendungsszenario präsentiert, das die Anwendbarkeit und den Nutzen des Visualisierungswerkzeugs widerspiegelt.

Durch das mehrschichtige Zeitleistenkonzept haben die Anwender\*innen den Vorteil, Filmszenen detailliert zu untersuchen und gleichzeitig den Überblick über alle Szenen zu behalten. Ferner kann mithilfe von *Drill-Down*- und *Drill-Up*-Ausführungen gezielt durch die Ebenen navigiert werden. Für die Sozialwissenschaftler\*innen ist es relevant, bestimmte Ereignisse identifizieren zu können. Dabei ist vor allem die Beantwortung der vier Fragen  $\mathbf{W}_1 - \mathbf{W}_4$  essenziell. Hierfür bietet das Werkzeug eine kompakte Übersichtsdarstellung der Annotationen, die es den Anwender\*innen ebenfalls erlaubt, mehrere miteinander zu verknüpfen, um beispielsweise Figurenkonstellationen hervorzuheben. Des Weiteren können basierend auf den abgeleiteten semantischen *Frames* und Schlüsselwörtern Suchanfragen erstellt werden, mit denen gezielt nach bestimmten Themen oder Ereignissen gesucht werden kann. Das Suchergebnis wird anschließend als neue Auszeichnung in der Zeitleistenübersicht dargestellt (Ebene 1) und kann ebenfalls für weitere Analysen verwendet werden.

Das Auffinden und der Vergleich von Filmszenen, die beispielsweise ähnliche Themen behandeln oder an einem Ort spielen, ist für die Sozialwissenschaft-

ler\*innen ebenfalls von großem Interesse. Die Beziehungen zwischen den Szenen werden typischerweise durch Ähnlichkeiten bestimmter Aspekte untersucht. Hierfür können Anwender\*innen Szenen selektieren und über ein Kontextmenü eine Suchanfrage starten, welche entweder auf dem Ähnlichkeitsmaß *tf-idf* oder den semantischen *Frames* basiert. Die beiden Methoden können gemeinsam ausgewählt werden, sodass die einzelnen Ergebnisse mit einer gleichen Gewichtung zusammengefasst werden. Auf diese Weise können ähnliche Filmszenen identifiziert werden und von den Anwender\*innen annotiert werden. Im folgenden Abschnitt werden die vorgestellten Konzepte anhand eines beispielhaften Szenarios ausführlich erläutert.

#### 4.4.1 Anwendungsszenario

Im nachfolgenden Anwendungsfall analysiert eine fiktive Analystin die Buchverfilmung “Der Herr der Ringe - Die Gefährten”. Sie ist an einer semantischen Inhaltsanalyse dieser Verfilmung interessiert und konzentriert sich dabei auf die vier definierten Fragen wer ( $\mathbf{W}_1$ ), was ( $\mathbf{W}_2$ ), wo ( $\mathbf{W}_3$ ) und wann ( $\mathbf{W}_4$ ). Da die zeitliche Dimension in der Übersichtsdarstellung enthalten ist, berücksichtigen alle Analyseergebnisse ebenfalls die Frage wann ( $\mathbf{W}_4$ ).

##### Wer spielt eine zentrale Rolle in der Handlung? ( $\mathbf{W}_1$ )

Die Geschichte handelt von der Hauptfigur *Frodo*, welche einen magischen Ring erhält und eine Reise in das Land *Mordor* beginnt, wo der Ring zerstört werden soll. Er wird von seinen Freunden *Sam*, *Merry* und *Pippin* begleitet. Während dieser Reise schließen sich *Gandalf*, *Aragorn*, *Boromir*, *Gimli* und *Legolas* der Gruppe an und bilden die 9 Gefährten.

In einem ersten Analyseschritt vergleicht die Analystin das vorgestellte Werkzeug mit der *StoryFlow*-Visualisierung von Liu et al. [2013], siehe Abbildung 4.3. Diese *Storyline*-Darstellung repräsentiert die Ereignisse und die wechselnden Figurenkonstellationen im Verlauf der Geschichte. *StoryFlow* verwendet keine automatischen Verfahren und basiert somit auf ausgezeichneten Annotationen von Anwender\*innen. Der Ansatz konzentriert sich hauptsächlich auf die Layout-Erstellung der *Storyline*-Visualisierung.

Während die Analystin beide Visualisierung miteinander vergleicht, stellt sie fest, dass hauptsächlich die gleichen Figuren dargestellt werden. Beide Werkzeuge helfen ihr zu identifizieren, wer ( $\mathbf{W}_1$ ) und wann ( $\mathbf{W}_4$ ) in der Handlung auftritt. Durch das Zeitleistenkonzept und *StoryFlow* erkennt sie viele verschiedene Figurenkonstellationen. Beispielsweise stellt sie fest, dass die Gefährten zum ersten Mal gemeinsam bei der Versammlung von *Elrond*

auftreten, siehe Abbildung 4.3 (c<sub>1,2</sub>). Um die Entwicklung der Gruppe weiter zu analysieren, erstellt sie das Gruppenelement “Fellowship” (Gefährten) mit den 9 Figuren (Abbildung 4.4 (b)).

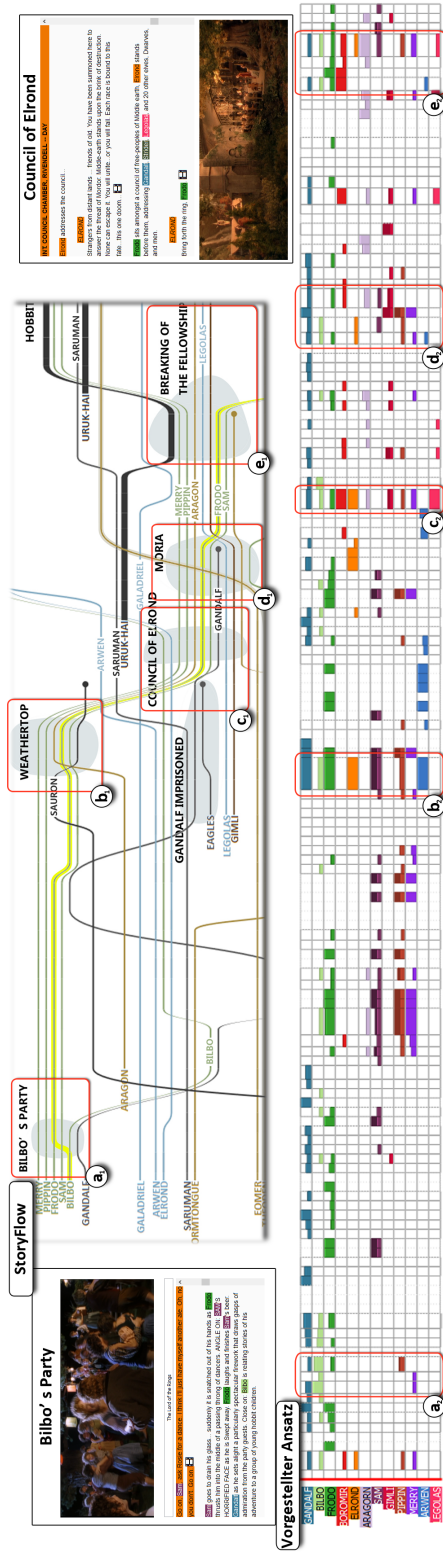
### Was sind wichtige Ereignisse? (W<sub>2</sub>)

In der *StoryFlow*-Visualisierung werden die Hauptereignisse hinter den Linien als graue Bereiche gekennzeichnet (Abbildung 4.3 (oben) (a<sub>1</sub>) - (e<sub>1</sub>)). Die Analystin kann diese Filmszenen ebenfalls anhand der Vorkommen der Hauptfiguren identifizieren, wie in Abbildung 4.3 (unten) (a<sub>2</sub>) - (e<sub>2</sub>) dargestellt.

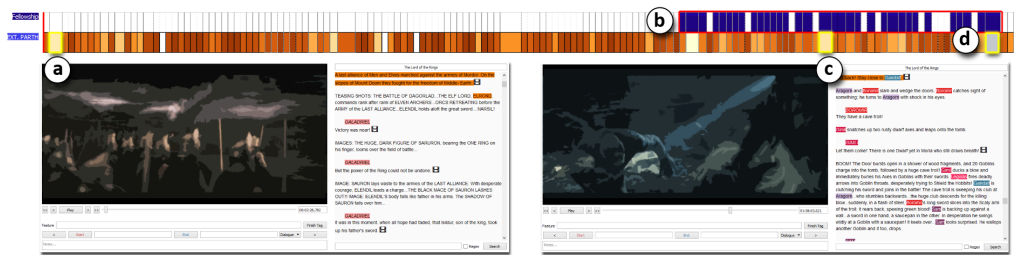
Bisher konnte die Analystin die Ereignisse durch die Untersuchung von Figurenkonstellationen identifizieren. Im Folgenden will sie Filmszenen miteinander vergleichen, um ähnliche Ereignisse (W<sub>2</sub>) im Verlauf der Geschichte zu finden. Dabei hat das annotierte Ereignis “Breaking of the Fellowship” (das Scheitern der Gefährten) ihr Interesse geweckt. Bei einer genaueren Analyse stellt sie fest, dass die Gefährten in einen Kampf verwickelt sind. Daraufhin entschließt sie sich, basierend auf den semantischen *Frames* weitere Kampfszenen zu suchen.

Die resultierende neue Ergebniszeitleiste zeigt die Ähnlichkeit zu allen weiteren Szenen mit Ausnahme der Szene selbst (Abbildung 4.4 (d)). Während die Analystin Filmszenen mit großer Ähnlichkeit untersucht, findet sie einige Interessante mit Kampfcharakteristika. In Kombination mit der zuvor annotierten Figurenkonstellation “Fellowship” kann sie Filmszenen erkennen, in denen die Gruppe in Kämpfe verwickelt ist, wie beispielsweise in den Minen von *Moria*, siehe Abbildung 4.4 (c). Sie kann ebenfalls eine Szene zu Beginn der Verfilmung feststellen, welche ähnliche semantische *Frames* enthält. Bei einer genauen Analyse findet sie heraus, dass sich die Szene auf den Kampf im Prolog bezieht, in der die Geschichte des Rings beginnt. Anschließend annotiert sie die identifizierten Kampfszenen mit dem Tag “Kämpfe”.

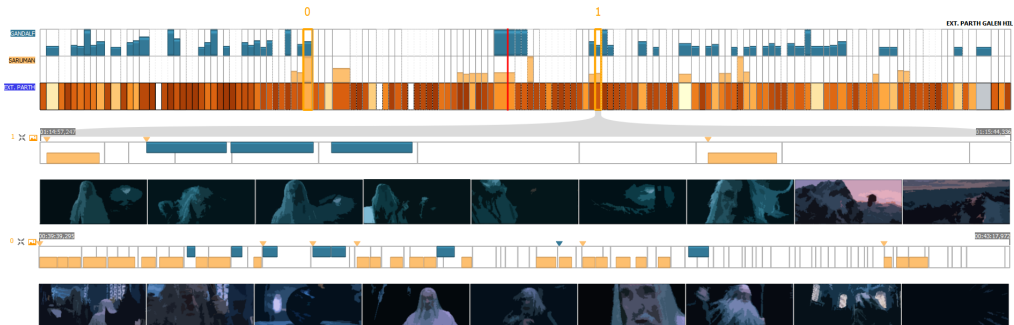
Während dieser Analyse ist ihr aufgefallen, dass das Ereignis “Gandalf Imprisoned” (Gandalfs Inhaftierung) (Abbildung 4.3 (oben)) aus der Darstellung des vorgestellten Werkzeugs nicht ersichtlich wird. Die Analystin erinnert sich, dass *Saruman* in die Inhaftierung von *Gandalfs* verwickelt ist. Daraufhin untersucht sie gemeinsame Vorkommen der Figuren in der Zeitleistenübersicht, wobei sie zwei Filmszenen feststellen kann. Sie selektiert beide Szenen, um diese in mehreren übereinandergestapelten Instanzen von Ebene 2 und der *Storyboard*-Darstellung (Ebene 3) miteinander vergleichen zu können, siehe Abbildung 4.5.



**Abbildung 4.3** — Visuelle vergleichende Darstellung des vorgestellten Werkzeugs (unten) mit *StoryFlow*-Ansatz Liu et al. [2013] (oben) von der Buchverfilmung “Der Herr der Ringe - Die Gefährten”. Beide Visualisierungen repräsentieren Figurenkonstellationen im Verlauf der Geschichte sowie die Ereignisse:  $(a_{1,2})$  Bilbos Party,  $(b_{1,2})$  die Wetterspitze,  $(c_{1,2})$  das Konzil von Elrond,  $(d_{1,2})$  den Kampf in den Minen von Moria und  $(e_{1,2})$  das Scheitern der Gefährten. Textausschnitte des Skripts für die Ereignisse  $(a)$  und  $(c)$  sind als Beispiele für textuelle Szenebeschreibungen dargestellt.



**Abbildung 4.4** — Basierend auf einer Suchanfrage mit den semantischen *Frames* (d) werden beispielsweise die Ereignisse: (a) der Kampf im Prolog und (c) der Kampf in den Minen von Moria hervorgehoben. Darüber hinaus zeigt die Darstellung die gemeinsamen Vorkommen der annotierten Personengruppe “Followship” (Gefährten) (b).

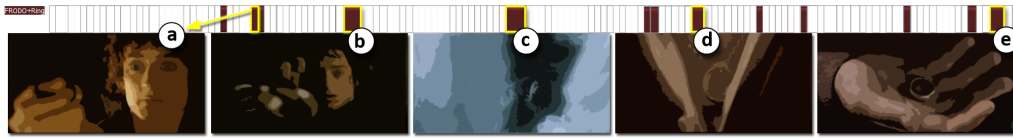


**Abbildung 4.5** — Detailansicht und *Storyboard*-Darstellung von zwei fortlaufenden Szenen, in denen *Gandalf* von *Saruman* auf einem Turm festgehalten wird. Die ausgewählten Szenen aus der Zeitleistenansicht (0, 1) werden zum direkten Vergleich auf Ebene 2 dargestellt.

Dabei findet sie heraus, dass die ausgewählten Szenen (mit 0 und 1 gekennzeichneten) den Beginn und das Ende der Inhaftierung darstellen.

### Wo treten Ereignisse während der Geschichte auf? (W<sub>3</sub>)

Im nächsten Schritt interessiert sich die Analytistin für die Orte und Ereignisse, in denen der magische Ring im Verlauf der Geschichte erwähnt wird. Als Ausgangspunkt startet sie mit einer Stichwortsuche, um einen Überblick darüber zu erhalten, wann der Ring im Skript genannt wird. Sie erhofft sich mithilfe der entsprechenden Szenenbeschreibungen herauszufinden, wo (W<sub>3</sub>) die Ereignisse stattfinden, die den Ring betreffen. Durch die Analyse der Suchergebnisse in den mehrschichtigen Zeitleisten erkennt sie, dass *Frodo* sehr häufig mit dem Ring erwähnt wird. Um mehr Informationen über *Frodo* und



**Abbildung 4.6** — Die Darstellung zeigt das kombinierte Ereignis-Tag von *Frodo* und dem Ring. Zum Beispiel (a) in Bilbos Haus, (b) im Gasthaus des Tänzeldes Ponys, (c) auf der Wetterspitze, (d) beim Konzil von *Elrond* und (e) beim Scheitern der Gefährten.

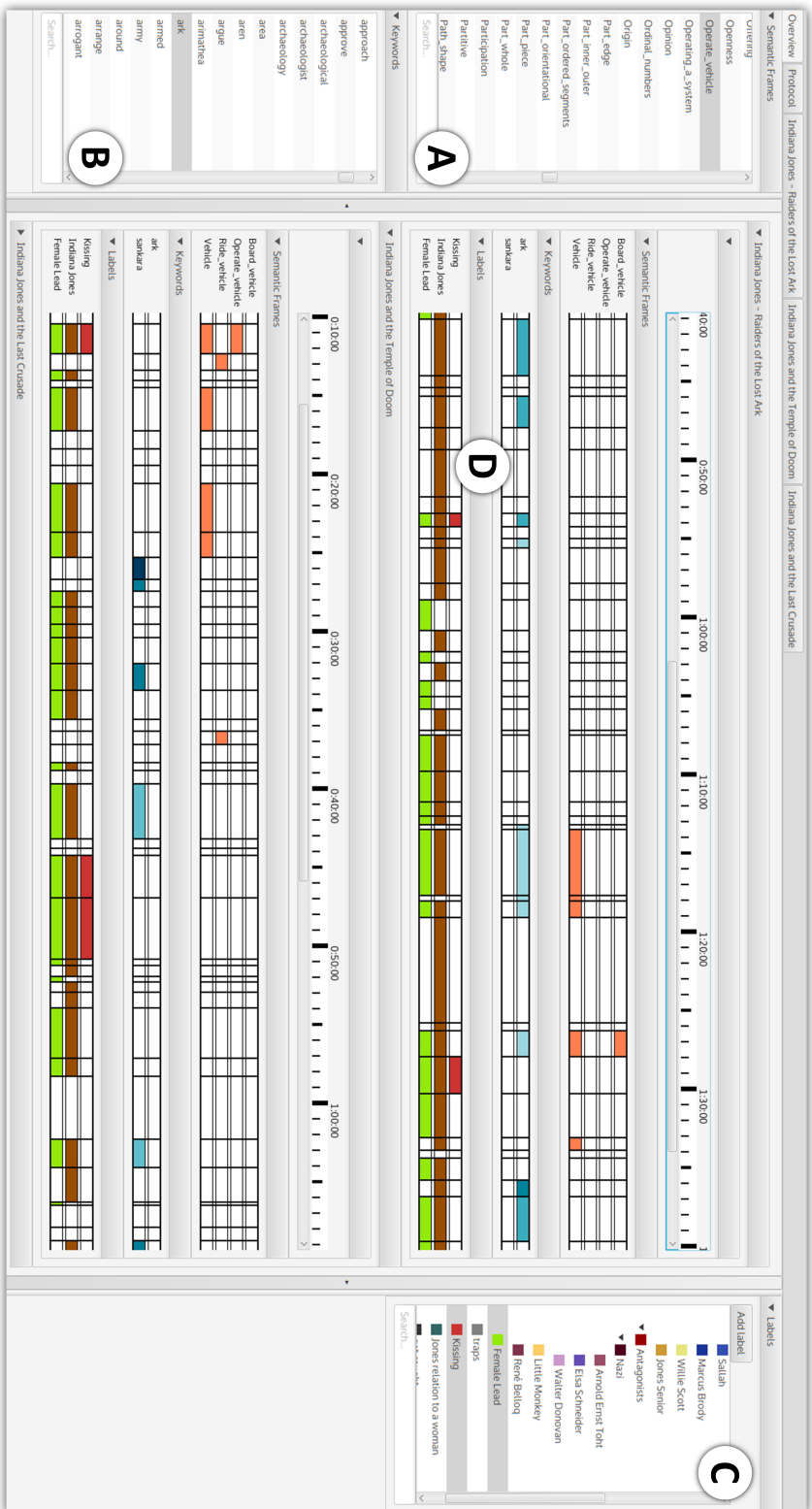
den Ring zu erhalten, erstellt sie die Annotation bzw. das Gruppenelement “FRODO + Ring” wie in Abbildung 4.6 dargestellt. Durch die Analyse der unterschiedlichen Vorkommen kann die Analystin herausfinden, wo und wann *Frodo* und der Ring gemeinsam auftreten. Beispielsweise kann sie die Orte der Filmszenen (a) in Bilbos Haus, in dem *Frodo* den magischen Ring gerbt hat, oder (b) im Gasthaus des Tänzeldes Ponys und (c) auf der Wetterspitze, wo *Frodo* den Ring die ersten Male verwendet hat, identifizieren. Sie kann ebenfalls (d) das Treffen von *Elrond* in Bruchtal, bei dem *Frodo* den Ring erhalten hat, sowie das Scheitern der Gefährten, wo *Frodo* die Gemeinschaft verlassen hat, zuordnen.

Das Szenario hat gezeigt, dass das vorgestellte Visualisierungswerkzeug eine iterative und semantische Analyse des Filminhalts ermöglicht und somit die Anwender\*innen bei der Beantwortung der Fragen ( $W_1 - W_4$ ) unterstützt. Außerdem hat die Gegenüberstellung mit *StoryFlow* gezeigt, dass durch automatisch abgeleitete Informationen ähnliche Ergebnisse vergleichend zu von Hand annotierten Daten erzielt werden können.

## 4.5 Erweiterung für die Analyse mehrerer Verfilmungen

Eine weitere Anforderung der Sozialwissenschaftler\*innen ist die vergleichende Untersuchung von verschiedenen Verfilmungen oder aufbauenden Episoden, die ähnliche Themen oder Konzepte behandeln. Hierfür wurde basierend auf den textuellen Vorverarbeitungsschritten und dem visuellen Zeitleistenkonzept ein erster Prototyp entwickelt, der die Analyse mehrerer Filme ermöglicht. Das Werkzeug besteht aus einer Übersichtsdarstellung für mehrere und einer Detailansicht für selektierte Filme.

Die Übersichtsdarstellung unterstützt eine vergleichende Analyse mehrerer Filme und besteht aus verknüpften Ansichten, siehe Abbildung 4.7. Diese umfassen jeweils eine Liste für die extrahierten (A) semantischen *Frames* und



**Abbildung 4.7** — Übersichtsdarstellung der zwei Indiana Jones Filme “Jäger des verlorenen Schatzes” und “Tempel des Schicksals” bestehend aus den verknüpften Ansichten: (A) Eine Liste mit semantischen *Frames* und (B) *tf-idf*-Begriffe, (C) eine hierarchische Liste der Annotationen und (D) eine Zeitleistendarstellung für mehrere Filme.



ⓑ *tf-idf*-Begriffe, sowie ⓒ eine hierarchische Liste für die Annotationen. Die Filme werden durch eine ⓓ Zeitleistenansicht dargestellt, welche es ermöglicht, ausgewählte Annotationen oder Suchanfragen vergleichend zu untersuchen. Im Gegensatz zum vorherigen Werkzeug werden die Erwähnungen der Auszeichnungen nicht über die Höhe der Balken repräsentiert, sondern durch eine Farbsättigung. Dabei stellen hellere Farbe wenige und kräftige viele Vorkommen dar. Diese Designentscheidung wurde aus Platzgründen getroffen, um die einzelnen Filme kompakt darstellen zu können.

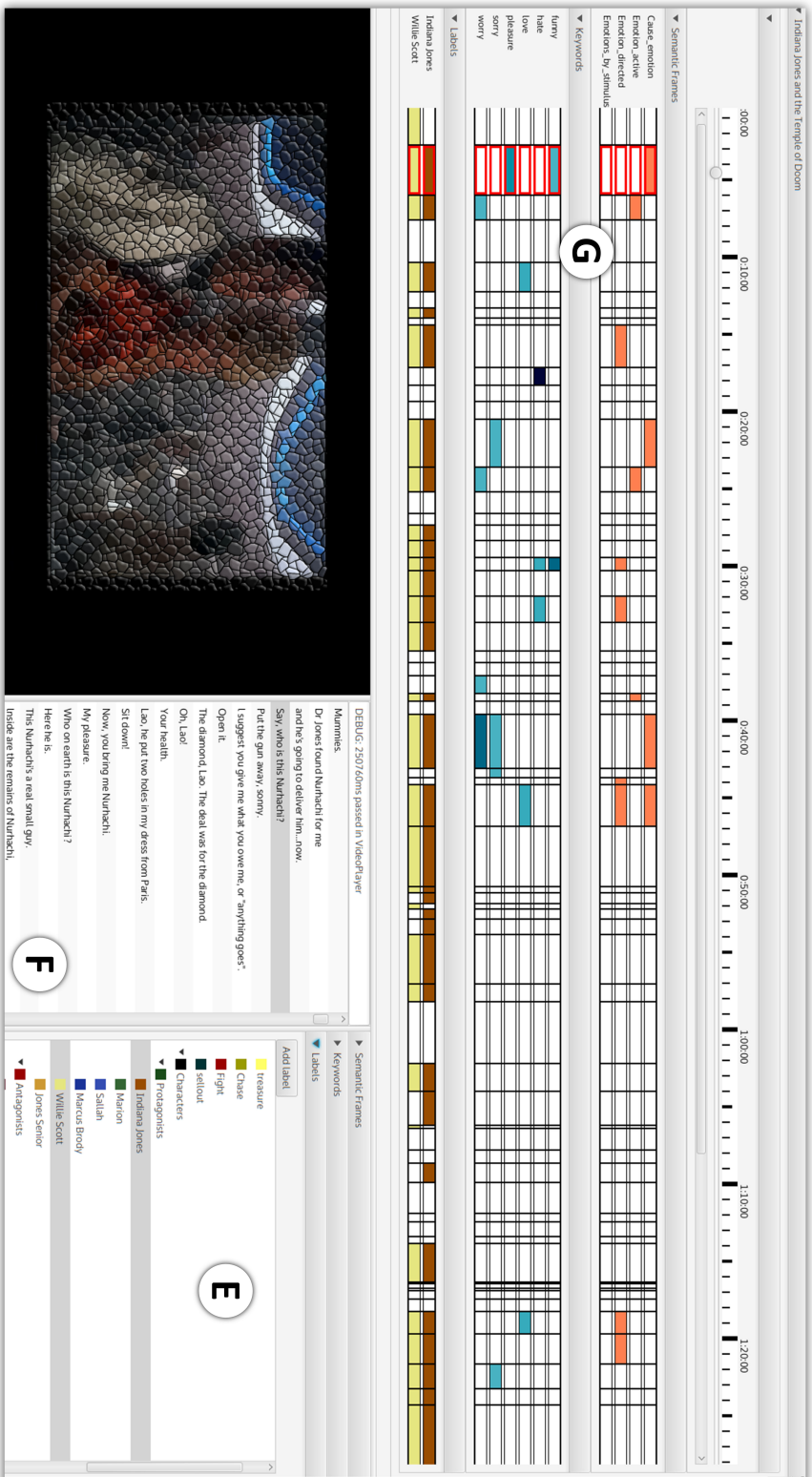
Des Weiteren unterstützt der Prototyp eine Detailansicht (Abbildung 4.8) für selektierte Filme. In dieser Ansicht können die Anwender\*innen mithilfe des ⓔ Video-Players und der Skript- bzw. Untertitelansicht die Filme untersuchen und beliebige Zeitspannen annotieren. Nach Rücksprache mit den Sozialwissenschaftler\*innen wird in der Erweiterung ⓔ eine hierarchische Struktur für die Annotationen unterstützt, da diese für die Untersuchung bestimmter Konzepte und Themen notwendig ist. Ausgewählte Auszeichnungen können wie im vorherigen Werkzeug in der Zeitleistenansicht untersucht werden.

Die visuelle Erweiterung unterstützt die gleichen Extraktionsverfahren und Interaktionsmöglichkeiten, mit denen Such- und Ähnlichkeitsanfragen erstellt werden können. Dadurch können bestimmte Figuren, Themen und Konzepte in den verschiedenen Filmen gefunden und annotiert werden.

## 4.6 Diskussion und Ausblick

Das präsentierte Visualisierungswerkzeug unterstützt die Filmanalyse basierend auf den vier Fragen wer ( $\mathbf{W}_1$ ), was ( $\mathbf{W}_2$ ), wo ( $\mathbf{W}_3$ ) und wann ( $\mathbf{W}_4$ ). Das mehrschichtige Zeitleistenkonzept bietet eine klare Übersicht über die annotierten Filmaspekte und mithilfe von *Drill-Down*- und *Drill-Up*-Methoden können Filmstellen im Detail analysiert werden. Die unterstützten Suchanfragen erlauben semantische Inhaltsanalysen auf mehreren Detailebenen. Anwender\*innen können Szenen iterativ mit Annotationen kennzeichnen und diese anschließend für neue Anfragen wiederverwenden, um beispielsweise Hypothesen bzw. Untersuchungen zu verfeinern. Mit dem Video-Player und der Skript-Ansicht können Hypothesen und Erkenntnisse genauer analysiert werden. Es gibt jedoch für die präsentierte Visualisierungstechnik und dessen Erweiterung Einschränkungen und zukünftige Herausforderungen.

Es soll beispielsweise herausgefunden werden, wie die Erweiterung das Erkunden, Analysieren, Verstehen und Annotieren mehrerer Filme unterstützt. Aus diesem Grund ist geplant, das Werkzeug in enger Zusammenarbeit



**Abbildung 4.8** — Detailsansicht für den Film “Indiana Jones und der Tempel des Todes”. Diese besteht aus den verknüpften Ansichten: **F** Video-Player und Skript- bzw. Untertitelansicht, **E** hierarchische Liste für die Annotationen und **G** Zeitleistenansicht für ausgewählte Auszeichnungen und Suchanfragen.

mit den Sozialwissenschaftler\*innen weiterzuentwickeln, sodass in einem iterativen Prozess erforderliche Funktionen und spezifische Visualisierungen auf ihre Bedürfnisse zugeschnitten werden können.

Die Einbindung von Filmskripten liefert wertvolle Informationen für das Identifizieren von Szenen. Einige Szenen aus dem Skript können jedoch nicht mit dem Film selbst abgeglichen werden, wie beispielsweise bei Filmszenen ohne gesprochenen Text. In solchen Fällen wird keine Übereinstimmung gefunden, obwohl sich die Szene im Drehbuch und im Film befindet. In der aktuellen Implementierung werden nicht zugewiesene Zeitabschnitte in der Übersichtsdarstellung durch gestrichelte Kästchen dargestellt. Für die Zukunft ist daher geplant, interaktive Funktionalitäten bereitzustellen, die es den Anwender\*innen ermöglichen, nicht zugewiesene Filmszenen dem Skript zuzuweisen.

Das präsentierte Visualisierungswerkzeug bietet ein breites Spektrum an Möglichkeiten, verschiedene Forschungsfragen zu untersuchen. Je spezifischer die Fragen jedoch sind, desto mehr muss das Werkzeug gezielt angepasst werden. Daher wird beabsichtigt, die Weiterentwicklung eng mit den Anforderungen und Wünschen der Sozialwissenschaftler\*innen zu verknüpfen.

Nachdem in diesem Kapitel auf die visuelle Filmanalyse eingegangen wurde, wird im nächsten Kapitel der *VarifocalReader* präsentiert, der sich auf die Untersuchung von Poetiken und narrativen Texten konzentriert.



## Visuelle Analyse längerer Textdokumente

Dieses Kapitel enthält veröffentlichtes Material aus den folgenden Publikationen:

M. John, S. Koch, F. Heimerl, A. Müller, T. Ertl, and J. Kuhn. Interactive visual analysis of german poetics. In *International Conference on Digital Humanities (DH)*. Alliance of Digital Humanities Organizations, 2015. URL <https://dh-abstracts.library.cmu.edu/works/2280>

M. John, M. Bender, S. Alscher, A. Müller, S. Koch, J. Kuhn, S. Richter, A. Rapp, and T. Ertl. Korpuserschließung und Visualisierung deutschsprachiger Poetiken. In *Digital Humanities - Perspektiven der Praxis*, pages 100–116. Frank & Timme, 2018a

S. Koch, M. John, M. Wörner, A. Müller, and T. Ertl. VarifocalReader – in-depth visual analysis of large text documents. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 20(12):1723–1732, 2014

T. Blascheck, M. John, K. Kurzhals, S. Koch, and T. Ertl. VA<sup>2</sup>: A visual analytics approach for evaluating visual analytics applications. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 22(1):61–70, 2016b

T. Blascheck, M. John, S. Koch, L. Bruder, and T. Ertl. Triangulating user behavior using eye movement, interaction, and think aloud data. In *Proceedings of the Symposium on Eye Tracking Research & Applications*, pages 175–182. ACM, 2016a

Das nächste Visualisierungswerkzeug, das in dieser Arbeit präsentiert wird, ist für die interaktive Exploration von längeren Textdokumenten konzipiert. Der *VarifocalReader* basiert auf einem hierarchischen Navigationskonzept, welches es ermöglicht, über verschiedene Abstraktionsebenen direkt auf den Text zuzugreifen. Dabei können auf den Ebenen unterschiedliche Zusammenfassungen aktiviert und mit diesen interagiert werden. Die visuellen Darstellungen sind über die Abstraktionsebenen miteinander verknüpft und unterstützen eine *Close* und *Distant Reading*-Dokumentanalyse.

## 5.1 Motivation

Visuelle Textabstraktionen können Anwender\*innen unterstützen, ein allgemeines Verständnis über Textdokumente zu erlangen, ohne diese vollständig zu lesen. Dies kann besonders hilfreich sein bei der Untersuchung von größeren Textkorpora. Dennoch ist eine abstrakte Analyse für viele Forschungsfragen nicht ausreichend, da es notwendig ist, erlangte Erkenntnisse und Hypothesen direkt auf der Textebene zu untersuchen.

In den vergangenen Jahren sind viele VA-Ansätze entwickelt worden, die *Overview+Detail*-Methoden [Cockburn et al., 2009] verwenden, um zwischen visuellen Abstraktionen und der Textebene zu wechseln. Bekannt wurden beispielsweise Techniken von Wise et al. [1995], die mit einer 2D-Dokumentprojektion die Ähnlichkeit zwischen Textdokumenten darstellen, von Stasko et al. [2008] für die Analyse von extrahierten Entitäten und deren Relationen oder von Oelke et al. [2010] zur Beurteilung der Lesbarkeit eines Textes anhand unterschiedlicher Textmerkmale. Ein wichtiger Aspekt in diesem Zusammenhang ist jedoch, dass ein Perspektivenwechsel von einer

Überblickvisualisierung zur Textpassage möglichst gut nachvollziehbar sein soll.

Mit dem *VarifocalReader* wird das Verständnis für diesen Übergang unterstützt, indem unterschiedliche Abstraktionsebenen eingeführt werden. Die Ebenen werden aus der Textstruktur abgeleitet und ermöglichen eine interaktive Navigation durch das Textdokument. Anwender\*innen können dabei in einer *Drill-Down*- bzw. *Drill-Up*-Verfahrensweise durch die Ebenen navigieren (Kapitel 2.5). Verschiedene visuelle Abstraktionen können auf den Ebenen aktiviert werden, welche das Verständnis bei Untersuchungen von Forschungsfragen unterstützen. Die hierarchische Perspektive auf die Textdokumente und das Navigationskonzept basieren auf der *SmoothScroll*-Technik [Wörner and Ertl, 2013], welche die Methoden *Overview+Detail* und *Focus+Context* miteinander kombiniert.

Der *VarifocalReader* ist im Kontext des *DH*-Projekts *ePoetics* (Kapitel 2.3.1) entwickelt worden. Dabei wurde das Werkzeug hauptsächlich für die Analyse von Konzepten, Werken oder Dichtern in Poetiken konzipiert. Jedoch hat sich während der Untersuchungen der Literaturwissenschaftler\*innen herausgestellt, dass der *VarifocalReader* ebenfalls für die Figurenanalyse in narrativen Texten eingesetzt werden kann. Eine beispielhafte Analyse von Homers “Ilias” [Pope et al., 1884] wird in Kapitel 5.3.2 präsentiert.

Der *VarifocalReader* liefert dabei folgende Forschungsbeiträge:

- Einen Textanalyseansatz, der auf einem hierarchischen Navigationskonzept basiert und Analysen längerer Textdokumente über verschiedene Abstraktionsebenen unterstützt.
- Visuelle Abstraktionen, die auf den unterschiedlichen Abstraktionsebenen aktiviert werden können und über die Ebenen hinweg miteinander verknüpft sind, ermöglichen eine flexible *Close* und *Distant Reading*-Analyse.
- Erkenntnisse einer Evaluation, die auf einer *Eye-Tracking*-Studie sowie zwei entwickelten Systemen basieren.

Im Folgenden wird das Visualisierungswerkzeug und die integrierten *NLP*-Verfahren erläutert sowie Anwendungsbeispiele präsentiert. Des Weiteren werden Expertenfeedback und Evaluationsergebnisse eines *Eye-Tracking*-Experiments vorgestellt.

## 5.2 Visualisierungswerkzeug

In diesem Kapitel wird zunächst auf das hierarchische Navigationskonzept und die integrierten automatischen Verfahren eingegangen, bevor der *VarifocalReader* erläutert wird.

### 5.2.1 Hierarchisches Navigationskonzept

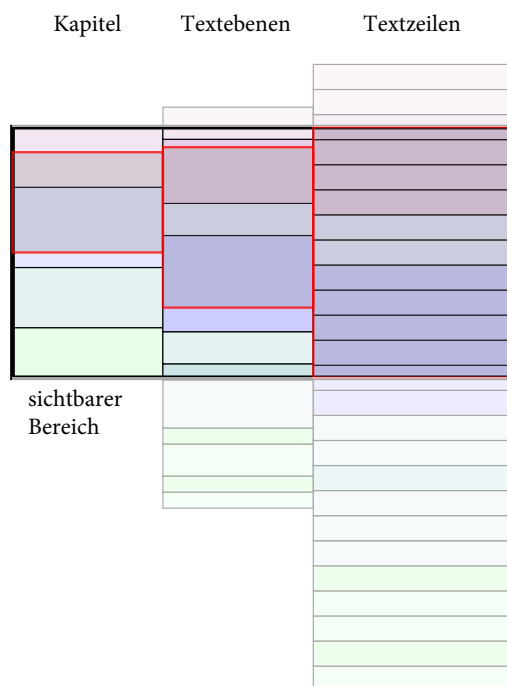
Der *VarifocalReader* verwendet ein hierarchisches Navigationskonzept, welches auf *SmoothScroll* von Wörner and Ertl [2013] basiert. *SmoothScroll* bietet eine intuitive Möglichkeit zum Navigieren eines sequenziellen Datensatzes. Ein sequenzieller Datensatz kann entlang einer Dimension angeordnet werden, wie beispielsweise die Zeit oder mehrere Textdokumente. Der verfügbare Bildschirmbereich ist in mehrere Ebenen unterteilt, in denen verschiedene Bereiche des Datensatzes in unterschiedlichen Skalierungen und Abstraktionen angezeigt werden. Die Übersichtsebene (Abbildung 5.1 ①) repräsentiert das gesamte Textdokument. Im Kontext dieser Arbeit werden dadurch höhere Textdokumentstrukturen wie beispielsweise verschiedene Buchreihen oder Buchkapitel dargestellt. Auf der Detailebene (Abbildung 5.1 ②) werden die Textzeilen der geladenen Textdokumente angezeigt. Die dazwischen liegenden Textabschnitte bzw. Ebenen interpolieren ihre Skalierungen zwischen diesen beiden Extremen. Die Zwischenaggregationsebenen können beispielsweise Unterkapitel, Seiten oder Paragraphen sein.

Per Mausinteraktionen können die Anwender\*innen auf den verschiedenen Abstraktionsebenen navigieren. Dabei wird die fokussierte Position bzw. Textzeile in der Mitte der Detailebene angezeigt und über alle weiteren Ebenen synchronisiert. Eine Hervorhebung kennzeichnet den sichtbaren Bereich der Detailebene, wie in Abbildung 5.1 mit einem roten Rahmen dargestellt. Mit Ausnahme der Übersichtsebene, die den kompletten Text repräsentiert, werden alle weiteren synchronisiert, um den ausgewählten Textbereich darzustellen. Es kann dabei beliebig auf den unterschiedlichen Ebenen navigiert werden, um beispielsweise auf der Detailebene im Text zu navigieren oder über die höheren Ebenen zu weiter entfernten Textpassagen zu springen.

### 5.2.2 Automatische Analyseverfahren

Der *VarifocalReader* integriert mehrere automatische *NLP*-Verfahren (Kapitel 2.2.1) für die Vorverarbeitung der Textdokumente. Dabei werden Verfahren für die Generierung von zusätzlichen Dokumentstrukturen, zur





**Abbildung 5.1** — Schematische Darstellung des *SmoothScroll*-Ansatz mit drei unterschiedlichen Ebenen. Die Übersichtsebene repräsentiert das gesamte Textdokument, während die Detailebene die einzelnen Textzeilen darstellt. Die dazwischen liegenden Ebenen interpolieren ihre Skalierungen zwischen diesen beiden Extremen. Die rote Hervorhebung stellt den fokussierten Textbereich auf den verschiedenen Ebenen dar.

Erstellung von automatischen Zusammenfassungen und zur Extraktion von Entitäten und Werken unterstützt.

Zur Generierung für zusätzliche Dokumentstrukturen wird *Topic Segmentation* verwendet. Dieses *NLP*-Verfahren versucht, längere Textabschnitte in kleinere aussagekräftige Bereiche zu unterteilen. Der integrierte *C99*-Algorithmus [Choi, 2000] betrachtet die Textähnlichkeit anhand der Kosinusbildanz, um Themenwechsel in den Texten zu identifizieren. Basierend auf den Themenwechseln, zerlegt der Algorithmus größere Textblöcke in kleinere. Dadurch können zusätzliche Ebenen bereitgestellt werden, falls diese in der Dokumentstruktur nicht ausgezeichnet sind. Beispielsweise können nicht ausgezeichnete Unterkapitel erzeugt werden, um diskutierte Themen in den Kapiteln detaillierter darstellen und untersuchen zu können. *Topic Segmentation* wird nur auf der Kapitel- oder Unterkapitelebene unterstützt, da einzelne Seiten oder Paragraphen normalerweise keine vollständigen

oder aussagekräftigen Themen beschreiben und somit zu unvollständigen Themensegmenten führen würden.

Ferner werden textuelle Zusammenfassungen der einzelnen Segmente der Abstraktionsebenen unterstützt, die als *Word Cloud*-Darstellungen angezeigt werden können. Für die Generierung der *Word Clouds* wird zunächst *POS-Tagging* durchgeführt. Dadurch können Substantive aus den Textabschnitten extrahiert werden, welche nach Rücksprache mit den Literaturwissenschaftler\*innen, die diskutierten Konzepte in Poetiken am besten widerspiegeln. Hierfür wird die *Stanford CoreNLP*-Bibliothek [Manning et al., 2014] mit Modellen für deutsche und englische Texte verwendet. Anschließend wird *tf-idf* (Kapitel 2.2.2) berechnet, um die Gewichtung für die extrahierten Substantive innerhalb der Ebenen zu bestimmen. Des Weiteren wird mithilfe der *Stanford CoreNLP*-Bibliothek *NER* durchgeführt, um Figuren und Orte aus den Textdokumenten abzuleiten. Außerdem wird ein regelbasierter Ansatz, der von den beteiligten Computerlinguisten im *ePoetics*-Projekt entwickelt worden ist, eingesetzt, um Zitate und Referenzen zu identifizieren.

### 5.2.3 VarifocalReader

In Abbildung 5.2 ist der Hauptanwendungsbereich des *VarifocalReader* mit Staigers “Grundbegriffe der Poetik” [Staiger, 1946] dargestellt. Durch die Symbole oberhalb der Ebenen (Abbildung 5.2 ①) können Anwender\*innen verschiedene visuelle Abstraktionen auf den Ebenen aktivieren. Dabei kann zwischen *Word Clouds*, Balkendiagrammen und Piktogrammen gewählt werden.

Die generierten *Word Clouds* bieten eine visuell ansprechende Zusammenfassung der verschiedenen Textsegmente. Dadurch können beispielsweise Themen oder Figuren in den unterschiedlichen Textbereichen erkannt werden. Für die Darstellung der *Word Clouds* wird ein sequentielles Layout mit horizontaler und vertikaler Anordnung der Begriffe verwendet. Dabei werden die Wörter anhand der *tf-idf*-Gewichtung sortiert und die Gewichtung auf die Schriftgröße abgebildet, wie in Abbildung 5.2 ① dargestellt.

Die Balkendiagramme (Abbildung 5.2 ②) stellen die Häufigkeitsvorkommen der Textmerkmale in den verschiedenen Segmenten der Ebenen dar. Zusätzlich zu den Balkendiagrammen können Piktogramme (Abbildung 5.2 ③) angezeigt werden, die die Textpositionen der Merkmale in den Segmenten darstellen.

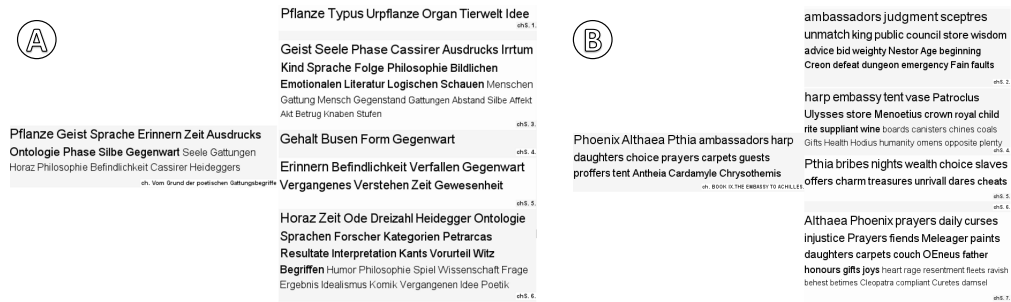
In der Detailebene bzw. Textebene werden die ausgezeichneten Textmerkmale mit der zugewiesenen Annotationsfarbe hervorgehoben. Falls sich

The image shows a digital annotation interface for a text document. On the left, a sidebar contains a table of contents with categories like 'Kehreim Sprache Dichter', 'Strophen Stimmung Lied', and 'Verse Lyrischen Musik Dichtung'. The main area displays text from page 184 to 191, with various annotations and a search bar. Annotations include circled letters (A-F), colored boxes, and lines connecting to the sidebar. The text on the right side of the image is a transcription of the annotated text.

**Annotations:**

- A:** hat ihn beledigt. Es reißt ihn hin, die Beledigung zu vergelten. Wenn er hier stehen bliebe, rage er nicht einmal über Butler hinaus. Er fragt aber weiter nach dem Recht. Die Grafin Terzky reißt ihn ein, das Recht verleihe Gegenrecht. Der Kaiser aber habe **Recht** öffentlich Unrecht zugefügt und durch den Arm seines Feldherrn unerschmalige Taten ausgeführt. Diesen Gedanken anerkennen, ist **Recht** unansehnlich oder bereit.
- B:** Instanz, das Wohl des Staates, das Heil der Menschheit zu Rate zieht. Der Kaiser ist schwach und vermag dem noch über die Gegenwart hinaus und versucht, das bedingten Deutschland dem Frieden nicht zu schaffen, während sich **Recht** gestirnt auf das Heer, diese Leistung zutragen darf. Schließlich dringt sein Blick Urteil der Weltgeschichte zu lesen. Der Sieger ist, der die Geschichte schreibt. Wie **Jahns Casar** wird auch **Recht** inabbedeckt vor der Nachwelt stehen.
- C:** In dieser Argumentation hört sich die realistische Welt und helfen die dunklen Gefühle sich zu scharf geprägten Begriffen ab. Der astrologische Glaube kronn die Idee, die **Recht** Leben beherrscht. Es scheint nichts Höheres zu geben. **Max Piccolomini** aber treibt die Frage **Wannwilleit**, noch weiter und appelliert an eine Instanz, die jenseits alles Irdischen gilt, an das Urteil der absoluten Person. Wohlleht der Mensch, um tätig zu sein, um sich zu führen und durchzusetzen. Doch wenn er sich vor die Wahl zwischen Sinnen Glück und Seelenfrieden, ja nur schon vor die Wahl zwischen irdischem Fortbestand und Pflicht gestellt sieht, so hat er sich für die Pflicht zu entscheiden. Zu begründen geht es da weiter nichts. Der kategorische Imperativ trägt seine Begründung in sich selbst und gibt sich unmißverständlich als die höchste Gerichtsbehörde kund.
- D:** Der Dichter steht auf der Seite von **Max** und wude mit dem Propheten sprechen. **ES** ist die gesungte **o Mensch, was gut ist**. **Maxens** Gespräch mit **Recht** deckt die Schrift des Gesetzes auf, vor dem sich alles verantworten hat. Es enthält die idealistische Welt, auf die das ganze Geschehen ankommt. **Schiller** Problem, auf das er es schon vom ersten Auftritt an abgesehen hat. Was folgt und was der Dichter aus technischer
- E:** er sich für die Pflicht zu entscheiden. Zu begründen geht es da weiter nichts. Der kategorische Imperativ trägt seine Begründung in sich selbst und gibt sich unmißverständlich als die höchste Gerichtsbehörde kund. Der Dichter steht auf der Seite von Max und wude mit dem Propheten sprechen. alle ist dir gesagt, o Mensch, was gut ist. Maxens Gespräch mit Recht deckt die Schrift des Gesetzes auf, vor dem sich alles verantworten hat. Es enthält die idealistische Welt, auf die das ganze Geschehen ankommt. Schiller Problem, auf das er es schon vom ersten Auftritt an abgesehen hat. Was folgt und was der Dichter aus technischer
- F:** hat ihn beledigt. Es reißt ihn hin, die Beledigung zu vergelten. Wenn er hier stehen bliebe, rage er nicht einmal über Butler hinaus. Er fragt aber weiter nach dem Recht. Die Grafin Terzky reißt ihn ein, das Recht verleihe Gegenrecht. Der Kaiser aber habe Recht öffentlich Unrecht zugefügt und durch den Arm seines Feldherrn unerschmalige Taten ausgeführt. Diesen Gedanken anerkennen, ist Recht unansehnlich oder bereit. Instanz, das Wohl des Staates, das Heil der Menschheit zu Rate zieht. Der Kaiser ist schwach und vermag dem noch über die Gegenwart hinaus und versucht, das bedingten Deutschland dem Frieden nicht zu schaffen, während sich Recht gestirnt auf das Heer, diese Leistung zutragen darf. Schließlich dringt sein Blick Urteil der Weltgeschichte zu lesen. Der Sieger ist, der die Geschichte schreibt. Wie Jahns Casar wird auch Recht inabbedeckt vor der Nachwelt stehen. In dieser Argumentation hört sich die realistische Welt und helfen die dunklen Gefühle sich zu scharf geprägten Begriffen ab. Der astrologische Glaube kronn die Idee, die Recht Leben beherrscht. Es scheint nichts Höheres zu geben. Max Piccolomini aber treibt die Frage Wannwilleit, noch weiter und appelliert an eine Instanz, die jenseits alles Irdischen gilt, an das Urteil der absoluten Person. Wohlleht der Mensch, um tätig zu sein, um sich zu führen und durchzusetzen. Doch wenn er sich vor die Wahl zwischen Sinnen Glück und Seelenfrieden, ja nur schon vor die Wahl zwischen irdischem Fortbestand und Pflicht gestellt sieht, so hat er sich für die Pflicht zu entscheiden. Zu begründen geht es da weiter nichts. Der kategorische Imperativ trägt seine Begründung in sich selbst und gibt sich unmißverständlich als die höchste Gerichtsbehörde kund.

Abbildung 5.2 — Emil Staigers “Grundbegriffe der Poetik” unterteilt in unterschiedlichen Ebenen. A) Kapitel (mit Word Clouds), B) Unterkapitel (mit Balkendiagrammen und Piktogrammen), C) Seiten (mit Piktogrammen), D) Textzeilen (mit hervorgehobenen Annotationen) und E) gesammte Digitalisate der fokussierten Seite.



**Abbildung 5.3** — Topic Segmentation - Beispiele: (A) Unterteilung des ersten Kapitels von Emil Staigers Poetik “Grundbegriffe der Poetik” und (B) dem neunten Kapitel von Homers “Ilias” in mehrere Textsegmente durch *Topic Segmentation*.

Annotationen bei den Piktogrammen oder in der Textansicht überlappen, wird ein *Alpha-Blending* verwendet, um dies kenntlich zu machen. Außerdem können Wörter oder Textmerkmale in der Textansicht selektiert und durch ein Kontextmenü gelöscht, geändert oder neu erstellt werden.

Ferner sind die Ebenen und visuellen Abstraktionen miteinander verknüpft. Dadurch ist es beispielsweise möglich, Balkendiagramme, Annotationen in der Textansicht oder Begriffe in den *Word Clouds* zu selektieren, sodass diese Textmerkmale auch in allen Ebenen und Abstraktionen mit Rot hervorgehoben werden, siehe Abbildung 5.2. Dadurch erhalten Anwender\*innen eine Übersicht über die Verteilung ausgewählter Merkmale und haben die Möglichkeit, gezielt zu diesen Vorkommen im Text zu navigieren.

Der *VarifocalReader* unterstützt außerdem die Möglichkeit, gescannte Buchseiten neben der Textebene anzeigen zu lassen, siehe Abbildung 5.2 (E). Dadurch können Textpassagen mit Abbildungen untersucht werden, die im *VarifocalReader* nicht dargestellt werden können.

Wie in Abschnitt 5.2.2 bereits erwähnt, kann *Topic Segmentation* für die Analyse längerer Textabschnitte hilfreich sein. Beispielsweise behandelt das Kapitel “Vom Grund der poetischen Gattungsbegriffe” von Staigers Poetik mehrere Themen wie die Tierwelt oder spirituelle und zeitliche Aspekte (Abbildung 5.3 (A)). Durch die Integration des *Topic Segmentation*-Algorithmus kann dieses Kapitel in sechs verschiedene Textsegmente unterteilt werden. Es ist ersichtlich, dass diese Textabschnitte die unterschiedlichen Themen des Kapitels ausführlicher beschreiben. Während das erste Segment die Tierwelt thematisiert, beschreibt der nachfolgende Abschnitt spirituelle Themen und zeitliche Zusammenhänge. Durch die automatisch generierten Textabschnitte können Themenschwerpunkte und Abfolgen detaillierter erfasst werden.

In Abbildung 5.3 ② wird ein weiteres Beispiel für die Analyse von längeren Textabschnitten mit *Topic Segmentation* präsentiert. Dieses Beispiel zeigt auf der linken Seite eine *Word Cloud*-Zusammenfassung für das neunte Kapitel von der englischen Ausgabe von Homers “Ilias” und auf der rechten Seite sieben generierte Textsegmente. Im Gegensatz zur Staigers Poetik handelt es sich bei Homers “Ilias” um eine fiktionale Geschichte. Die Unterschiede der Textgrundlagen zeigen sich in den *Word Cloud*-Zusammenfassungen. Während bei der Poetik abstrakte Themen dargestellt werden, beschreiben die *Word Clouds* bei Homers “Ilias” den Verlauf der Geschichte mit vorkommenden Entitäten und Ereignisse. Ereignisse wie das Gerichtsurteil (judgment) und der Rat (council) werden als Themenschwerpunkte angezeigt, sowie die zentralen Figuren *Patroclus*, *Ulysses* oder *Althaea*. Dieses Beispiel zeigt, dass die Unterteilung längerer Textabschnitt durch *Topic Segmentation* ebenfalls nützlich sein kann für die Untersuchung von narrativen Texten.

Des Weiteren bietet der *VarifocalReader* die Möglichkeit einer vergleichenden Analyse von zwei Textdokumenten. Für diese Untersuchung wird die Bildschirmansicht dupliziert und die Textdokumente nebeneinander dargestellt, siehe Abbildung 5.4. Dadurch können beispielsweise bestimmte Themen, Konzepte oder Verteilungen von Textmerkmalen vergleichend untersucht werden.

## 5.3 Anwendungsszenarien

Nachfolgend werden zwei Anwendungsszenarien vorgestellt, welche erfolgreiche Anwendungen des Visualisierungswerkzeugs widerspiegeln. Das erste Szenario beschäftigt sich mit der Analyse von Staigers Poetik “Grundbegriffe der Poetik” und basiert auf realen Fragestellungen der Literaturwissenschaftler\*innen des *ePoetics*-Projekt. Das zweite Anwendungsszenario zeigt eine exemplarische Untersuchung der “Ilias” von Homer.

### 5.3.1 Analyse von Autoren für literarische Genres

Wie in Kapitel 2.3.1 erwähnt, befasst sich das interdisziplinäre Projekt *ePoetics* mit der Analyse von deutschen Poetiken. Eine spezifische Forschungsfrage der Literaturwissenschaftler\*innen ist, wie wiederkehrende Themen oder Stile in den Poetiken eingeführt und diskutiert werden. Nachfolgend ist die Vorgehensweise einer Literaturwissenschaftlerin für solch eine Forschungsfrage mit dem *VarifocalReader* beschrieben.

Zunächst lädt die Expertin eine digitale Version von Staigers “Grundbegriffe der Poetik” in den *VarifocalReader*. Die Analyistin weiß bereits, dass

Chapter 5 • Visuelle Analyse längerer Textdokumente

Seite 1

Erweiterung

Iljas Kasus

Schwerpunkt Haus

Aias Organismus

Addition Birnen Folgen

Schrift Zeus Iljas

Orakel Menschen

Funktionen Gesamtplan

Geschichte Gesamtplanung

Reinheit

Mythen

Spitzelei

Anspielungen

Bodenlosigkeit

Fuchs Moral von Volk

Andeutungen

Patros Rampe

Redner Gewalt

Bestehende Rome

Schmerz

Stauffacher O

Faustin Fabel

Lesing Cornelle

Theater Chor

Hedda Rache Weib

Aristoteles

Laidenschaft

Die wertvollste, oder gar ungewollte Verwandtschaft mit Homer — die, wie alles Gattungsnahge, kein Verortet begründen kann — fällt hier besonders ins Gewicht. So darf auch noch von manchen Unverträglichkeiten die Rede sein, von topographischen Widersprüchen zum Beispiel, die es verbindet, alle Aussagen über den Olymp und das Metereichhand in ein Ganzes zusammenzudenken. Man sieht sich gezwungen, mit einer anderen, wieder durch allegorische Analogien zueinander verknüpft und den Blick auf die epische Fülle der Dichtung zu werfen.

Ein solches archaisches Phänomen! Es wird vielleicht verständlicher, wenn wir bedenken, daß es bereits in eine Epoche gehört, die aus der christlichen Zeit heranzutreten beginnt, die nicht nur den christlichen Heilsglauben preisgibt, sondern auch alle sakralisierte Spannung in die Zukunft verlegt, die Idee des Fortschritts, die Eschatologie am Sinne Karus und Hegele, die ästhetische Stärke. Die Antwort auf ein **Wort**, die nicht aus gerade bei **Sünde**, der wir **Worte**, die völlig Zerkleinert der Dichtung hat jeder Gegenheit bereit. Hängt nicht dann die Wahrheit eines eiten fenschen Sins zusammen? Die Umwelt des Dichters

Sinnung und Linie andere Dichtung ist möglich, hervor, in mehr oder minder ausgeprägter Weise, ein Grund gelegt ist, ein Volk soll gleichzeitig die Dinge so zu kennen, wie der Dichter, selber dem Volk verpflichtet, sie darstellt. Dasselbe nennt **Herodotus** **Assyrien**.

Homer und **Herodotus** hatten den Griechen ihre Geier geschrieben. Das Bekannte nämlich, das Dichter stiften, ist am deutlichsten sichtbar in den Göttern, die zwar geboren werden, aber niemals sterben, in deren Machtbereich man alles, was kommt und geht, vernünftlich wird.

Wir kennen **Hellas** Vorhüter nicht. Er ist für uns der älteste Dichter in europäischen Sprachgebiet und steht für alle, von deren Spuren in seinen Epen noch sichtbar sind. Sofern Überlieferung die Völker Europas verbindet, darf Homer demnach als Vater Europas gelten. Sofern Überlieferung die Völker Europas verbindet, ist Homer aber auch der einzige Dichter, in dem das Wesen des Epischen noch eigenmächtig ein ersichtliches Ran Episches ist später nicht mehr möglich.

aus dem einfachen Grund, weil **Hellas** (**Kolonien**) und der ganze epische K.ikos man bekannt sind und bereits zum Stoff für eine neue geistige Tätigkeit werden. So wenig der Mann wieder Kind werden kann, so wenig kann die Menschheit in unangenehmer Tradition wieder auf die Stufe des Epischen zurück und sich mit dem bloßen Festhalten begnügen, nachdem das Dichten und Unterordnen der Teile einmal begonnen hat. Dies aber setzt unvernünftig ein, sobald ein gewisser Abschluß erreicht ist und eine weitere parabolische Aufhebung sich nicht mehr lohnt. Zumindest die Erfindung

der Schrift hat es nahe. Sie findet geradezu auf dem Digen in erleichterter Übersicht eine neue Seite abzugewinnen.

Seite 2

Erweiterung

Iljas Kasus

Schwerpunkt Haus

Aias Organismus

Addition Birnen Folgen

Schrift Zeus Iljas

Orakel Menschen

Funktionen Gesamtplan

Geschichte Gesamtplanung

Reinheit

Mythen

Spitzelei

Anspielungen

Bodenlosigkeit

Fuchs Moral von Volk

Andeutungen

Patros Rampe

Redner Gewalt

Bestehende Rome

Schmerz

Stauffacher O

Faustin Fabel

Lesing Cornelle

Theater Chor

Hedda Rache Weib

Aristoteles

Laidenschaft

Die wertvollste, oder gar ungewollte Verwandtschaft mit Homer — die, wie alles Gattungsnahge, kein Verortet begründen kann — fällt hier besonders ins Gewicht. So darf auch noch von manchen Unverträglichkeiten die Rede sein, von topographischen Widersprüchen zum Beispiel, die es verbindet, alle Aussagen über den Olymp und das Metereichhand in ein Ganzes zusammenzudenken. Man sieht sich gezwungen, mit einer anderen, wieder durch allegorische Analogien zueinander verknüpft und den Blick auf die epische Fülle der Dichtung zu werfen.

Ein solches archaisches Phänomen! Es wird vielleicht verständlicher, wenn wir bedenken, daß es bereits in eine Epoche gehört, die aus der christlichen Zeit heranzutreten beginnt, die nicht nur den christlichen Heilsglauben preisgibt, sondern auch alle sakralisierte Spannung in die Zukunft verlegt, die Idee des Fortschritts, die Eschatologie am Sinne Karus und Hegele, die ästhetische Stärke. Die Antwort auf ein **Wort**, die nicht aus gerade bei **Sünde**, der wir **Worte**, die völlig Zerkleinert der Dichtung hat jeder Gegenheit bereit. Hängt nicht dann die Wahrheit eines eiten fenschen Sins zusammen? Die Umwelt des Dichters

Seite 3

Erweiterung

Iljas Kasus

Schwerpunkt Haus

Aias Organismus

Addition Birnen Folgen

Schrift Zeus Iljas

Orakel Menschen

Funktionen Gesamtplan

Geschichte Gesamtplanung

Reinheit

Mythen

Spitzelei

Anspielungen

Bodenlosigkeit

Fuchs Moral von Volk

Andeutungen

Patros Rampe

Redner Gewalt

Bestehende Rome

Schmerz

Stauffacher O

Faustin Fabel

Lesing Cornelle

Theater Chor

Hedda Rache Weib

Aristoteles

Laidenschaft

Die wertvollste, oder gar ungewollte Verwandtschaft mit Homer — die, wie alles Gattungsnahge, kein Verortet begründen kann — fällt hier besonders ins Gewicht. So darf auch noch von manchen Unverträglichkeiten die Rede sein, von topographischen Widersprüchen zum Beispiel, die es verbindet, alle Aussagen über den Olymp und das Metereichhand in ein Ganzes zusammenzudenken. Man sieht sich gezwungen, mit einer anderen, wieder durch allegorische Analogien zueinander verknüpft und den Blick auf die epische Fülle der Dichtung zu werfen.

Ein solches archaisches Phänomen! Es wird vielleicht verständlicher, wenn wir bedenken, daß es bereits in eine Epoche gehört, die aus der christlichen Zeit heranzutreten beginnt, die nicht nur den christlichen Heilsglauben preisgibt, sondern auch alle sakralisierte Spannung in die Zukunft verlegt, die Idee des Fortschritts, die Eschatologie am Sinne Karus und Hegele, die ästhetische Stärke. Die Antwort auf ein **Wort**, die nicht aus gerade bei **Sünde**, der wir **Worte**, die völlig Zerkleinert der Dichtung hat jeder Gegenheit bereit. Hängt nicht dann die Wahrheit eines eiten fenschen Sins zusammen? Die Umwelt des Dichters

Seite 4

Erweiterung

Iljas Kasus

Schwerpunkt Haus

Aias Organismus

Addition Birnen Folgen

Schrift Zeus Iljas

Orakel Menschen

Funktionen Gesamtplan

Geschichte Gesamtplanung

Reinheit

Mythen

Spitzelei

Anspielungen

Bodenlosigkeit

Fuchs Moral von Volk

Andeutungen

Patros Rampe

Redner Gewalt

Bestehende Rome

Schmerz

Stauffacher O

Faustin Fabel

Lesing Cornelle

Theater Chor

Hedda Rache Weib

Aristoteles

Laidenschaft

Die wertvollste, oder gar ungewollte Verwandtschaft mit Homer — die, wie alles Gattungsnahge, kein Verortet begründen kann — fällt hier besonders ins Gewicht. So darf auch noch von manchen Unverträglichkeiten die Rede sein, von topographischen Widersprüchen zum Beispiel, die es verbindet, alle Aussagen über den Olymp und das Metereichhand in ein Ganzes zusammenzudenken. Man sieht sich gezwungen, mit einer anderen, wieder durch allegorische Analogien zueinander verknüpft und den Blick auf die epische Fülle der Dichtung zu werfen.

Ein solches archaisches Phänomen! Es wird vielleicht verständlicher, wenn wir bedenken, daß es bereits in eine Epoche gehört, die aus der christlichen Zeit heranzutreten beginnt, die nicht nur den christlichen Heilsglauben preisgibt, sondern auch alle sakralisierte Spannung in die Zukunft verlegt, die Idee des Fortschritts, die Eschatologie am Sinne Karus und Hegele, die ästhetische Stärke. Die Antwort auf ein **Wort**, die nicht aus gerade bei **Sünde**, der wir **Worte**, die völlig Zerkleinert der Dichtung hat jeder Gegenheit bereit. Hängt nicht dann die Wahrheit eines eiten fenschen Sins zusammen? Die Umwelt des Dichters

Seite 5

Erweiterung

Iljas Kasus

Schwerpunkt Haus

Aias Organismus

Addition Birnen Folgen

Schrift Zeus Iljas

Orakel Menschen

Funktionen Gesamtplan

Geschichte Gesamtplanung

Reinheit

Mythen

Spitzelei

Anspielungen

Bodenlosigkeit

Fuchs Moral von Volk

Andeutungen

Patros Rampe

Redner Gewalt

Bestehende Rome

Schmerz

Stauffacher O

Faustin Fabel

Lesing Cornelle

Theater Chor

Hedda Rache Weib

Aristoteles

Laidenschaft

Die wertvollste, oder gar ungewollte Verwandtschaft mit Homer — die, wie alles Gattungsnahge, kein Verortet begründen kann — fällt hier besonders ins Gewicht. So darf auch noch von manchen Unverträglichkeiten die Rede sein, von topographischen Widersprüchen zum Beispiel, die es verbindet, alle Aussagen über den Olymp und das Metereichhand in ein Ganzes zusammenzudenken. Man sieht sich gezwungen, mit einer anderen, wieder durch allegorische Analogien zueinander verknüpft und den Blick auf die epische Fülle der Dichtung zu werfen.

Ein solches archaisches Phänomen! Es wird vielleicht verständlicher, wenn wir bedenken, daß es bereits in eine Epoche gehört, die aus der christlichen Zeit heranzutreten beginnt, die nicht nur den christlichen Heilsglauben preisgibt, sondern auch alle sakralisierte Spannung in die Zukunft verlegt, die Idee des Fortschritts, die Eschatologie am Sinne Karus und Hegele, die ästhetische Stärke. Die Antwort auf ein **Wort**, die nicht aus gerade bei **Sünde**, der wir **Worte**, die völlig Zerkleinert der Dichtung hat jeder Gegenheit bereit. Hängt nicht dann die Wahrheit eines eiten fenschen Sins zusammen? Die Umwelt des Dichters

Seite 6

Erweiterung

Iljas Kasus

Schwerpunkt Haus

Aias Organismus

Addition Birnen Folgen

Schrift Zeus Iljas

Orakel Menschen

Funktionen Gesamtplan

Geschichte Gesamtplanung

Reinheit

Mythen

Spitzelei

Anspielungen

Bodenlosigkeit

Fuchs Moral von Volk

Andeutungen

Patros Rampe

Redner Gewalt

Bestehende Rome

Schmerz

Stauffacher O

Faustin Fabel

Lesing Cornelle

Theater Chor

Hedda Rache Weib

Aristoteles

Laidenschaft

Die wertvollste, oder gar ungewollte Verwandtschaft mit Homer — die, wie alles Gattungsnahge, kein Verortet begründen kann — fällt hier besonders ins Gewicht. So darf auch noch von manchen Unverträglichkeiten die Rede sein, von topographischen Widersprüchen zum Beispiel, die es verbindet, alle Aussagen über den Olymp und das Metereichhand in ein Ganzes zusammenzudenken. Man sieht sich gezwungen, mit einer anderen, wieder durch allegorische Analogien zueinander verknüpft und den Blick auf die epische Fülle der Dichtung zu werfen.

Ein solches archaisches Phänomen! Es wird vielleicht verständlicher, wenn wir bedenken, daß es bereits in eine Epoche gehört, die aus der christlichen Zeit heranzutreten beginnt, die nicht nur den christlichen Heilsglauben preisgibt, sondern auch alle sakralisierte Spannung in die Zukunft verlegt, die Idee des Fortschritts, die Eschatologie am Sinne Karus und Hegele, die ästhetische Stärke. Die Antwort auf ein **Wort**, die nicht aus gerade bei **Sünde**, der wir **Worte**, die völlig Zerkleinert der Dichtung hat jeder Gegenheit bereit. Hängt nicht dann die Wahrheit eines eiten fenschen Sins zusammen? Die Umwelt des Dichters

Seite 7

Erweiterung

Iljas Kasus

Schwerpunkt Haus

Aias Organismus

Addition Birnen Folgen

Schrift Zeus Iljas

Orakel Menschen

Funktionen Gesamtplan

Geschichte Gesamtplanung

Reinheit

Mythen

Spitzelei

Anspielungen

Bodenlosigkeit

Fuchs Moral von Volk

Andeutungen

Patros Rampe

Redner Gewalt

Bestehende Rome

Schmerz

Stauffacher O

Faustin Fabel

Lesing Cornelle

Theater Chor

Hedda Rache Weib

Aristoteles

Laidenschaft

Die wertvollste, oder gar ungewollte Verwandtschaft mit Homer — die, wie alles Gattungsnahge, kein Verortet begründen kann — fällt hier besonders ins Gewicht. So darf auch noch von manchen Unverträglichkeiten die Rede sein, von topographischen Widersprüchen zum Beispiel, die es verbindet, alle Aussagen über den Olymp und das Metereichhand in ein Ganzes zusammenzudenken. Man sieht sich gezwungen, mit einer anderen, wieder durch allegorische Analogien zueinander verknüpft und den Blick auf die epische Fülle der Dichtung zu werfen.

Ein solches archaisches Phänomen! Es wird vielleicht verständlicher, wenn wir bedenken, daß es bereits in eine Epoche gehört, die aus der christlichen Zeit heranzutreten beginnt, die nicht nur den christlichen Heilsglauben preisgibt, sondern auch alle sakralisierte Spannung in die Zukunft verlegt, die Idee des Fortschritts, die Eschatologie am Sinne Karus und Hegele, die ästhetische Stärke. Die Antwort auf ein **Wort**, die nicht aus gerade bei **Sünde**, der wir **Worte**, die völlig Zerkleinert der Dichtung hat jeder Gegenheit bereit. Hängt nicht dann die Wahrheit eines eiten fenschen Sins zusammen? Die Umwelt des Dichters

Seite 8

Erweiterung

Iljas Kasus

Schwerpunkt Haus

Aias Organismus

Addition Birnen Folgen

Schrift Zeus Iljas

Orakel Menschen

Funktionen Gesamtplan

Geschichte Gesamtplanung

Reinheit

Mythen

Spitzelei

Anspielungen

Bodenlosigkeit

Fuchs Moral von Volk

Andeutungen

Patros Rampe

Redner Gewalt

Bestehende Rome

Schmerz

Stauffacher O

Faustin Fabel

Lesing Cornelle

Theater Chor

Hedda Rache Weib

Aristoteles

Laidenschaft

Die wertvollste, oder gar ungewollte Verwandtschaft mit Homer — die, wie alles Gattungsnahge, kein Verortet begründen kann — fällt hier besonders ins Gewicht. So darf auch noch von manchen Unverträglichkeiten die Rede sein, von topographischen Widersprüchen zum Beispiel, die es verbindet, alle Aussagen über den Olymp und das Metereichhand in ein Ganzes zusammenzudenken. Man sieht sich gezwungen, mit einer anderen, wieder durch allegorische Analogien zueinander verknüpft und den Blick auf die epische Fülle der Dichtung zu werfen.

Ein solches archaisches Phänomen! Es wird vielleicht verständlicher, wenn wir bedenken, daß es bereits in eine Epoche gehört, die aus der christlichen Zeit heranzutreten beginnt, die nicht nur den christlichen Heilsglauben preisgibt, sondern auch alle sakralisierte Spannung in die Zukunft verlegt, die Idee des Fortschritts, die Eschatologie am Sinne Karus und Hegele, die ästhetische Stärke. Die Antwort auf ein **Wort**, die nicht aus gerade bei **Sünde**, der wir **Worte**, die völlig Zerkleinert der Dichtung hat jeder Gegenheit bereit. Hängt nicht dann die Wahrheit eines eiten fenschen Sins zusammen? Die Umwelt des Dichters

Seite 9

Erweiterung

Iljas Kasus

Schwerpunkt Haus

Aias Organismus

Addition Birnen Folgen

Schrift Zeus Iljas

Orakel Menschen

Funktionen Gesamtplan

Geschichte Gesamtplanung

Reinheit

Mythen

Spitzelei

Anspielungen

Bodenlosigkeit

Fuchs Moral von Volk

Andeutungen

Patros Rampe

Redner Gewalt

Bestehende Rome

Schmerz

Stauffacher O

Faustin Fabel

Lesing Cornelle

Theater Chor

Hedda Rache Weib

Aristoteles

Laidenschaft

Die wertvollste, oder gar ungewollte Verwandtschaft mit Homer — die, wie alles Gattungsnahge, kein Verortet begründen kann — fällt hier besonders ins Gewicht. So darf auch noch von manchen Unverträglichkeiten die Rede sein, von topographischen Widersprüchen zum Beispiel, die es verbindet, alle Aussagen über den Olymp und das Metereichhand in ein Ganzes zusammenzudenken. Man sieht sich gezwungen, mit einer anderen, wieder durch allegorische Analogien zueinander verknüpft und den Blick auf die epische Fülle der Dichtung zu werfen.

Ein solches archaisches Phänomen! Es wird vielleicht verständlicher, wenn wir bedenken, daß es bereits in eine Epoche gehört, die aus der christlichen Zeit heranzutreten beginnt, die nicht nur den christlichen Heilsglauben preisgibt, sondern auch alle sakralisierte Spannung in die Zukunft verlegt, die Idee des Fortschritts, die Eschatologie am Sinne Karus und Hegele, die ästhetische Stärke. Die Antwort auf ein **Wort**, die nicht aus gerade bei **Sünde**, der wir **Worte**, die völlig Zerkleinert der Dichtung hat jeder Gegenheit bereit. Hängt nicht dann die Wahrheit eines eiten fenschen Sins zusammen? Die Umwelt des Dichters

Seite 10

Erweiterung

Iljas Kasus

Schwerpunkt Haus

Aias Organismus

Addition Birnen Folgen

Schrift Zeus Iljas

Orakel Menschen

Funktionen Gesamtplan

Geschichte Gesamtplanung

Reinheit

Mythen

Spitzelei

Anspielungen

Bodenlosigkeit

Fuchs Moral von Volk

Andeutungen

Patros Rampe

Redner Gewalt

Bestehende Rome

Schmerz

Stauffacher O

Faustin Fabel

Lesing Cornelle

Theater Chor

Hedda Rache Weib

Aristoteles

Laidenschaft

Die wertvollste, oder gar ungewollte Verwandtschaft mit Homer — die, wie alles Gattungsnahge, kein Verortet begründen kann — fällt hier besonders ins Gewicht. So darf auch noch von manchen Unverträglichkeiten die Rede sein, von topographischen Widersprüchen zum Beispiel, die es verbindet, alle Aussagen über den Olymp und das Metereichhand in ein Ganzes zusammenzudenken. Man sieht sich gezwungen, mit einer anderen, wieder durch allegorische Analogien zueinander verknüpft und den Blick auf die epische Fülle der Dichtung zu werfen.

Ein solches archaisches Phänomen! Es wird vielleicht verständlicher, wenn wir bedenken, daß es bereits in eine Epoche gehört, die aus der christlichen Zeit heranzutreten beginnt, die nicht nur den christlichen Heilsglauben preisgibt, sondern auch alle sakralisierte Spannung in die Zukunft verlegt, die Idee des Fortschritts, die Eschatologie am Sinne Karus und Hegele, die ästhetische Stärke. Die Antwort auf ein **Wort**, die nicht aus gerade bei **Sünde**, der wir **Worte**, die völlig Zerkleinert der Dichtung hat jeder Gegenheit bereit. Hängt nicht dann die Wahrheit eines eiten fenschen Sins zusammen? Die Umwelt des Dichters

Abbildung 5.4 — Eine vergleichende Analyse von zwei Textdokumenten mit dem *Vari focalReader*. Die Textdokumente werden nebeneinander dargestellt und in diesen kann unabhängig voneinander über die Hierarchieebenen auf die jeweiligen Textbereiche zugegriffen werden.

in Staigers Poetik hauptsächlich die drei literarischen Gattungen Lyrik, Dramatik und Epik behandelt werden. Dabei ist sie daran interessiert herauszufinden, welche literarischen Werke und Autoren Staiger im Kontext der dramatischen Literatur erwähnt. Im ersten Analyseschritt aktiviert die Expertin *Word Cloud*-Zusammenfassungen auf allen Ebenen, um einen Überblick der Themenschwerpunkte zu erhalten. Durch die Zusammenfassungen kann sie die Kapitel identifizieren, welche dramatische Werke erwähnen. Beispielsweise fällt ihr das Werk *Wallenstein* von Friedrich Schiller auf, siehe Abbildung 5.2 (F). Daraufhin selektiert sie den Begriff *Wallenstein* in der *Word Cloud*, um ihn auf den anderen Ebenen und visuellen Abstraktionen hervorzuheben.

Als nächste Analyseschritt aktiviert die Expertin *NER* und die regelbasierte Methode zur Erkennung von Zitaten und Werken. Dadurch kann sie die Figuren und Referenzen im Kontext von “Wallenstein” identifizieren. Dabei erkennt sie die erwarteten Entitäten wie beispielsweise den Autor des Werks *Friedrich Schiller* oder *Max Piccolomini*, die zentralen Figur im zweiten Teil von “Wallenstein” (Abbildung 5.2 (D)). Des Weiteren stellt sie fest, dass die vier literarischen Werke *König Ödipus*, *Antigone*, *Der zerbrochene Krug* und *Prinz Friedrich von Homburg* diskutiert werden, bevor sich Staiger dem Werk *Wallenstein* zuwendet. Durch eine genauere Textanalyse findet sie heraus, dass die vier Werke in einer kurzen Textpassage behandelt werden, verglichen mit der folgenden Diskussion über die Trilogie *Wallenstein*. Dies unterstreicht die Bedeutung von *Wallenstein* in diesem Unterkapitel und ebenfalls den Stellenwert von *Wallenstein* im Bezug auf die dramatische Literatur.

### 5.3.2 Exploration der Ilias

Um die Nützlichkeit für die Analyse von narrativen Texten darzustellen, wird eine beispielhafte Untersuchung von Homers “Ilias” präsentiert. Das Werk ist eine Erzählung über den Trojanischen Krieg und enthält Beschreibungen zahlreicher Ereignisse. Ein interessanter Aspekt ist der strukturelle Aufbau der Ilias, da jedes Kapitel mit einer Zusammenfassung der folgenden Themen beginnt.

In diesem Anwendungsszenario erinnert sich die Analystin, dass ein Kampf zwischen *Hector*, einem trojanischen Prinzen, und *Ajax*, einem der Helden Griechenlands, während der Erzählung stattgefunden hat. Sie kann sich jedoch nicht an die Gegebenheiten und Details des Kampfes entsinnen. Um mehr über diesen Kampf herauszufinden, aktiviert und durchsucht sie zunächst die *Word Cloud*-Zusammenfassungen. Während dieser Exploration

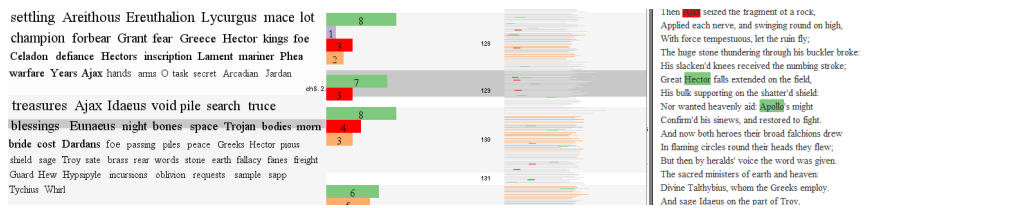
entdeckt sie, dass in Kapitel sieben *Ajax* und *Hector* gemeinsam vorkommen. Daraufhin, selektiert sie *Ajax* in der *Word Cloud* und navigiert zu den jeweiligen Textpassagen mithilfe der Hervorhebungen auf den verschiedenen Ebenen. Durch das Lesen einiger Textpassagen kann sie bestätigen, dass Kapitel 7 den Kampf zwischen *Ajax* und *Hector* beschreibt. Nachdem die Analystin die Zusammenfassung am Kapitelanfang gelesen hat, stellt sich für sie die Frage, welche äußeren Kräfte während des Kampfes eingegriffen haben und wer für das Ablehnen eines Friedensangebots verantwortlich ist.

Als ersten Analyseschritt aktiviert sie *Topic Segmentation* auf der Kapitel-ebene, da die "Ilias" keine Unterkapitel enthält. Anschließend lässt sie sich die *Word Clouds* auf der generierten Ebene anzeigen sowie Balkendiagramme und Piktogramme auf der Seitenebene. Dadurch kann sie zu den entsprechenden Textpassagen der vorkommenden Figuren und Ereignisse navigieren. Anschließend selektiert sie *Ajax* in der *Word Cloud*-Zusammenfassung (Abbildung 5.6) und findet heraus, dass *Ajax* und *Hector* nur im dritten generierten Textsegment zusammen auftreten. Durch das Lesen der Textpassage stellt sie fest, dass dieser Abschnitt den Kampf beschreibt. Dabei findet sie ebenfalls heraus, dass *Apollo*, Sohn des Göttervaters *Zeus*, in den Kampf eingreift, indem er *Hector* hilft, seine Kraft wiederherzustellen, nachdem er zu Boden gefallen ist (Abbildung 5.5).

Zur Beantwortung der zweiten Frage erinnert sie sich an den folgenden Textabschnitt, den sie in der Zusammenfassung des Kapitels gelesen hat: *Priam*, der König von Troja, sendet einen Boten, um ein Friedensangebot und einen Waffenstillstand zur Verbrennung der Toten zu fordern, jedoch wurde die Waffenruhe nur von *Agamemnon*, Anführer der Griechen, angenommen. Auf Basis dieser Informationen durchsucht sie die *Word Clouds* und stößt auf den Begriff Waffenstillstand (*truce*) ebenfalls im dritten Textabschnitt (Abbildung 5.5). Anschließend markiert sie den Begriff "truce", um die Vorkommen in der Textansicht hervorzuheben. Während sie die entsprechenden Textpassagen untersucht, findet sie heraus, dass *Diomedes*, der jüngste König der Griechen, sich gegen das Angebot von *Paris* ausspricht und so die Griechen überzeugt, das Friedensangebot abzulehnen.

Die beiden Anwendungsszenarios haben gezeigt, dass der *VarifocalReader* die Analyse von längeren Textdokumenten unterstützt. Dabei beschränkt sich der *VarifocalReader* nicht nur auf die Untersuchung von Poetiken, sondern kann ebenfalls für die visuelle Analyse von narrativen Texten eingesetzt werden.





**Abbildung 5.5** — Exemplarische Analyse von Homers “Ilias” mit drei Ebenen. Unterkapitel (mit Word Clouds), Seiten (mit Balkendiagrammen und Piktogrammen) und Textzeilen (mit hervorgehobenen Entitäten).

## 5.4 Evaluation

Um weitere Einblicke und Erkenntnisse über den Nutzen des *VarifocalReader* zu gewinnen, ist eine Benutzer\*innenstudie durchgeführt worden, die auf Interaktionsprotokollen und einem *Eye-Tracking*-Experiment basieren. Die aufgenommenen Daten sind anschließend mithilfe von zwei Analysetechniken [Blascheck et al., 2016a,b] ausgewertet und analysiert worden. Die beiden Techniken sind für die Synchronisierung von Interaktions- und *Eye-Tracking*-Daten entwickelt worden und ermöglichen es, Muster oder vielmehr Herangehensweisen der Anwender\*innen zu untersuchen. Dadurch kann beispielsweise festgestellt werden, welche visuellen Darstellungen und Abstraktionsebenen verwendet wurden. Nachfolgend wird auf die Anpassung des *VarifocalReader* für die Benutzer\*innenstudie eingegangen, bevor der Ablauf und die Erkenntnisse der Studie erläutert werden.

### 5.4.1 VarifocalReader - Erweiterung

Da die Studie auf einem *Eye-Tracking*-Experiment und der Interaktionen der Teilnehmer\*innen basiert, mussten zunächst Anpassungen am *VarifocalReader* vorgenommen werden, um das Aufnehmen und das Speichern der Daten zu ermöglichen. Für das Zuordnen der Augenbewegungsdaten sind bestimmte Bereiche, sogenannte *Areas-of-Interests (AOIs)* [Blascheck et al., 2016b], definiert worden, die für die Untersuchung des Werkzeugs näher betrachtet werden.

Hierfür wurde für jede dargestellte Ebene (Kapitel, Unterkapitel, Seiten und Paragraphen) jeweils eine AOI definiert, siehe Abbildung 5.6. Dadurch können die Augen- und Mauskoordinaten der Teilnehmer\*innen zu einem bestimmten Zeitpunkt einer definierten AOI zugeordnet werden. Zusätzlich werden die unterstützten Interaktionsmöglichkeiten gespeichert. Hierfür wird jeder Interaktionsmöglichkeit eine von Brehmer and Munzner [2013] definierten elf Kategorien zugewiesen. Für das Ein- und Ausblenden der visuellen



**Abbildung 5.6** — Homers “Ilias” unterteilt in folgende *AOIs* (jeweils rot gerahmt): (A) die Kapitel, (B) Unterkapitel (mit Word Clouds), (C) Seiten (mit Balkendiagrammen), (D) Paragraphen (mit Balkendiagrammen und Piktogrammen) und (E) Textzeilen (mit hervorgehobenen Annotationen). Abbildung freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Blascheck [2017].

Abstraktionen auf den Ebenen wird die Kategorie *encode* verwendet. Für die Selektion von Balkendiagrammen, Annotationen im Text oder von Begriffen in *Word Clouds* wird die Kategorie *select* und für Navigationsinteraktionen *navigate* zugewiesen.

### 5.4.2 Benutzer\*innenstudie

Für die Studie wurden in Kooperation mit einer Literaturwissenschaftlerin zu den Werken “Grundbegriffe der Poetik” und der “Ilias” Aufgabenstellungen ausgearbeitet. Dabei sind für beide Werke eine leichte, eine moderate und eine schwierige Aufgabe entworfen worden. Ziel der Studie war es, Erkenntnisse über die Benutzer\*innenfreundlichkeit des hierarchischen Navigationskonzepts zu erhalten und herauszufinden, welche visuelle Abstraktionen auf den unterschiedlichen Ebenen verwendet werden und wie hilfreich diese für die jeweiligen Analysen sind.

**Technischer Aufbau der Studie.** Für die Studie wurde eine Bildschirm- und Sprachaufnahme für die jeweiligen Teilnehmer\*innen aufgenommen. Die Sprachaufnahmen wurden anschließend transkribiert. Des Weiteren

wurden die Mausinteraktionen der einzelnen Teilnehmer\*innen im *VarifocalReader* protokolliert und in einer Microsoft Excel-Datei gespeichert. Die gespeicherten Informationen umfassen: Datum, Zeit, Mauskoordinaten, Name und Koordinaten der aktiven *AOIs*, Ereignisse wie das Selektieren eines *Word Cloud*-Begriffs und eine zugehörige Beschreibung. Um die Augenbewegungsdaten aufzunehmen, ist ein *Tobii T60 XL Eye-Tracker* mit einer Abtastrate von 60 Hz, einem 24-Zoll-Bildschirm und einer Auflösung von  $1920 \times 1200$  Pixel verwendet worden. Die Augenbewegungsdaten wurden mithilfe eines *Tobii*-Fixationsfilter aggregiert (Geschwindigkeitsschwelle = 35 Pixel / Abtastwerte und Abstandsschwelle = 35 Pixel). Außerdem ist eine Neun-Punkte-Kalibrierung für alle Teilnehmer\*innen durchgeführt worden. Abschließend wurden die aufgenommenen Daten als TSV-Datei gespeichert.

**Teilnehmer\*innen der Studie.** Die Studie umfasste 16 Teilnehmer\*innen (zwölf Frauen und vier Männer) und das Durchschnittsalter betrug 23,5 Jahre. Von den 16 Teilnehmer\*innen waren elf Studierende der Literaturwissenschaft und fünf der Computerlinguistik.

**Vorgehensweise der Studie.** Zunächst mussten die Teilnehmer\*innen persönliche Informationen angeben. Anschließend wurde eine ausführliche Einführung in den *VarifocalReader* gegeben. Alle Teilnehmer\*innen haben drei Aufgaben mit steigendem Schwierigkeitsgrad und zu wechselnden Texten bearbeitet. Die sechs Aufgaben wurden alternierend und in gleicher Anzahl gestellt. Zwischen den Aufgaben wurden Pausen eingelegt, um die Konzentration aufrechtzuerhalten. Nach der letzten Aufgabe konnten die Teilnehmer\*innen das Navigationskonzept und die visuellen Abstraktionen auf den verschiedenen Ebenen mit *Likert*-Skalen bewerten. Außerdem gab es die Gelegenheit, abschließende Bemerkungen zu machen.

**Auswertung und Erkenntnisse der Studie.** Neben den Bewertungen und Kommentaren der Teilnehmer\*innen, konnten mithilfe der von Blascheck et al. [2016a,b] entwickelten Systeme, die aufgenommenen und gespeicherten Augenbewegungsdaten, Interaktions- und Gesprächsprotokolle miteinander synchronisiert werden. Ferner ermöglichten die zwei Werkzeuge, die synchronisierten Daten visuell zu explorieren, um Herangehensweisen der Teilnehmer\*innen und Design-Entscheidungen zu untersuchen.

Anhand der Anmerkungen der Teilnehmer\*innen konnte festgestellt werden, dass das hierarchische Navigationskonzept für die Studierenden der Literaturwissenschaft anfänglich nicht intuitiv verständlich war. Daher benötigten die Student\*innen eine gewisse Trainingsphase, bevor sie mit der Analyse starten konnten. Die Studierenden der Computerlinguistik hingegen agier-

ten ohne Verständnisschwierigkeiten und konnten die Aufgaben umgehend bearbeiten.

Ferner konnten durch die abschließenden Bewertungen und Kommentare interessante Erkenntnisse zu den unterschiedlichen visuellen Abstraktionen erlangt werden. Die dargestellten *Word Clouds* sind überwiegend positiv bewertet worden, da die Zusammenfassungen eine Übersicht der vorkommenden Themen auf den verschiedenen Ebenen liefern. Außerdem würden die Zusammenfassungen helfen, neue Ideen und Hypothesen zu entwickeln. Die verknüpfte visuelle Hervorhebung über die Ebenen hinweg wurde als besonders nützlich bewertet, da durch geeignete Kombinationen der visuellen Abstraktionen auf den Ebenen Textmerkmale leicht identifiziert und untersucht werden können. Die Balken- und Piktogramme wurden als hilfreich bewertet, um festzustellen, wie häufig und in welchen Textabschnitten bestimmte Annotationen vorkommen.

Mithilfe der zwei Systeme von Blascheck et al. [2016a,b], konnten Erkenntnisse über die verschiedenen Herangehensweisen der Teilnehmer\*innen herausgefunden werden. Primär konnte festgestellt werden, dass die Studierenden der Literaturwissenschaft deutlich länger mit der Textansicht gearbeitet haben, während die Computerlinguist\*innen vermehrt mit den visuellen Abstraktionen die Aufgaben gelöst haben. Dies hat dazu geführt, dass die Studierenden der Computerlinguistik sich gezielter mit den für die Aufgabenstellungen relevanten Textpassagen auseinandergesetzt haben und somit im Durchschnitt die Analyseaufgaben schneller lösen konnten. Außerdem wurde herausgefunden, dass die meisten Teilnehmer\*innen den *VarifocalReader* wie erwartet verwendet haben, da die *Word Cloud*-Zusammenfassungen ausschließlich auf den höheren Ebenen (Kapitel oder Unterkapitel) und häufig in Kombination mit Balken- oder Piktogrammen auf den niedrigeren Ebenen (Seiten oder Paragraphen) aktiviert wurden.

Die *Eye-Tracking*-Auswertung hat ergeben, dass die Augenbewegungen der Teilnehmer\*innen sich sukzessive über alle Abstraktionsebenen bewegt haben. Darüber hinaus hat sich auch die Vermutung bestätigt, dass die Paragraphenebene für die Analyse von längeren Textdokumenten zu feinkörnig ist, da diese von den Studierenden nur selten betrachtet wurde.

Insgesamt haben die Teilnehmer\*innen gerne mit dem *VarifocalReader* gearbeitet und viele würden den Ansatz auch für ihre tägliche Arbeit verwenden. Besonders die Kombination von *Close* und *Distant Reading* wurde hervorgehoben, da die visuellen Abstraktionen helfen, einen guten Überblick über die behandelten Themen zu erhalten und gleichzeitig einen Zugriff zu den entsprechenden Textpassagen ermöglichen.

## 5.5 Diskussion und Ausblick

Der *VarifocalReader* wurde primär für die Analyse von einzelnen Textdokumenten entwickelt. Es bestehen jedoch Möglichkeiten, den Ansatz so zu erweitern, dass zwei und mehr Dokumente miteinander analysiert werden können. Zum einen könnte eine zusätzliche übergeordnete Ebene eingeführt werden, die mehrere Textdokumente abstrahiert und darstellt. Dieses Vorgehen könnte jedoch zu einer künstlichen Anordnung der Dokumente führen. Während eine solche Reihenfolge sinnvoll sein könnte, beispielsweise unter Verwendung des Erscheinungsdatums der Texte, würde sich diese Anordnung jedoch von der Organisation in niedrigeren Abstraktionsebenen unterscheiden und somit dem hierarchischen Konzept des *VarifocalReader* widersprechen. Eine weitere Möglichkeit könnte darin bestehen, die Textdokumente nebeneinander darzustellen, siehe Abbildung 5.4. Da der *VarifocalReader* durch das hierarchische Navigationskonzept viel Bildschirmfläche beansprucht, ist es jedoch schwierig, mehr als zwei Texte nebeneinander mit mehreren Ebenen anzuzeigen. Daher ist die Skalierbarkeit zur Darstellung von mehreren Textdokumenten begrenzt.

Bei der Analyse von Textdokumenten ist es ebenfalls notwendig, die Skalierbarkeit in Bezug auf längere Texte zu betrachten, da diese theoretisch beliebig lang sein können und der verfügbare Platz begrenzt ist. In dieser Hinsicht ist der *VarifocalReader* skalierbar, da unterschiedliche Textstrukturen auf verschiedenen Abstraktionsebenen dargestellt werden können. Dennoch kann es vorkommen, dass die visuellen Abstraktionen mehr Platz benötigen, als auf den jeweiligen Ebenen vorhanden ist. In solchen Situationen ist es weiterhin möglich, die visuelle Aggregation der angezeigten Abstraktion zu erhöhen und beispielsweise von einer Piktogramm- zu einer Balkendiagrammansicht zu wechseln, die lediglich die Häufigkeit der Textmerkmale darstellt.

Ein weiteres Skalierbarkeitsproblem ergibt sich aus den verfügbaren Dokumentstrukturen, die von Text zu Text variieren können. Im Rahmen dieser Arbeit sind das normalerweise: Kapitel, Seiten, Paragraphen und Textzeilen. Es kann jedoch Fälle geben, in denen die Unterteilung der Abstraktionsebenen entweder zu grob oder zu fein ist und somit der Übergang zwischen diesen Ebenen zu extrem wäre. Um solche Fälle trotzdem unterstützen zu können, wurde der *C99*-Algorithmus [Choi, 2000] integriert, mit dem längere Textbereiche in kleine Abschnitte unterteilt werden können, um diese anschließend als zusätzliche Ebenen in der Visualisierung darzustellen.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten den *VarifocalReader* in der Zukunft weiterzuentwickeln. Generell sollen weitere *NLP*-Methoden integriert werden, welche die Literaturwissenschaftler\*innen bei der Analyse ihrer Forschungs-

fragen unterstützen. Beispielsweise sollen semantischen Extraktionsverfahren integriert werden, um abzuleiten, welche Werke oder Dichter positiv oder negativ diskutiert werden. Viele dieser *NLP*-Methoden basieren auf maschinellen Lernansätzen, die in der Regel auf großen und zeitgenössische Textkorpora trainiert wurden. Da die Anzahl der elektronisch verfügbaren Textressourcen aus früheren Zeiträumen oft spärlich ist, verschlechtert sich die Leistungsfähigkeit dieser Techniken, wenn sie auf ältere oder historische Texte angewendet werden. Aus diesem Grund besteht zusätzlich die Notwendigkeit, die Sicherheit oder Unsicherheit der extrahierten Informationen darzustellen, sodass die Literaturwissenschaftler\*innen einen Eindruck über die Genauigkeit der automatischen Methoden erhalten. Des Weiteren sollen falsch zugewiesene Annotationen durch interaktives Feedback korrigiert werden können, um die Leistungsfähigkeit der *NLP*-Techniken zu verbessern.

In diesem Kapitel wurde der *VarifocalReader* präsentiert, welcher mithilfe eines leicht zu verstehenden Übergangs von *Distant* zu *Close Reading* die Analyse längerer Textdokumente unterstützt. Im nachfolgenden Kapitel wird auf die Extraktion und Darstellung relationaler Informationen zwischen Entitäten eingegangen, die im *VarifocalReader* aus Platzgründen nur bedingt integriert werden können. Hierfür werden zwei Visualisierungswerkzeuge vorgestellt, die ebenfalls im Kontext eines *DH*-Projekts entwickelt worden.

## Visuelle Analyse von Entitäten

Nachdem sich das vorherige Kapitel mit dem Auffinden und der Analyse von Themen, Ereignissen oder Entitäten in längeren Textdokumenten beschäftigt hat, zielen die zwei nachfolgenden Visualisierungswerkzeuge auf die Darstellung von Entitäten und deren relationalen Informationen ab. Das erste Werkzeug (Kapitel 6.2) ist für die Analyse von Figuren und deren Beziehungen im Verlauf eines Romans konzipiert worden. Die zweite Analysetechnik (Kapitel 6.3) legt besonderes Augenmerk auf den Vergleich von Figurenkonstellationen zu verschiedenen Zeitpunkten in narrativen Texten.

### 6.1 Motivation

Wie in Kapitel 2.3.1 thematisiert, beschäftigen sich die Geisteswissenschaftler\*innen im *CRETA*-Projekt mit der Untersuchung von narrativen Texten. Diese Analysen erfordern zeitaufwendige Auszeichnungen von den vorkommenden Entitäten und komplexe Betrachtungen von deren gemeinsamen Erwähnungen. Sie sind daran interessiert, einen Überblick über die Handlung zu erhalten, die Hauptprotagonisten zu charakterisieren, Beziehungen zwischen den Figuren zu untersuchen oder Figurenkonstellationen zu vergleichen. Durch *NLP*-Methoden können Entitäten und deren Charakteristiken [Stasko et al., 2008] automatisch abgeleitet und mit geeigneten visuellen Abstraktionen verständlich dargestellt werden. Im Folgenden werden zwei Visualisierungswerkzeuge präsentiert, welche die Untersuchung von Figuren in narrativen Texten mit computergestützten Verfahren unterstützen.

## 6.2 Visualisierung von Figuren und deren Beziehungen

Dieses Kapitel enthält veröffentlichtes Material aus den folgenden Publikationen:

M. John, S. Lohmann, S. Koch, M. Wörner, and T. Ertl. Visual analytics for narrative text - visualizing characters and their relationships as extracted from novels. In *Conference on Information Visualization Theory and Applications (IVAPP)*, pages 27–38. Scitepress, 2016b

M. John, S. Lohmann, S. Koch, M. Wörner, and T. Ertl. Visual analysis of character and plot information extracted from narrative text. *Computer Vision, Imaging and Computer Graphics - Theory and Applications*, pages 220–241, 2016a

A. Blessing, N. Echelmeyer, M. John, and N. Reiter. An end-to-end environment for research question-driven entity extraction and network analysis. In *SIGHUM Workshop on Computational Linguistics for Cultural Heritage, Social Sciences, Humanities and Literature*, pages 57–67, 2017

In diesem Abschnitt wird die webbasierte Analysetechnik *ViTA* vorgestellt, welche *NLP*-Verfahren mit visuellen Abstraktionen kombiniert. Für die visuelle Untersuchung bietet *ViTA* mehrere verknüpfte Ansichten, die verschiedene Blickwinkel auf die abgeleiteten Textmerkmale unterstützen. Auf diese Weise kann ein besseres Verständnis über die Handlung, die Figuren und deren Beziehungen entwickelt werden.

*ViTA* liefert dabei folgende Forschungsbeiträge:

- Verknüpfte visuelle Abstraktionen, die Figuren und Figurenkonstellationen in narrativen Texten hervorheben, sowie die Untersuchung von deren Charakteristiken ermöglichen.
- Visuelle Abstraktionen, die ein interaktives Umschalten auf die entsprechenden Textpassagen ermöglichen und dadurch eine *Close* und *Distant Reading*-Dokumentanalyse unterstützen.



### 6.2.1 ViTA

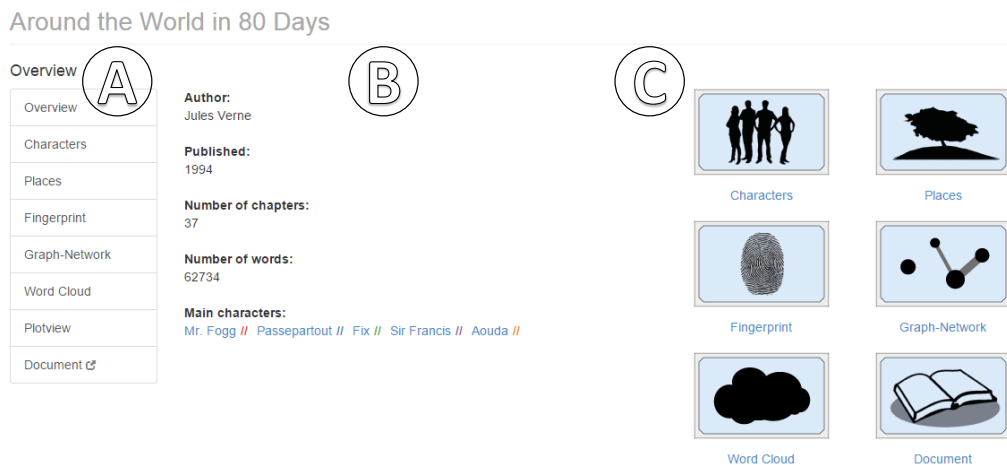
*ViTA* ist als Webanwendung implementiert, da das Interesse an webbasierten Systemen in den *DH* in den letzten Jahren stetig gewachsen ist [Plaisant et al., 2006]. Generell sind Webanwendungen leicht zugänglich und erfordern keine Installation auf der Benutzer\*innenseite. Die Implementierung basiert auf Standard-Webtechnologien und kann mit einem modernen Webbrowser ausgeführt werden, der HTML5, SVG, CSS und JavaScript unterstützt. Nachfolgend werden die Textvorverarbeitungsschritte erläutert, bevor die visuelle Umsetzung vorgestellt wird.

#### Textverarbeitung

Bevor die Texte visuell analysiert werden können, werden diese mithilfe einer *NLP*-Pipeline vorverarbeitet (Kapitel 2.2.1). Die Analyseschritte umfassen: *Tokenization*, *Sentence Splitting* und *NER*. Anwender\*innen können dabei zwischen den drei *NLP*-Bibliotheken: *Stanford CoreNLP* [Manning et al., 2014], *OpenNLP* [Apache OpenNLP, 2004] und *Annie* [GATE ANNIE, 2000] wählen. Alle drei unterstützen moderne *NLP*-Verfahren, jedoch je nach Anwendungsfall und Art des Texts, haben die Bibliotheken ihre Vor- und Nachteile. Dadurch können die Textdokumente mit unterschiedlichen *NLP*-Bibliotheken analysiert werden, um die am besten geeignete zu finden.

#### Visuelle Umsetzung

Nachdem ein Textdokument vorverarbeitet wurde, gelangen die Anwender\*innen zur Übersichtsseite, welche Metadaten und Verlinkungen zu den verschiedenen visuellen Abstraktionen bereitstellt. Eine beispielhafte Übersichtsseite zum Abenteuerroman “In 80 Tagen um die Welt” von Jules Verne [Verne, 1999] ist in Abbildung 6.1 dargestellt. Die Metadaten werden in der Mitte des Hauptarbeitsbereichs aufgelistet (Abbildung 6.1 ②). Neben den Metadaten, wie beispielsweise Autor oder das Veröffentlichungsdatum des narrativen Texts, werden auch abgeleitete *NLP*-Informationen wie die Hauptprotagonisten angezeigt. Die Protagonisten werden anhand ihrer Vorkommen im Text bestimmt und bekommen eine individuelle Farbe zugewiesen. Diese Farbe wird auf der Übersichtsseite und in allen weiterführenden Darstellungen für die Figur verwendet. Für die Farbzugewisungen wird ein vordefiniertes Farbschema von *ColorBrewer* [Harrower and Brewer, 2003] integriert. Über das Menü auf der linken Seite (Abbildung 6.1 ①) oder über die entsprechenden Symbole auf der rechten Seite (Abbildung 6.1 ③) kann

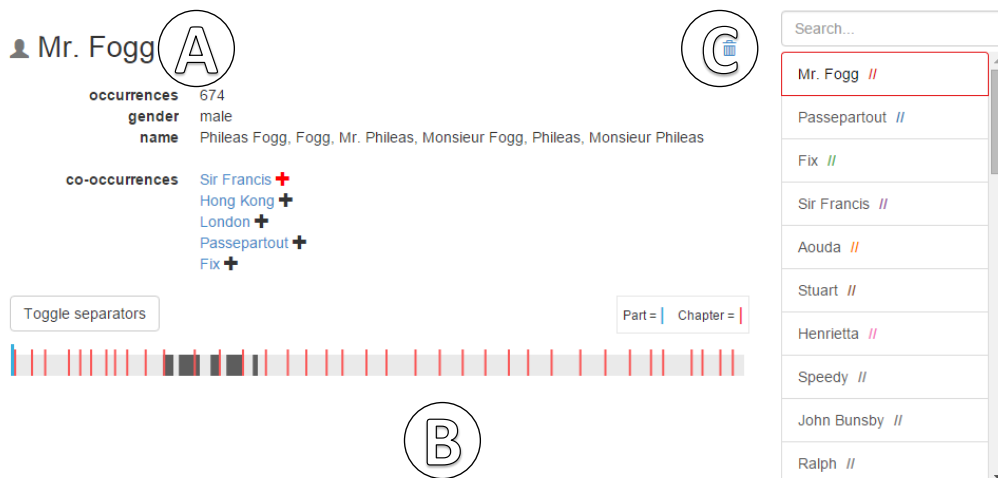


**Abbildung 6.1** — Übersichtsseite zum Roman “In 80 Tagen um die Welt” von Jules Verne. (A) und (C) Verlinkungen zu den verschiedenen visuellen Abstraktionen. (B) Metadaten zum geladenen Roman.

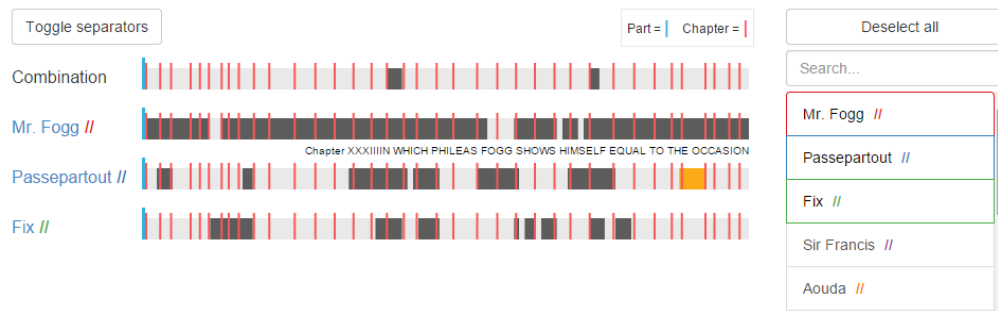
auf die interaktiven Darstellungen zugegriffen werden. Die verschiedenen Visualisierungen werden nachfolgend genauer erläutert.

**Darstellung der ausgezeichneten Entitäten.** Um einen Überblick über die extrahierten Figuren oder Orte zu erhalten, kann zur Figuren- oder Ortsansicht gewechselt werden. Diese Ansicht verfügt über eine Liste (Abbildung 6.2 (C)) der vorkommenden Figuren oder Orte und ermöglicht es, diese zu suchen oder zu selektieren. Für ausgewählte Entitäten wird ein Profil angezeigt, welches Information zu den Erwähnungen im Text, dem erkannten Geschlecht (für Figuren) und alternative Namen enthält. Des Weiteren wird eine Liste mit weiteren Entitäten aufgelistet, welche häufig in Verbindung mit der Entität erwähnt werden (Abbildung 6.2 (A)). Zusätzlich wird eine *Fingerprint*-Visualisierung dargestellt (Abbildung 6.2 (B)), welche nachfolgend erläutert wird.

**Darstellung der Erwähnungen im Text.** Nach einem ersten Überblick über die ausgezeichneten Entitäten, können diese weiterführend mit der *Fingerprint*-Visualisierung untersucht werden. Die Darstellung basiert auf der Arbeit “Literature Fingerprinting” von Keim and Oelke [2007] und stellt die Erwähnungen der Entitäten im Textdokument über den Verlauf der Geschichte dar. Dabei repräsentieren blaue Balken unterschiedliche Bücher einer Buchreihe und rote Balken die zugehörigen Kapitel. Die schwarzen Blöcke stellen Textsegmente dar, in denen die Entitäten vorkommen. Breitere Blöcke kennzeichnen, dass die Entität sehr häufig in diesem Textabschnitt erwähnt wird. Per Mausklick auf ein Blocksegment kann zur entsprechenden



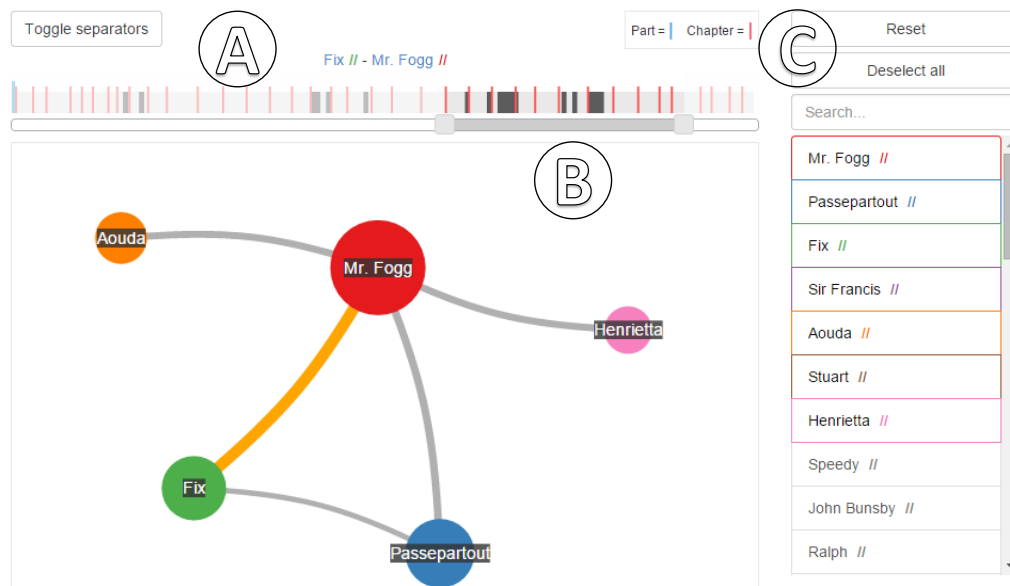
**Abbildung 6.2** — Darstellung der abgeleiteten Entitäten mit der selektierten Figur *Mr. Fogg* aus dem Roman “In 80 Tagen um die Welt” von Jules Verne.



**Abbildung 6.3** — Darstellung von einem kombinierten *Fingerprint* für die ausgewählten Figuren *Mr. Fogg*, *Passepartout* und *Fix*.

Textpassage in der Textansicht gewechselt werden. Darüber hinaus können mehrere Entitäten über eine Liste ausgewählt werden, um einen kombinierten *Fingerprint* zu erhalten, wie in Abbildung 6.3 dargestellt. Das Beispiel zeigt neben den einzelnen *Fingerprints* der ausgewählten Figuren *Passepartout* und *Fix* deren gemeinsamen Erwähnungen. Dadurch können Textpassagen identifiziert werden, in denen mehrere Entitäten zusammen vorkommen. Standardmäßig wird definiert, dass Entitäten gemeinsam auftreten, wenn sie in mindestens einem Satz zusammen genannt werden. Diese Metrik kann geändert werden, sodass beispielsweise mehrere Sätze oder bestimmte Textbereiche ausgewählt werden können.

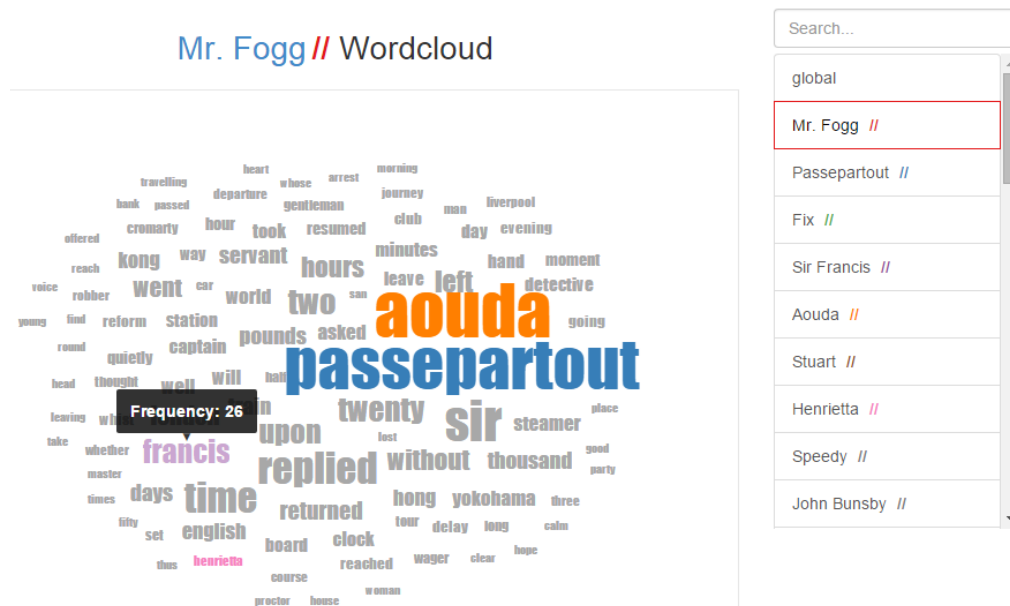
**Darstellung von Figurenkonstellationen.** Um die Beziehungen der Entitäten detaillierter zu untersuchen, kann zur Figurennetzwerkansicht



**Abbildung 6.4** — Darstellung der Figurennetzwerke durch eine *Node-Link*-Visualisierung. Dieses Beispiel zeigt die Beziehungen zwischen den Hauptprotagonisten des Romans “In 80 Tagen um die Welt” von Jules Verne.

gewechselt werden. Für die Darstellung der Figurennetzwerke wird eine *Node-Link*-Visualisierung (Abbildung 6.4) verwendet. Dabei wird die Größe der Knoten und die Dicke der Kanten proportional zu den (gemeinsamen) Erwähnungen im Text skaliert. In dieser Ansicht ist ebenfalls eine *Finger-print*-Visualisierung integriert (Abbildung 6.4 ①), welche die Erwähnungen ausgewählter Entitäten oder Entitätenpaare im Verlauf des Romans darstellt. Anwender\*innen haben die Möglichkeit, mithilfe eines Schiebereglers (Abbildung 6.4 ②) bestimmte Textbereiche auszuwählen. Dadurch können beispielsweise einzelne Bücher oder Kapitel, analysiert werden. Außerdem ist es möglich, über die Liste auf der rechten Seite Entitäten aus- oder abzuwählen. Auf diese Weise kann die Darstellung dynamisch für die jeweiligen Anforderungen der Anwender\*innen angepasst werden.

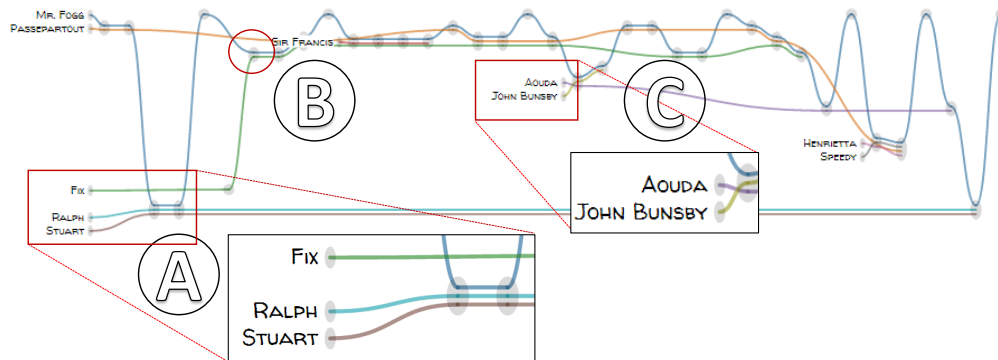
**Darstellung von textuellen Zusammenfassungen.** Des Weiteren werden unterschiedliche *Word Cloud*-Zusammenfassungen in *ViTA* angeboten. Dabei wird die Schriftgröße der Wörter proportional zu deren Vorkommen im Text skaliert. Anwender\*innen können zwischen *Word Clouds* wählen, die entweder das gesamte Textdokument zusammenfassen oder den Kontext von Entitäten widerspiegeln. Bei der Darstellung der einzelnen Kontexte werden nur Wörter berücksichtigt, die gemeinsam mit der Entität erwähnt werden. Abbildung 6.5 stellt eine beispielhafte *Word Cloud* für die ausgewählte Figur *Mr. Fogg*



**Abbildung 6.5** — Darstellung der *Word Cloud*-Visualisierung für die ausgewählte Figur *Mr. Fogg* aus Jules Vernes Roman “In 80 Tagen um die Welt”.

dar. Ferner unterstützen die *Word Clouds* die Möglichkeit, die dargestellten Begriffe per Mausklick in der Textansicht weiter zu untersuchen. Dadurch wird eine flexible Analyse ermöglicht, die eine ansprechende Übersicht der Geschichte oder ausgewählter Entitäten bietet sowie eine weiterführende Untersuchung von neu entstandenen Ideen oder Hypothesen.

**Darstellung der dynamischen Beziehungen über den Verlauf der Handlung.** Für die Untersuchung der dynamischen Beziehungen zwischen den Entitäten unterstützt *ViTA* eine *Storyline*-Visualisierung, siehe Abbildung 6.6. Dabei wird eine Implementierung der Universität Waterloo [XKCD] erweitert. Die Darstellung stellt die vorkommenden Entitäten als Linien und jedes Kapitel als Knoten dar (Abbildung 6.6 (A)). Die horizontale Achse repräsentiert den Verlauf der Geschichte und die vertikale Gruppierung der Entitäten deren gemeinsames Vorkommen. Wenn sich zwei oder mehr Zeilen einen Knoten teilen, bedeutet dies, dass die entsprechenden Entitäten in diesem Kapitel häufig zusammen vorkommen. Die *Storyline*-Visualisierung ermöglicht festzustellen, wann und wo Figuren aufeinandertreffen oder getrennte Wege gehen, sowie ob Gruppen von Entitäten existieren. Eine beispielhafte *Storyline* des Romans “In 80 Tagen um die Welt” von Jules Verne ist in Abbildung 6.6 dargestellt. Dabei ist ersichtlich, dass *Mr. Fogg* und *Fix* zum ersten Mal in Kapitel sieben zusammen interagieren (Abbildung 6.6 (B))



**Abbildung 6.6** — Darstellung der *Storyline*-Visualisierung von Jules Vernes Roman “In 80 Tagen um die Welt”. Linien repräsentieren die vorkommenden Figuren und Knoten die Kapitel. Die horizontale Achse stellt den Verlauf der Geschichte dar.

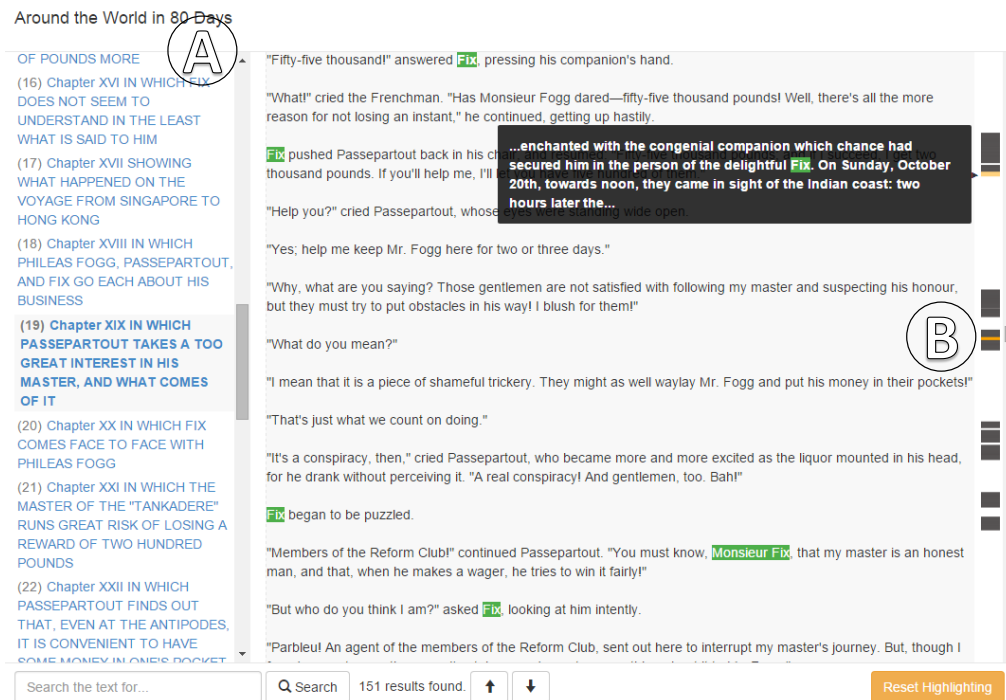
oder dass *Aouda* und *John Bunsby* erst im mittleren Abschnitt des Romans in Erscheinung treten (Abbildung 6.6 ©).

### Darstellung der verknüpften Textansicht.

*ViTA* bietet ebenfalls eine verknüpfte Textansicht, die es erlaubt, zugehörige Textpassagen weitergehend zu untersuchen. Erkannte Kapitel des Textdokuments werden auf der linken Seite als Hyperlinks aufgelistet (Abbildung 6.7 ①), während der Text auf der rechten Seite dargestellt wird (Abbildung 6.7 ②). Falls die Anwender\*innen über die *Fingerprint*-, Figurennetzwerk- oder *Word Cloud*-Visualisierung zur Textansicht gelangen, werden die selektierten Entitäten in der zugewiesenen Farbe hervorgehoben. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, nach beliebigen Wörtern oder Textstellen zu suchen sowie die Hervorhebung zurückzusetzen. In der Textansicht ist neben der Bildlaufleiste ein vertikaler *Fingerprint* integriert, welcher die Verteilung der Entitäten über den Verlauf der Geschichte darstellt. Per Mausinteraktion kann die entsprechende Textpassage in einem Hinweisfenster angezeigt (Abbildung 6.7 ③) und per Mausklick zur Passage navigiert werden.

## 6.2.2 Anwendungsszenarien

Im Folgenden werden drei Anwendungsszenarien vorgestellt, welche die Anwendbarkeit und Nützlichkeit von *ViTA* demonstrieren. Die ersten beiden Szenarien basieren auf zwei englischen Romanen. Eine fiktive Analystin hat die beiden Romane vor längerer Zeit gelesen und versucht, die Handlungen und Hauptprotagonisten beider Geschichten zurückzuverfolgen. Das dritte



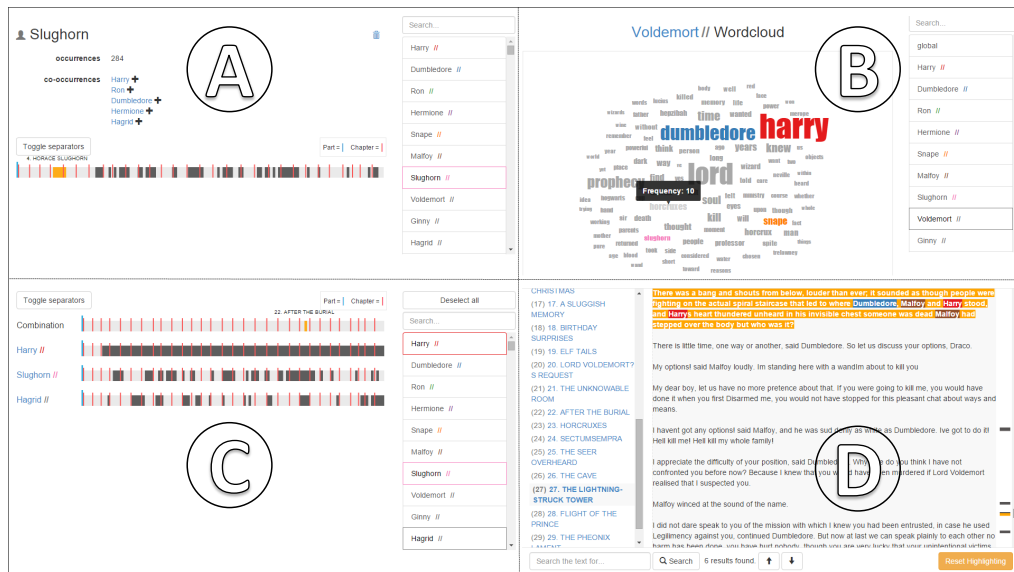
**Abbildung 6.7** — Darstellung der Textansicht mit der selektierten Figur *Fix* aus Jules Vernes Roman “In 80 Tagen um die Welt”.

Szenario präsentiert einen projektbezogenen Anwendungsfall des *CRETA*-Projekts und resümiert Erkenntnisse, welche die Geisteswissenschaftler\*innen durch *ViTA* gewinnen konnten.

### Harry Potter und der Halbblutprinz

Das erste Anwendungsszenario präsentiert eine Inhaltsanalyse des Romans “Harry Potter und der Halbblutprinz” von J. K. Rowling [Rowling, 2007]. Dies ist der sechste und vorletzte Roman in der Harry Potter Saga. Die Bücher erzählen die Abenteuer des jungen Zauberers *Harry Potter* und sein Streben, den dunklen Zauberer *Lord Voldemort* zu besiegen.

Im ersten Schritt untersucht die Analystin das Figurennetzwerk. Auf diese Weise erhält sie einen Überblick der Hauptprotagonisten und deren Beziehungen. Während dieser Analyse stößt sie auf den Namen *Slughorn*, an den sie sich nicht mehr erinnern kann. Um mehr über *Slughorn* zu erfahren, selektiert sie den Namen im Figurennetzwerk und wechselt mithilfe der *Fingerprint*-Visualisierung (Abbildung 6.8 (A)) zur ersten Textpassage in der Textansicht. Während sie einige Absätze liest, findet sie heraus, dass

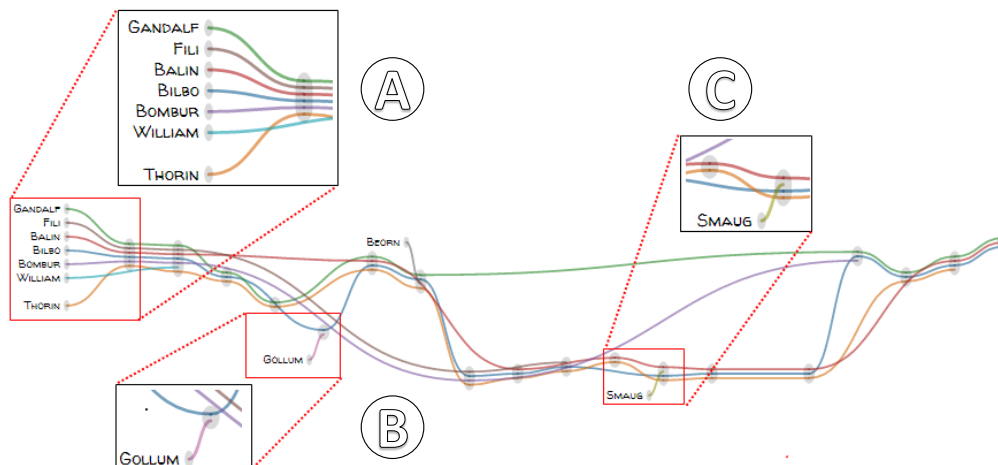


**Abbildung 6.8** — Vier verschiedene angewandte visuelle Abstraktionen zur Analyse des Romans “Harry Potter und der Halbblutprinz”. (A) Figuren-, (B) *Word Cloud*-, (C) *Fingerprint*- und (D) Textansicht.

*Dumbledore*, der Schulleiter von Hogwarts, *Slughorn* davon überzeugt hat, als Lehrer für Zaubertränke zurückzukehren. Danach erinnert sie sich, dass *Dumbledore*, *Harry Potter* beauftragt hatte, eine Erinnerung von *Slughorn* zu erlangen, die wichtige Informationen über *Lord Voldemort* enthält. Um diesen Inhalt konkret nachzugehen, wechselt sie zur *Word Cloud*-Ansicht und untersucht die *Word Clouds* von *Slughorn* und *Lord Voldemort*, siehe Abbildung 6.8 (B). Dabei identifiziert sie den Begriff *Horkruxe* und erinnert sich an ein Gespräch zwischen *Slughorn* und *Harry Potter* bei *Hagrid*. Um diese Textpassage zu finden, wechselt sie zur *Fingerprint*-Visualisierung und wählt die drei Figuren *Slughorn*, *Hagrid* und *Harry Potter* aus. Sie erkennt, dass alle drei Figuren nur an einer Textstelle gemeinsam vorkommen (Abbildung 6.8 (C)). Infolgedessen untersucht sie die entsprechende Textpassage und stellt fest, dass *Harry Potter* Dank eines Zaubertranks die gewünschte Erinnerung über die *Horkruxen* von *Slughorn* gewinnen konnte.

Anschließend wechselt sie zur *Storyline*-Visualisierung, um den Verlauf der Handlung zu untersuchen. Dabei erinnert sie sich, dass *Dumbledore* am Ende des Buches stirbt. Mithilfe der *Storyline* stellt sie fest, dass *Dumbledore* im letzten Kapitel häufig zusammen mit *Draco Malfoy* und *Snape* genannt wird. Daraufhin öffnet sie die Textansicht und navigiert zu diesem Kapitel und sucht nach den drei Figuren. Mithilfe der vertikalen *Fingerprints* und





**Abbildung 6.9** — Die *Storyline*-Visualisierung zeigt die Hauptprotagonisten von J. R. R. Tolkiens Roman “Der Hobbit”.

den Hervorhebungen im Text (Abbildung 6.8 ④), kann sie die relevanten Textpassagen identifizieren. Durch das Lesen einiger Textstellen findet sie heraus, dass *Draco Malfoy* von *Voldemort* ausgewählt wurde, *Dumbledore* zu töten. Jedoch konnte sich *Malfoy* nicht dazu durchringen, sodass *Snape* ihm mit einem tödlichen Fluch geholfen hat.

## Der Hobbit

Im zweiten Anwendungsszenario analysiert eine fiktive Analyстин den Roman “Der Hobbit” von J. R. R. Tolkien [Tolkien, 2012]. Die Geschichte wurde 1937 veröffentlicht und handelt von *Bilbo* und seinen Abenteuern mit Zwergen, Elfen, Trollen und Drachen.

Um sich besser an den Verlauf des Romans zu erinnern, beginnt sie ihre Untersuchung mit der *Storyline*-Visualisierung, siehe Abbildung 6.9. Dadurch erinnert sie sich, dass *Bilbos* Abenteuer bei ihm zu Hause mit *Gandalf*, einem Zauberer, und 13 Zwergen beginnt (Abbildung 6.9 ①).

Nachdem sie einige zugehörigen Textpassagen in der Textansicht gelesen hat, stellt sie fest, dass die Gruppe den Schatz von *Erebor*, der ehemaligen Heimat der Zwerge, aus Obhut eines Drachens zurückholen möchte. Die 13 Zwerge haben *Bilbo* als ihren Einbrecher engagiert, da Hobbits klein und unauffällig sind. Anschließend kehrt sie zur *Storyline*-Ansicht zurück und bemerkt den Namen der Kreatur *Gollum*, siehe Abbildung 6.9 ②. Sie erinnert sich, dass *Bilbo* einen magischen Ring von ihm durch ein Rätsel gewinnt. Sie ist sich jedoch unsicher, welche weitere Rolle *Gollum* im Verlauf

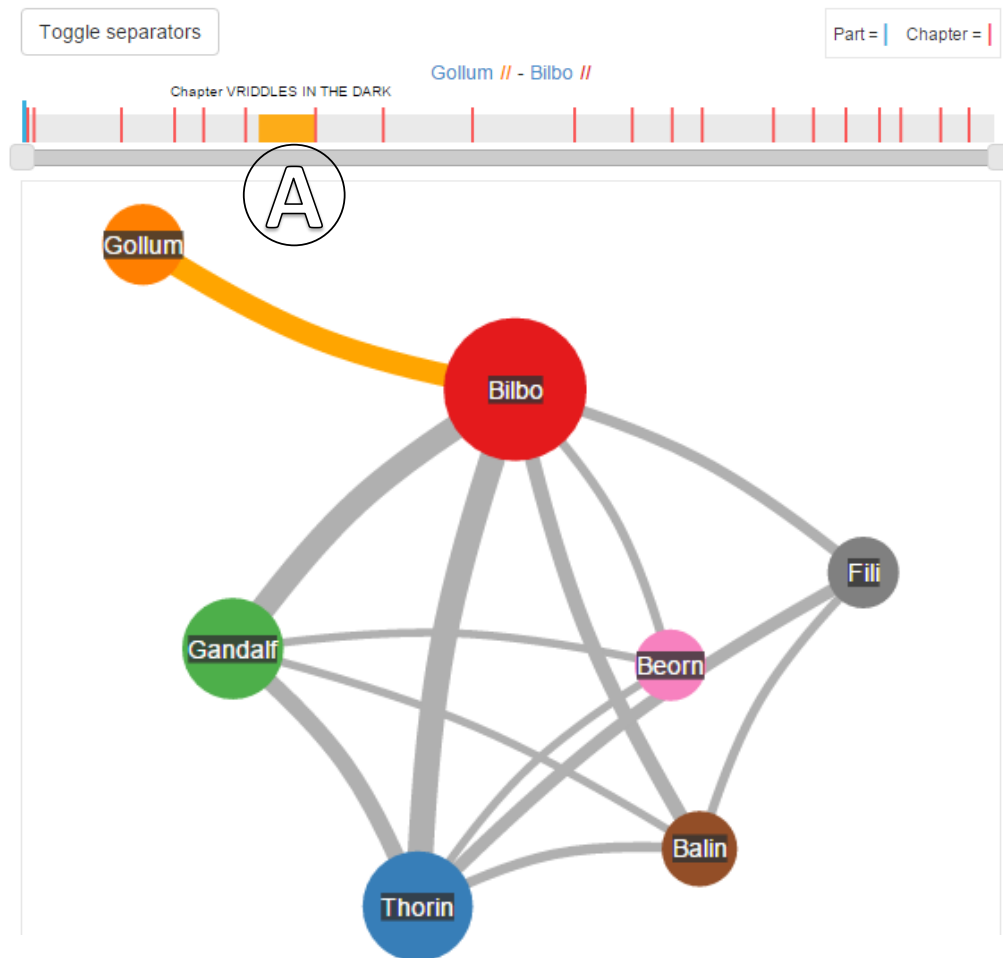
der Geschichte spielt und ob er im Zusammenhang mit anderen Figuren auftritt. Um dies tiefer zu untersuchen, wechselt sie zum Figurennetzwerk und bemerkt, dass nur eine Beziehung zwischen *Gollum* und *Bilbo* besteht (Abbildung 6.10).

Nachdem sie wieder zur *Storyline*-Visualisierung zurückgekehrt ist, entdeckt sie, dass *Smaug* (Abbildung 6.10 ©) erst am Ende des Romans in Erscheinung tritt. Sie weiß, dass *Smaug* vor langer Zeit in das Zwergenreich *Erebor* eingedrungen ist und jetzt den Schatz hütet. Sie erinnert sich vage, dass *Bilbo* und die 13 Zwerge nach einem bestimmten Schatzgegenstand suchen. Um dies genauer zu überprüfen, wechselt sie in die Textansicht und fokussiert auf die Textpassage, in der *Smaug* zum ersten Mal im Verlauf der Geschichte erwähnt wird. Beim Lesen bemerkt sie, dass der gesuchte Gegenstand der *Arkenstein*-Juwel ist. Um weitere Informationen über den *Arkenstein* zu erhalten, verwendet sie eine Stichwortsuche, um alle Erwähnungen im vertikalen *Fingerprint* der Textansicht hervorzuheben. Bei der Untersuchung dieser Textpassagen stellt sie fest, dass der *Arkenstein* in einem Grab tief unter einem Berg versteckt ist. Basierend auf diesen Erkenntnissen könnte die Analytistin eine weiterführende Analyse durchführen, um herauszufinden, ob es *Bilbo* und den 13 Zwergen gelungen ist, den *Arkenstein* zurückzugewinnen.

## Parzival

Im Kontext des *DH*-Projekts *CRETA* (Kapitel 2.3.1) ist *ViTA* für die visuelle Darstellung und Untersuchung von Figurenkonstellationen verwendet worden. Ferner wurde das Werkzeug für die Analyse unterschiedlicher Metriken zur Bestimmung einer relationalen Verbindung zwischen zwei Figuren eingesetzt. Ziel war es dabei, geeignete Textbereiche zu definieren, um Relationen zwischen Figuren zu bestimmen, welche aus Sicht der Geisteswissenschaftler\*innen zu aussagekräftigen Figurennetzwerke führen. Dazu haben Computerlinguisten auf Basis von strukturellen Kriterien verschiedene Textsegmente generiert, die nachfolgend von den Geisteswissenschaftler\*innen mithilfe von *ViTA* untersucht worden. Diese Kriterien umfassen beispielsweise Sätze, Strophen oder manuell definierte Textbereiche.

Bei der Untersuchung des Versromans “Parzival” haben die Expert\*innen festgestellt, dass die von ihnen ausgezeichneten Textbereiche die beste Grundlage für textgetreue Figurennetzwerke bieten. Die manuelle Auszeichnung dieser Textabschnitte ist jedoch eine sehr zeitintensive Aufgabe und automatische *NLP*-Verfahren, wie beispielsweise *Topic Segmentation*, erzielen keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Aus diesem Grund wurde nach Dis-



**Abbildung 6.10** — Figurennetzwerk mit sieben selektierten Figuren des Romans “Der Hobbit” von J. R. R. Tolkien.

kussionen mit den Geisteswissenschaftler\*innen beschlossen, Strophen oder Paragraphen als Textsegmente für die Relationen zwischen den Figuren zu verwenden, da diese ebenfalls zu aussagekräftige Figurennetzwerke führen und einfach automatisch zu detektieren sind.

Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass es nicht ausreichend ist, nur die Eigennamen der Figuren zu berücksichtigen. Die Geisteswissenschaftler\*innen waren zunächst verwundert, dass die zwei Hauptprotagonisten *Parzival* und *Gawan* nicht die zentralen Figuren im Netzwerk darstellen. Nach einer genaueren Textanalyse konnten sie herausfinden, dass *Parzival* und *Gawan* in den Büchern III-VII nur sehr selten mit ihrem Eigennamen

genannt werden. Dadurch ist den Geisteswissenschaftler\*innen die Notwendigkeit bewusst geworden, alle Verweise auf die Figuren miteinbeziehen, um eine textgetreue Figurennetzwerke zu erhalten.

Im Zusammenhang mit den Verweisen konnte ebenfalls festgestellt werden, dass die im Text eingebetteten Figuren wie beispielsweise *Gahmuret* in “Sohn des Königs Gahmuret” oder Entitäten, die in einer direkten Rede Erwähnung finden, die resultierenden Figurennetzwerke beeinflussen. Um diese Fälle in der Zukunft zu berücksichtigen, planen die Computerlinguisten ein *NLP*-verfahren zu entwickeln, das solche Erwähnungen detektiert.

Die drei Anwendungsszenarien haben gezeigt, dass die visuellen Abstraktionen verschiedene Analysen unterstützen, um Figuren und deren Beziehungen zu untersuchen.

### 6.2.3 Diskussion und Ausblick

*ViTA* ist für die visuelle Untersuchung von Figuren und deren Beziehungen im Verlauf eines Romans entwickelt worden. Die angebotenen visuellen Abstraktionen skalieren dabei unterschiedlich für die Darstellung längerer Texte oder Texte mit vielen vorkommenden Entitäten. Die Ansichten für die Entitäten, der *Word Clouds* und der Textansicht können ohne Probleme mehrere oder längere Texte darstellen. Die *Node-Link*-Darstellung kann bei vielen darzustellenden Entitäten schnell unübersichtlich werden, sodass weitere Filteroptionen integriert oder zu einer anderen Darstellungsform gewechselt werden müsste (Kapitel 6.3.2). Die *Storyline*-Visualisierung würde bei sehr langen Texten mit vielen Kapiteln gestaucht dargestellt werden. Eine Möglichkeit wäre es, bei einer bestimmten Zoomstufe eine horizontale Bildlaufleiste zu integrieren, sodass die Anwender\*innen über diese navigieren können und somit mehr Platz für die Visualisierung vorhanden wäre. Ein Nachteil wäre es, dass nicht weiterhin der komplette Verlauf der Geschichte dargestellt würde.

Ferner kann der Ansatz flexibel mit weiteren visuellen Abstraktionen ergänzt werden. Beispielsweise ist geplant, zusätzliche visuelle Darstellung für geografische Information anzubieten. Dadurch könnten die Anwender\*innen einen Überblick über die räumliche Nähe der Figuren zu unterschiedlichen Zeitpunkten erhalten.

Darüber hinaus sollen weitere *NLP*-Methoden in *ViTA* integriert werden, welche beispielsweise Ereignisse im Verlauf der Geschichte automatisch erfassen. Die erkannten Ereignisse können anschließend zusätzlich in der *Storyline*-Visualisierung (Kapitel 3.2.2) dargestellt werden.

Ebenfalls ist angedacht, semantische Informationen über die Beziehungen zwischen den Figuren zu extrahieren und in den visuellen Abstraktionen zu integrieren. Außerdem sind die Geisteswissenschaftler\*innen daran interessiert, Figurenkonstellationen zu unterschiedlichen Zeitpunkten in der Geschichte miteinander zu vergleichen. Diese beiden Aspekte werden im nachfolgenden Visualisierungswerkzeug umgesetzt und unterstützen somit eine umfangreiche vergleichende Untersuchung von Figurennetzwerken.

## 6.3 Vergleichende Analyse von Figurennetzwerke

Dieses Kapitel enthält veröffentlichtes Material aus den folgenden Publikationen:

M. John, M. Baumann, D. Schütz, S. Koch, and T. Ertl. A visual approach for the comparative analysis of character networks in narrative texts. In *Pacific Visualization Symposium (PacificVis)*, pages 41–48. IEEE, 2019a

Wie in Kapitel 2.3.1 zuvor erwähnt, sind die Geisteswissenschaftler\*innen im *CRETA*-Projekt daran interessiert, Figurenkonstellationen zu verschiedenen Zeitpunkten der Handlung zu untersuchen und zu vergleichen. Die entweder manuell oder automatisch abgeleiteten Figurenkonstellationen aus den Erzähltexten sind im Vergleich zu *Social-Media*-Netzwerken kleiner. Daher sind die Qualität und Entwicklung der Figuren und deren Beziehungen von größerem Interesse. In diesem Abschnitt wird ein Werkzeug präsentiert, welches sich insbesondere auf die vergleichende Analyse von Figurennetzwerke konzentriert. Anwender\*innen können beliebige Textbereiche des zu analysierende Textdokuments auswählen und die Netzwerke der darin enthaltenen Figuren visuell vergleichen. In Bezug auf die Zusammenarbeit mit den Geisteswissenschaftler\*innen ist entschieden worden, etablierte Visualisierungen zu verwenden, mit denen sie bereits vertraut sind oder die einfach zu verstehen sind. Dabei kann zwischen einer *Node-Link*-Visualisierung für kleinere und einer Matrix-Darstellung für größere Figurennetzwerke gewechselt werden. Beide Darstellungen ermöglichen die Untersuchung der vorkommenden Figuren und deren Beziehungen und haben ihre Vor- und Nachteile für verschiedene Analyseaufgaben [Ghoniem et al., 2005; Alper et al., 2013]. Das Werkzeug bietet interaktive Funktionen und visuelle Abstraktionen, mit denen die Charakteristiken der Figuren detailliert analysiert werden können. Wie auch bei *ViTA* (Kapitel 6.2) sind die Textabstraktionen mit einer Textansicht verknüpft, um die Geisteswissenschaftler\*innen in ihrem gewohnten Arbeitsablauf zu unterstützen.

Das Werkzeug liefert dabei folgende Forschungsbeiträge:

- Ein Visualisierungswerkzeug, das es ermöglicht, beliebige Bereiche eines Textdokuments auszuwählen und die in ihnen vorkommenden Figurennetzwerke vergleichend zu untersuchen.
- Interaktive visuelle Abstraktionen, welche die Untersuchungen qualitativer und semantischer Informationen über Figuren und deren Beziehungen unterstützen sowie die Analyse der zugehörigen Textpassagen ermöglichen.
- Eine ausführliche Diskussion der Designentscheidungen und Erkenntnisse einer Studie mit Geisteswissenschaftler\*innen des *CRETA*-Projekts.

Im Folgenden wird auf die Anforderungen der Geisteswissenschaftler\*innen eingegangen, bevor die Datenvorverarbeitungsschritte und das Visualisierungswerkzeug erläutert werden.

### 6.3.1 Anforderungsanalyse und Datenvorverarbeitung

Das Werkzeug ist in enger Zusammenarbeit mit den Projektbeteiligten des *CRETA*-Projekts entwickelt worden. Zuvor haben die beteiligten Geisteswissenschaftler\*innen ihre ausgezeichneten Annotationen mit dem *Gephi*-System [Bastian et al., 2009] untersucht. *Gephi* bietet eine Vielzahl von Methoden, welche die Analyse von graphbasierten Strukturen unterstützen. *Gephi* weist jedoch einige Einschränkungen im Hinblick auf den visuellen Vergleich von Figurennetzwerke auf und ist daher in Bezug auf die Bedürfnisse der Geisteswissenschaftler\*innen begrenzt (Abschnitt 6.3.4). Beispielsweise werden die erstellten Figurennetzwerke in verschiedenen Ansichten nebeneinander analysiert. Ferner werden die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Figurennetzwerke nicht farblich hervorgehoben.

Aufgrund dieser Defizite wurden in Kooperation mit den Projektbeteiligten folgende Anforderungen definiert: **(G1)** Das Visualisierungswerkzeug soll es ermöglichen, verschiedene Bereiche eines Textdokuments zu selektieren und die darin beschriebenen Figurennetzwerke darzustellen. **(G2)** Das Werkzeug sollte einen Vergleichsmodus unterstützen, um ausgewählte Figurenkonstellationen miteinander zu vergleichen und die Unterschiede und Gemeinsamkeiten hervorzuheben. **(G3)** Die Darstellung der Figurennetzwerke soll interaktive Funktionen unterstützen, die das Fokussieren und Filtern verschiedener Bereiche des Netzwerks ermöglichen. **(G4)** Es sollen geeignete visuelle Darstellungen für kleinere und größere Figurennetzwerke

angeboten werden. **(G5)** Die Visualisierungen der Figurenkonstellationen sollen mit einer Textansicht verknüpft sein, um *Close Reading* zu ermöglichen. **(G6)** Es sollen semantische Informationen über die Beziehungen der Figuren bereitgestellt werden. **(G7)** Das Werkzeug soll eine Übersicht zur Verfügung stellen, welche die Ähnlichkeiten ausgewählter Figurennetzwerke hervorhebt.

Nachdem die Anforderungen der Geisteswissenschaftler\*innen erläutert worden sind, werden nachfolgend die Datenvorverarbeitungsschritte vorgestellt. Das Werkzeug unterstützt die Analyse von Figuren, die entweder von den Geisteswissenschaftler\*innen oder auch von *NLP-Verfahren* ausgezeichnet worden sind. Für die manuellen Annotationen der Figuren und Beziehungen wurde ein Annotationsschema entwickelt. Dieses Schema umfasst das Auszeichnen von Figuren, Orten und Begriffen wie Verben und Adjektive, welche die Relationen zwischen Entitäten beschreiben können. Wenn jedoch keine manuellen Annotationen für die Texte vorliegen, werden diese entlang einer *NLP*-Pipeline (Kapitel 2.2.1) verarbeitet. Hierfür wurde die *Stanford CoreNLP*-Bibliothek [Manning et al., 2014] integriert, um *Tokenization*, *Sentence Splitting*, *NER* und *POS-Tagging* anzuwenden. Anschließend wird ein Lexikon [Liu, 2004] mit semantisch bewerteten Begriffen verwendet, um den ausgezeichneten Verben und Adjektive eine negative, neutrale oder positive Bedeutung zuzuweisen.

Des Weiteren werden für die verschiedenen Texte Bereiche definiert, in denen zwei Entitäten in Beziehung stehen. Wie bereits in Kapitel 6.2.2 erwähnt, basieren die Definitionen einer Relation zwischen Entitäten auf Experimenten und Diskussionen mit den beteiligten Geisteswissenschaftler\*innen. Beispielsweise hat sich für den Roman “Parzival” für gut herausgestellt, dass eine Beziehung besteht, wenn die Entitäten gemeinsam in einer Strophe miteinander genannt werden. Für Textdokumente, die durch *NLP*-Verfahren automatisch ausgezeichnet werden, wird wie bei *ViTA* (Kapitel 6.2) ein Textbereich von einem Satz verwendet. Abschließend wird mit der *D3*-Bibliothek [Bostock et al., 2011] ein kräftebasiertes Layout für die *Node-Link*-Visualisierung der Figurennetzwerke über das gesamte Textdokument berechnet. Dadurch erhält jede Entität in der *Node-Link*-Visualisierung eine feste Position, welche den Vergleich von verschiedenen Figurenkonstellationen vereinfacht.

### 6.3.2 Visueller Vergleich von Figurenkonstellationen

Der Hauptarbeitsbereich des Visualisierungswerkzeugs ist in Abbildung 6.11 dargestellt. Auf der linken Seite befindet sich ein Menü (Abbildung 6.11 **(A)**), über das neue Textdokumente in das System geladen werden kön-



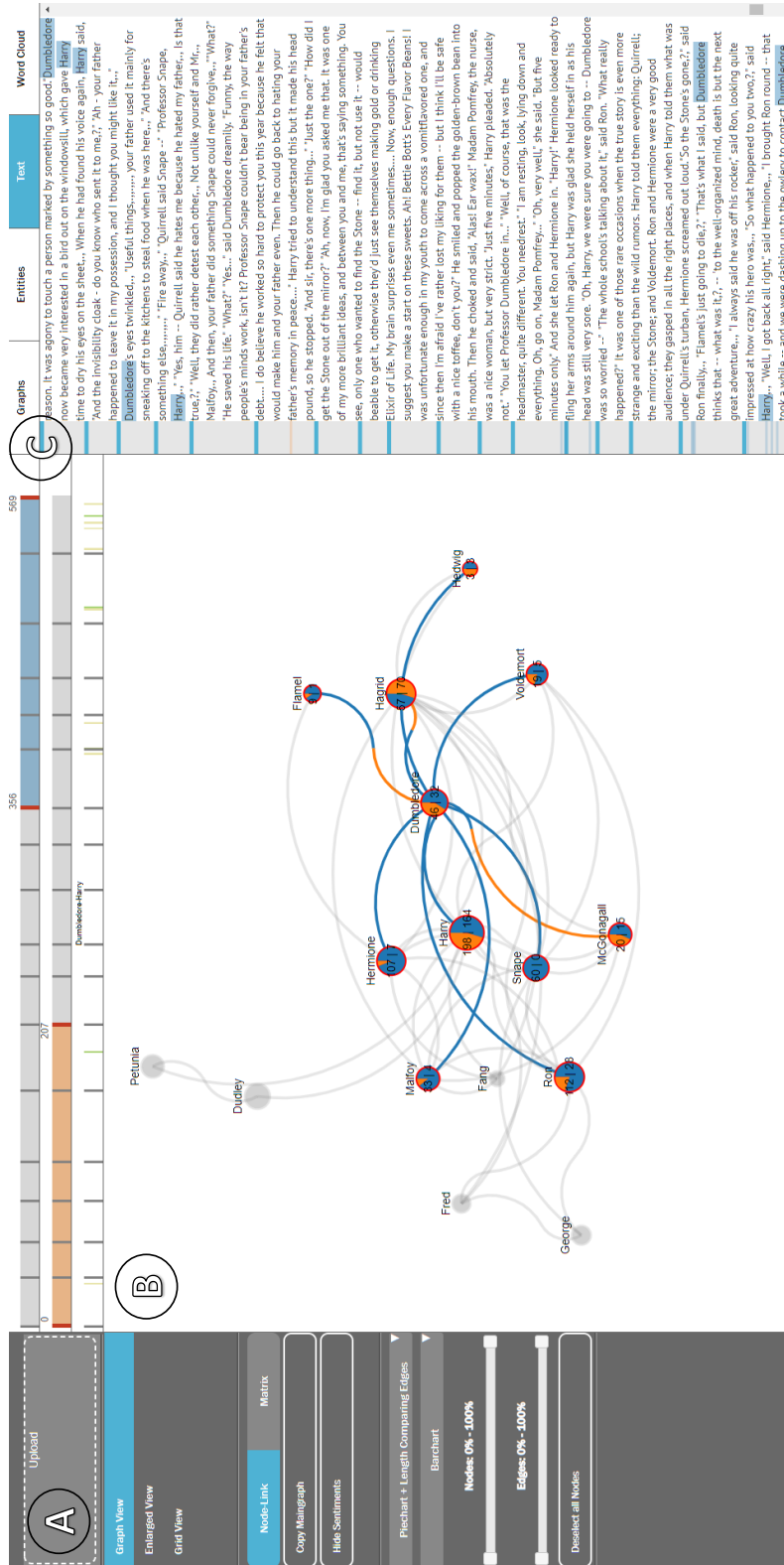


Abbildung 6.11 — Der Hauptarbeitsbereich umfasst: (A) eine Menüleiste für Anpassungen der Visualisierungen, (B) die Hauptansicht für die Matrix- oder Node-Link-Visualisierung und (C) eine Registerkartenansicht mit ausgewählter Textansicht.

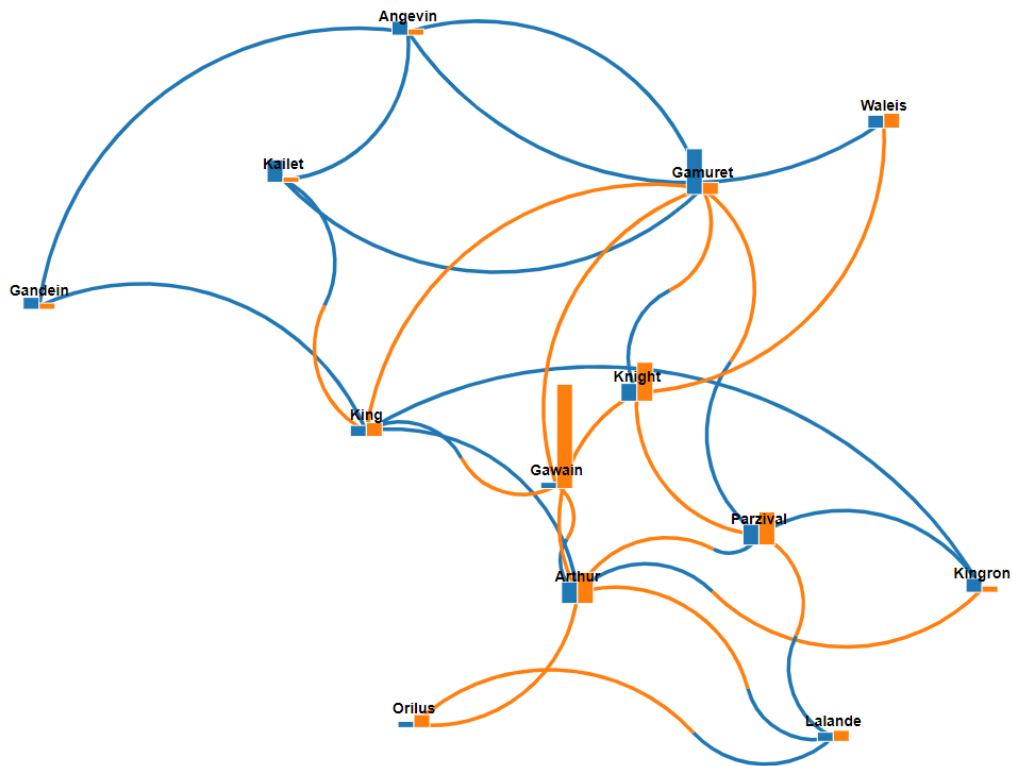
nen. Außerdem können die Anwender\*innen zwischen vier verschiedenen visuellen Kodierungen für die *Node-Link*-Darstellung und drei für die Matrix-Visualisierung im Vergleichsmodus auswählen. Ebenfalls können mehrere Filtermöglichkeiten und ein Sentimentmodus aktiviert werden. Die verschiedenen Visualisierungen mit den unterschiedlichen visuellen Kodierungen und Filteroptionen werden nachfolgend erläutert.

In der Hauptansicht (Abbildung 6.11 ③) des Arbeitsbereichs kann zwischen einer Rasteransicht, Matrix- oder *Node-Link*-Visualisierung gewechselt werden. Die drei Darstellungen werden durch Dokumentbänder ergänzt, die oberhalb der Visualisierungen angezeigt werden und die Auswahl bestimmter Textbereiche unterstützen (**G1**). Die selektierten Bereiche der Bänder werden in der Farbe des erzeugten Figurennetzwerks dargestellt und die grauen Linien repräsentieren beispielsweise Kapitel oder verschiedene Bücher einer Buchserie.

Falls der Sentimentmodus aktiviert ist, wird ein zusätzliches Sentimentband unterhalb der Dokumentbänder angezeigt. In diesem Band werden Verben und Adjektive dargestellt, die im Kontext einer ausgewählten Figur oder Figurenpaare auftreten, wobei grüne Balken positive und rote negative Verben oder Adjektive repräsentieren. Auf diese Weise erhalten die Anwender\*innen eine Übersicht der semantischen Informationen einzelner Figuren und deren Beziehungen sowie einen Eindruck über deren Entwicklung im Verlauf der Geschichte (**G6**). Bei Überlappungen von Balken wird ein *Alpha Blending* zwischen den jeweiligen beiden Farben angewandt, um trotzdem einen Eindruck der semantischen Ergebnisse zu vermitteln.

Darüber hinaus können mithilfe des Menüs auf der linken Seite die selektierten Figurennetzwerke aus der Hauptansicht gespeichert werden. Jedem gespeicherten Netzwerk wird eine individuelle Farbe zugewiesen. Hierfür wird ein Farbschema von *ColorBrewer* [Harrower and Brewer, 2003] verwendet.

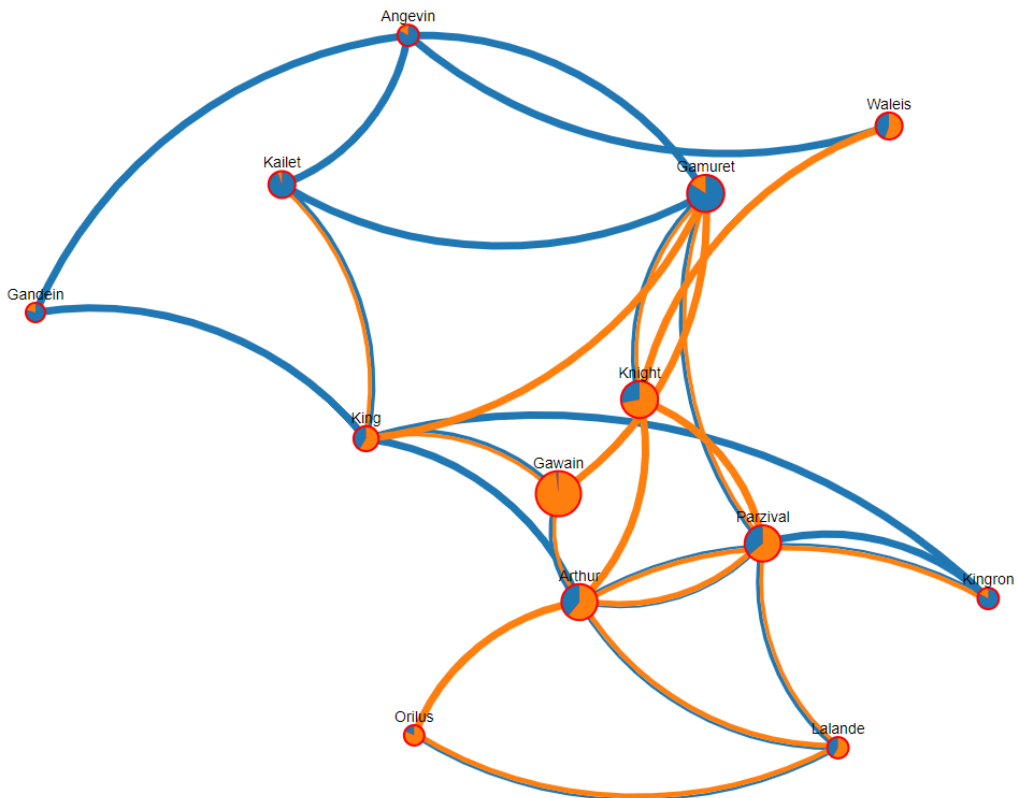
**Node-Link-Visualisierung für die Darstellung der Figurennetzwerke.** Die *Node-Link*-Darstellung ist eine weitverbreitete Visualisierungstechnik, die leicht zu verstehen ist und für kleinere Netzwerke verwendet wird (**G4**). Die Darstellung besteht aus Knoten und Kanten, wobei die Knoten Figuren und die Kanten deren Beziehungen darstellen. Für die Repräsentation der Knoten kann zwischen Balken und Kreisen gewählt werden. Die Größe der Kreise und die Länge der Balken werden dabei proportional zu den Vorkommen der Figuren skaliert. Im *Node-Link*-Vergleichsmodus kann zwischen Säulen- oder Kreisdiagrammen gewählt werden, welche die Erwähnungen einer Figur in den zwei ausgewählten Textbereichen darstellen,



**Abbildung 6.12** — Zwei visuelle Kodierungen für den *Node-Link*-Vergleichsmodus: Säulendiagramme mit Längenvergleichskanten.

siehe Abbildung 6.12 und 6.13 (**G2**). Dabei wird die Anzahl der Erwähnungen einer Figur auf die Länge des jeweiligen Balkens oder der Größe eines Kreissektors abgebildet.

Um die Beziehungen zwischen den Figuren darzustellen, werden gekrümmte Linien verwendet. Im Vergleichsmodus kann zwischen zwei verschiedenen visuellen Kodierungen gewählt werden. Der Ansatz bietet Längenvergleichskanten (Abbildung 6.12 und andererseits Breitenvergleichskanten, wie in Abbildung 6.13 dargestellt. Bei den Breitenvergleichskanten werden die Linien nebeneinander angezeigt, wobei die Breite der Linien proportional zu den gemeinsamen Erwähnungen der Figuren in den verschiedenen Textbereichen skaliert wird. Die Längenvergleichskanten werden in zwei Abschnitte geteilt, wobei der Wendepunkt bzw. eine Wölbung der Linie den Übergang kennzeichnet. Die Länge jedes Abschnitts wird proportional zu den Erwähnungen der Figur in den unterschiedlichen Textbereichen skaliert. Durch die visuellen Kodierungen werden die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Figurennetzwerke hervorgehoben (**G2**). Des Weiteren ist es möglich,



**Abbildung 6.13** — Zwei visuelle Kodierungen für den *Node-Link*-Vergleichsmodus: Kreisdiagramme mit Breitenvergleichskanten.

eine Figur oder eine Relation per Mausdoppelklick zu selektieren, um die entsprechenden Textpassagen in einer Textansicht (**G5**) und die zugehörigen Verben und Adjektive in einer *Word Cloud*-Visualisierung oder im Sentimentband untersuchen zu können (**G6**).

Obwohl gekrümmte Linien verwendet werden, um mehrdeutige Linien zu vermeiden, kann sich die Lesbarkeit der Figurennetzwerke bei vielen Knoten und Kanten erheblich verschlechtern. Dabei können Überlappungen zwischen Knoten oder Kanten entstehen, die zu *Visual Clutter* [Alper et al., 2013] führen. Um *Visual Clutter* zu umgehen oder zu mildern, werden Filtermöglichkeiten unterstützt (**G5**), welche eine gezielte Exploration der Figurennetzwerke ermöglichen. Anwender\*innen können mit dem Mauszeiger über Figuren navigieren, um alle nicht verbundenen Figuren und Relationen farblich abgeschwächt darzustellen, siehe Abbildung 6.11 (B). Außerdem können Figuren per Mausklick deselektiert werden, um die Figuren und deren Beziehungen ebenfalls farblich abgeschwächt zu visualisieren. Darüber

hinaus kann ein Prozentsatz festgelegt werden, um Figuren und Beziehungen zu filtern, die beispielsweise nur in einem der ausgewählten Textbereiche oder sehr häufig in beiden vorkommen (Abbildung 6.11 ①). Durch diese Filtermethode können Figurenkonstellationen innerhalb der Textbereiche identifiziert und untersucht werden. Bei größeren Figurennetzwerke verlieren die verschiedenen Filtermöglichkeiten jedoch ihre Wirkung. Daher wurde zusätzlich eine Matrix-Visualisierung integriert, welche die Möglichkeit bietet, größere Figurennetzwerke darzustellen und zu untersuchen [Ghoniem et al., 2005].

#### **Matrix-Visualisierung für die Darstellung der Figurennetzwerke.**

Im Gegensatz zur *Node-Link*-Visualisierung bietet die Adjazenzmatrix eine Technik, die für die Darstellung größerer Netzwerke besser skaliert (**G4**). Die Zeilen und Spalten der Matrix-Darstellung repräsentieren die Figuren und die Zellen deren Beziehungen. Befinden sich die Anwender\*innen nicht im Vergleichsmodus, wird eine Farbsättigung von Weiß bis zur zugewiesenen Farbe der Figurennetzwerke verwendet, um die gemeinsamen Erwähnungen der Figuren darzustellen. Eine weiße Zelle stellt nur wenige Erwähnungen zwischen den Figuren dar, während eine gesättigte Farbe viele gemeinsame Vorkommen repräsentiert. Im Vergleichsmodus werden drei visuelle Kodierungen angeboten, welche die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der verschiedenen Figurennetzwerke hervorheben, wie in Abbildung 6.14 dargestellt (**G2**). Anwender\*innen können zwischen Säulendiagrammen, kreuzweise geteilte Zellen und Farbübergangszellen wählen. Bei den Säulendiagrammen (Abbildung 6.14 ①) wird die Länge der einzelnen Balken proportional zu den absoluten Erwähnungen der Figuren im Textdokument skaliert. Bei den kreuzweise geteilte Zellen werden die Zellen diagonal geteilt und erneut eine Farbsättigung von Weiß zur jeweiligen Farbe der Figurennetzwerke verwendet, wie in Abbildung 6.14 ② dargestellt. Die Farbübergangszellen verwenden ein Farbübergang der zugewiesenen Farben der Figurennetzwerke, siehe Abbildung 6.14 ③.

Des Weiteren werden wie bei der *Node-Link*-Visualisierung verschiedene Interaktionsmöglichkeiten unterstützt. Beispielsweise kann per Mauszeiger über eine Zelle navigiert werden, um die exakte Anzahl der Erwähnungen in einem Hinweisfenster anzuzeigen. Per Mausklick auf eine Zelle werden die zugehörigen Textpassagen der Figuren in der Textansicht hervorgehoben (**G5**) sowie die entsprechenden Verben und Adjektive in der *Word Cloud* und im Sentimentband dargestellt (**G6**).

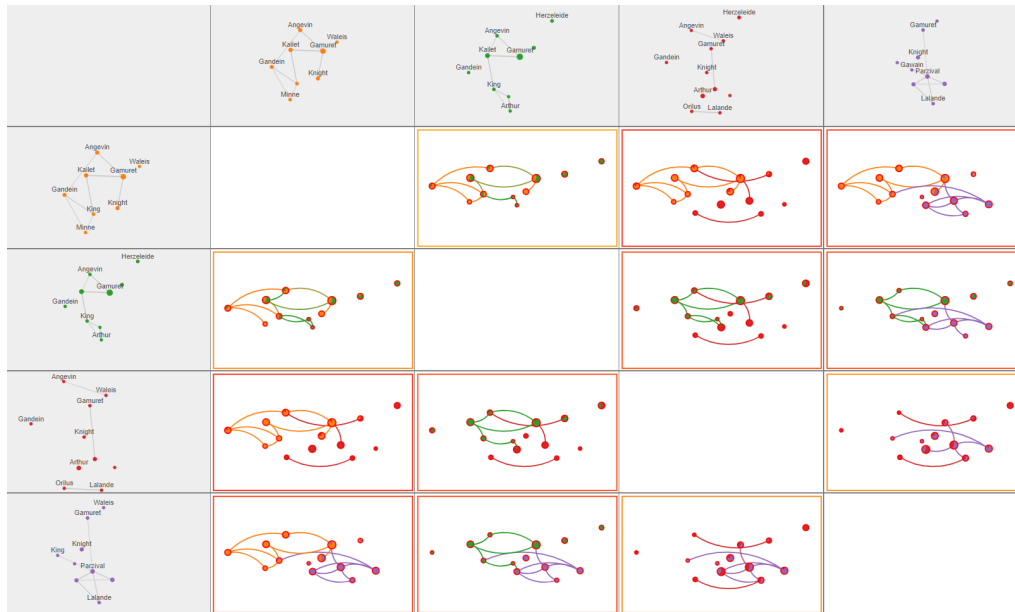
Des Weiteren ermöglicht die Matrix-Darstellung die ausgezeichneten Verben und Adjektive mithilfe einer integrierten *Fisheye Lens*-Technik zu untersuchen (**G6**). Die Technik ähnelt dem *Table Lens*-Ansatz [Rao and Card, 1994]



**Abbildung 6.14** — Drei verschiedene visuelle Kodierungen für den Vergleichsmodus der Matrix-Darstellung: (A) Säulendiagramme, (B) kreuzweise geteilte Zellen und (C) Farbübergangszellen.

und verwendet eine räumliche Verzerrung, um bestimmte Bereiche der Darstellung zu fokussieren, ohne den gesamten Kontext zu verlieren. Auf diese Weise werden ausgewählte Bereiche mit einem höheren und nicht fokussierte mit einem niedrigen Detaillierungsgrad angezeigt. Anwender\*innen können per Mausrad zwischen drei verschiedenen Zoomstufen wählen. Der durch die Verzerrung entstandene freie Platz wird dazu verwendet, die ausgezeichneten Verben und Adjektive als *Word Cloud* in den Zellen darzustellen, siehe Abbildung 6.17 (A). Die Verben und Adjektive werden dabei nach der Anzahl ihrer Erwähnungen mit den jeweiligen Figures in den selektierten Textbereichen sortiert. Im Vergleichsmodus werden gestapelte Balkendiagramme unterhalb der Wörter verwendet, um die verschiedenen Vorkommen der Begriffe in zwei ausgewählten Textbereichen darzustellen (Abbildung 6.17 (A)). Hierzu werden die Balken in der zugewiesenen Farbe der Figurennetzwerke dargestellt. Wenn der Sentimentmodus aktiviert ist, werden negativ Begriffe in Rot, neutrale in Schwarz und positive in Grün angezeigt. Wenn der Platz in den Zellen aufgrund der Verzerrung für die Darstellung der *Word Clouds* zu klein wird, wird die ausgewählte visuelle Kodierung für die Matrix-Darstellung verwendet. Für den Fall, dass der verfügbare Platz der Zelle auch für die Darstellung der Säulendiagramme und kreuzweise geteilte Zellen zu klein wird, wird automatisch zur Farbübergangskodierung gewechselt.

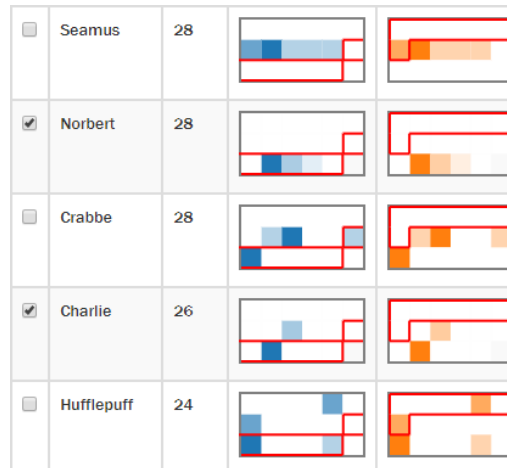
**Rasteransicht für die Darstellung der Ähnlichkeiten zwischen Figurennetzwerke.** Die Rasteransicht verwendet eine Adjazenzmatrix (Abbildung 6.15), um die Ähnlichkeit zwischen den gespeicherten Figurennetzwerken darzustellen. Die Zeilen und Spalten repräsentieren die verschiedenen Figurenkonstellationen und die Zellen die jeweiligen Netzwerke im Vergleichsmodus. Um einen Eindruck von der Ähnlichkeit zwischen den Figurennetzwerken zu vermitteln, wird ein einfaches Ähnlichkeitsmaß verwendet (G7).



**Abbildung 6.15** — Die Rasteransicht bietet eine Übersicht der gespeicherten Figurennetzwerke in einer Adjazenzmatrix. Ein grüner Rahmen repräsentiert ein ähnliches Figurennetzwerk und eine rote Farbe kennzeichnet unterschiedliche.

Das Maß vergleicht die Anzahl der Erwähnungen von den Figuren und deren gemeinsamen Vorkommen in den zwei Figurennetzwerken. Anschließend werden die errechneten Ähnlichkeitsmaße anhand eines Farbverlaufs von grün zu rot an den Zellenrahmen abgebildet, siehe Abbildung 6.15. Ein grüner Rahmen repräsentiert ein ähnliches Figurennetzwerk, während ein roter Rahmen unterschiedliche kennzeichnet. Auf diese Weise bietet die Rasteransicht eine Vergleichsübersicht aller ausgewählten Figurenkonstellationen und kann als Ausgangspunkt für weitere Analysen dienen. Beispielsweise kann ein interessantes Vergleichsnetzwerk in der Rasteransicht entdeckt und per Maudoppelklick in der Hauptansicht analysiert werden.

**Registerkartenansicht zur Darstellung zusätzlicher Informationen und Anpassungen der Figurennetzwerke.** Die Registerkartenansicht (Abbildung 6.11 ©) ermöglicht es, zwischen vier Ansichten zu wechseln, welche mit der Hauptansicht verknüpft sind. Dabei kann zu einer Arbeitsoberfläche gewechselt werden, die es erlaubt, zwischengespeicherte Figurennetzwerke in der Hauptansicht zu analysieren oder mit dem aktuellen Figurennetzwerk zu vergleichen. Die zwischengespeicherten Figurennetzwerke werden in verkleinerter Form als Matrix- oder *Node-Link*-Visualisierung dargestellt, siehe Abbildung 6.17 (B). Die Repräsentationen bieten ebenfalls interaktive Funktionen wie beispielsweise Schwenken oder Zoomen an. Die



**Abbildung 6.16** — Liste der ausgezeichneten Figuren mit jeweils einer *Fingerprint*-Visualisierung für die gespeicherten Figurenetzwerke.

Namensbeschriftungen der Figuren können sich durch *Visual Clutter* jedoch schnell überlappen, sodass beim Zoomen eine Überprüfung von Namensüberlappung integriert wurde. Im Falle einer Überlappung wird nur der Name angezeigt, welcher häufiger im ausgewählten Textbereich erwähnt wird.

Des Weiteren kann über die Registerkartensicht zu einer Übersicht der ausgezeichneten Figuren gewechselt werden. Diese Ansicht bietet eine nach Erwähnungen sortierte Liste der Figuren, siehe Abbildung 6.16. Über diese Liste können dynamisch Figuren der Hauptansicht hinzugefügt oder entfernt werden. Außerdem wird für jedes hinzugefügte Figurenetzwerk eine *Fingerprint*-Visualisierung angezeigt, welche die Erwähnungen der Figuren über den Verlauf der Handlung darstellt. Dabei repräsentieren die Zellen ausgezeichnete Textbereiche und eine Farbsättigung der Zellen stellt die Anzahl der Vorkommen einer Figur in diesem Textabschnitt dar. Hellere Farben repräsentieren wenige Erwähnungen einer Figur, während eine gesättigte Farbe viele Nennungen darstellt. Falls nur ein Teilbereich des Textdokuments ausgewählt ist, werden die entsprechenden Zellen mit einem roten Rahmen gekennzeichnet, um den ausgewählten Textbereich der Figurenetzwerke hervorzuheben.

Es besteht außerdem die Möglichkeit, über die Registerkartenansicht auf das Textdokument zuzugreifen (**G5**). Die Textansicht ist ebenfalls mit der Hauptansicht verknüpft und integriert einen vertikalen *Fingerprint* neben der Bildlaufleiste, um die Erwähnungen von selektierten Figuren im Text darzustellen, siehe Abbildung 6.11 ©. Blaue Balken repräsentieren Textstrukturen



wie beispielsweise Kapitel und die Erwähnungen der Figuren werden in der Farbe der jeweiligen Figurennetzwerke angezeigt. Per Mausklick auf die verschiedenen Vorkommen kann zu den zugehörigen Textpassagen navigiert werden.

Bei der vierten verknüpften Ansicht handelt es sich um eine *Word Cloud*-Visualisierung, welche die ausgezeichneten Verben und Adjektive im Kontext einer selektierten Figur darstellt (**G6**). Im Vergleichsmodus werden ebenfalls gestapelte Balkendiagramme unterhalb der Wörter verwendet, um die Anzahl der Worterwähnungen in den verschiedenen ausgewählten Textbereichen darzustellen. Ferner wird im Sentimentmodus eine grüne Farbe für eine positive, eine rote Farbe für negative und eine schwarze Farbe für neutrale Bedeutungen verwendet.

### 6.3.3 Anwendungsszenarien

Nachfolgend werden zwei Anwendungsszenarien vorgestellt. Im ersten Anwendungsszenario untersucht eine fiktive Analytistin den Roman “Harry Potter und der Stein der Weisen” von J. K. Rowling [Rowling, 2007]. Anschließend werden Anwendungsfälle und Erkenntnisse von Projekttreffen mit den Geisteswissenschaftler\*innen des *CRETA*-Projekts präsentiert.

#### Harry Potter und der Stein der Weisen

Die Analytistin ist daran interessiert, die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Figurenkonstellationen vom Anfang und Ende des Romans miteinander zu vergleichen. Zunächst betrachtet sie in der Hauptansicht das resultierende Figurennetzwerk der gesamten Geschichte mithilfe der *Node-Link*-Visualisierung, siehe Abbildung 6.11 (B). Dadurch erhält die Analytistin einen ersten Überblick der Hauptprotagonisten wie beispielsweise *Harry*, *Ron* oder *Hermine*. Um die erste mit der zweiten Hälfte des Romans zu vergleichen, wählt sie zunächst die ersten sechs Kapitel im Dokumentband aus und speichert das ausgewählte Figurennetzwerk (**G1**). Anschließend selektiert sie die letzten sechs Kapitel und vergleicht die ausgewählten miteinander.

Daraufhin wechselt sie über die Registerkartenansicht zur Liste der ausgezeichneten Figuren im Text, um irrelevante Figuren für ihre Untersuchung abzuwählen. Beim Durchsuchen der Liste stellt sie fest, dass durch die automatische *NER*-Erkennung Figuren falsch zugewiesen wurden und deselektiert diese für die Analyse. Des Weiteren kann sie durch die *Fingerprints* (Abbildung 6.16) Figuren wie beispielsweise *Seamus* oder *Crabbe* identifizieren, die

hauptsächlich in den irrelevanten Kapiteln in Erscheinung treten und wählt diese ebenfalls ab(**G3**).

Während dieser Analyse hat die Figur *Fang* ihr Interesse geweckt. Die Analystin ist unsicher, ob sie *Fang* ein- oder ausblenden sollen, da sie sich nicht mehr an diese Entität in der Geschichte erinnern kann. Um mehr Informationen über *Fang* zu erhalten, selektiert sie den entsprechenden Knoten in der *Node-Link*-Visualisierung und wechselt zur *Word Cloud*-Ansicht (**G6**). Durch die Analyse der zugehörigen Verben und Adjektive wie “haarig”, “zahn” oder “hungrig” hat sie die Vermutung, dass es sich um ein Tier handeln muss. Daraufhin wechselt die Analystin zur Textansicht, um einige Textpassagen über *Fang* zu untersuchen. Dadurch findet sie heraus, dass *Fang* der Hund von *Hagrid* ist und entschließt sich, *Fang* für die weitere Untersuchung zu selektieren.

Nachdem sie die irrelevanten Figuren für ihre Analyse abgewählt hat, will sie die beiden ausgewählten Textbereiche des Romans in der Hauptansicht vergleichend untersuchen. Dazu aktiviert sie den Vergleichsmodus und wählt die *Node-Link*-Visualisierung mit den Kodierungen Kreisdiagrammen und Längenvergleichskanten aus (**G2**). Durch die visuellen Kodierungen und Filterfunktionen zum Hervorheben von Figuren, die primär in einem der beiden Bereiche vorkommen, erkennt sie, dass in den ersten Büchern des Romans hauptsächlich Figuren der “Muggelwelt” (menschlichen Welt) und in der zweiten Hälfte aus der Welt der Zauberer behandelt werden. Darüber hinaus kann sie anhand der Längenvergleichskanten herausfinden, dass die beiden Welten durch die Figuren *Harry*, *Hagrid* und *Hedwig*, dem Haustier von *Harry*, miteinander verbunden sind.

Als Nächstes ist die Analystin an den Beziehungen von *Dumbledore* zu den anderen Figuren interessiert. Hierfür navigiert sie mit der Maus über *Dumbledore* in der *Node-Link*-Visualisierung, um alle Figuren grau auszublenden, die in keiner Relation zu *Dumbledore* stehen, siehe Abbildung 6.11 (B). Daraufhin selektiert sie für die weiterführende Analyse nur die Figuren, die eine Beziehung zu *Dumbledore* haben. Ferner aktiviert sie den Sentimentmodus, um die bestehenden Beziehungen detaillierter analysieren zu können. Nachdem sie die verschiedenen Relationen mithilfe des Sentimentbands untersucht hat, kommt sie zur Einsicht, dass es sich hauptsächlich um positive Beziehungen handelt. Eine beispielhafte positive Relation zwischen *Harry* und *Dumbledore* ist in Abbildung 6.11 (B) dargestellt. Ein weitergehender Analyseschritt könnte eine detaillierte Untersuchung der semantischen Informationen mithilfe der Textansicht sein, siehe Abbildung 6.11 (C).

## Parzival

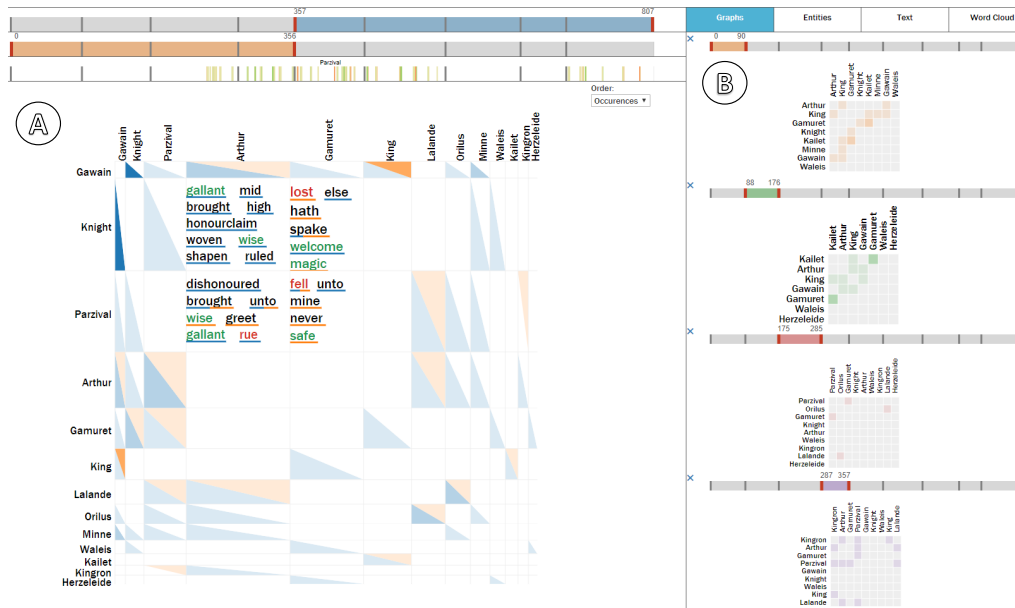
Im zweiten Anwendungsszenario wird eine beispielhafte Untersuchung von den Geisteswissenschaftler\*innen des *CRETA*-Projekts präsentiert. Die Analyse basiert auf der englischen Übersetzung des “Parzival” Romans von J. Weston [von Eschenbach, 2003]. Die Geisteswissenschaftler\*innen haben ein ausgeprägtes Hintergrundwissen über den Versroman und wollen die ersten neun Bücher untersuchen.

Nachdem die neun Bücher des Romans vorverarbeitet wurden, starten sie ihre Untersuchung mit der Matrix-Darstellung, siehe Abbildung 6.14. Auf diese Weise können sie die erwarteten Hauptprotagonisten und deren Beziehungen bestätigen.

Anschließend wollen die Geisteswissenschaftler\*innen die Erwähnungen der Figuren in den ersten drei Büchern mit den vier darauffolgenden vergleichen (**G1**). Hierfür erstellen sie zwei Figurennetzwerke und aktivieren den Vergleichsmodus. Durch die verschiedenen visuellen Kodierungen (Abbildung 6.14), erhalten sie einen Überblick über unterschiedlichen Erwähnungen. Anschließend wechseln sie zur *Node-Link*-Visualisierung und nach einer genaueren Betrachtung der Beziehungen, können die Geisteswissenschaftler\*innen ihr Wissen bestätigen, dass die zwei Textbereiche nur über wenige Figuren, wie beispielsweise *Parzival* oder *Arthur* (Abbildung 6.12), miteinander verbunden sind.

Als nächsten Analyseschritt wollen die Geisteswissenschaftler\*innen ihre Hypothese überprüfen, dass in den ersten vier Büchern des Romans jeweils unterschiedliche Figuren thematisiert werden. Hierfür erstellen sie zunächst für jedes Buch ein Figurennetzwerk (Abbildung 6.17 **B**) und aktivieren anschließend die Rasteransicht. Anhand der visuellen Hervorhebung erhalten sie einen ersten Eindruck von den Ähnlichkeiten zwischen den erstellten Netzwerken. Dadurch können sie ihre Hypothese festigen, dass die ersten vier Bücher verschiedene Figurenkonstellationen behandeln. Um dies genauer zu überprüfen, untersuchen sie nacheinander die Vergleichsnetzwerke in der Hauptansicht (**G7**). Dabei können sie ihre Annahme bestätigen, dass die Figurennetzwerke hauptsächlich verschiedene Figuren thematisieren.

Um mehr Informationen über die Beziehungen zwischen den Figuren zu erhalten, wechseln sie zurück zur Matrix-Darstellung und aktivieren den *Fisheye Lens*-Ansatz, siehe Abbildung 6.17 **A**. Während sie frei navigieren und die verschiedenen *Word Clouds* der Figurenpaare untersuchen, stoßen sie auf Wörter, welche für eine weiterführende Analyse von Interesse sind (**G6**). Der Begriff „lost“ zwischen *Gamuret* und „Knight“ (einem Ritter)



**Abbildung 6.17** — (A) Integrierter *Fisheye Lens*-Ansatz im Vergleichsmodus mit zwei ausgewählten Textbereichen des Versromans “Parzival”. (B) Arbeitsoberfläche mit vier erstellten Figurennetzwerken.

deutet beispielsweise auf einen Kampf hin, welcher nachfolgend analysiert werden könnte.

Die Anwendungsszenarien zeigen, dass das präsentierte Werkzeug eine vergleichende Analyse von unterschiedlichen Figurenkonstellationen unterstützen kann. Die verschiedenen visuellen Abstraktionen und Filtermethoden helfen, die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Figurenkonstellationen hervorzuheben.

### 6.3.4 Expertenfeedback

Nachfolgend wird auf Feedback eingegangen, das auf regelmäßigen Projekttreffen mit beteiligten Mitarbeiter\*innen des *CRETA*-Projekts basiert. Zusätzlich wurde ein separates Interview mit zwei Forscher\*innen durchgeführt, welches auf die Vor- und Nachteile des vorgestellten Werkzeugs im Vergleich zu *Gephi* eingeht. Die Projekttreffen dienen als Plattform zur Diskussion offener Fragen und bieten die Möglichkeit, Analysetechniken vorzustellen, die im Rahmen des Projekts entwickelt werden. Auf diese Weise ist es möglich, Feedback zu implementierten Methoden zu erhalten, um anschließend gezielt auf die Bedürfnisse der Projektpartner\*innen einzugehen.

### Allgemeines Feedback

Insgesamt zeigte sich bei den Projektbesprechungen immer ein großes Interesse am präsentierten Visualisierungswerkzeug, da sich die Geisteswissenschaftler\*innen täglich mit derartigen Analyseaufgaben beschäftigen. Die beteiligten Forscher\*innen haben das Werkzeug ohne längere Einarbeitungszeit als verständlich und einfach zu bedienen empfunden. Anfangs war vor allem die *Node-Link*-Visualisierung von größerem Interesse, da sie mit dieser Darstellungsform durch *Gephi* vertraut waren. Im Verlauf der Entwicklung und nach einigen Diskussionen und Erklärungen wurden sie jedoch immer offener für die Matrix-Darstellung. Schließlich begannen die Geisteswissenschaftler\*innen, die Matrix-Repräsentation zu verwenden und häufiger zwischen den Visualisierungen zu wechseln.

In Bezug auf die Nützlichkeit der verschiedenen visuellen Kodierungen für das Anzeigen der Erwähnungen von den Figuren in der *Node-Link*-Visualisierung (**G2**) waren sie unentschieden. Sie konnten keine Vorteile der Säulen- gegenüber den Kreisdiagrammen oder umgekehrt erkennen, da beide Repräsentationen einen Überblick bieten und sie mithilfe der Hinweifenster die genauen Werte ermitteln können. In Bezug auf die Darstellungen der Beziehungen zwischen den Figuren im Vergleichsmodus haben die Geisteswissenschaftler\*innen das Arbeiten mit den Längenvergleichskanten bevorzugt. Die Kanten seien leichter nachzuverfolgen und miteinander zu vergleichen. Außerdem wurden die Längenvergleichskanten als ästhetischer empfunden als die Breitenvergleichskanten. Darüber hinaus erwähnte eine Geisteswissenschaftlerin, dass die verschiedenen Filtermethoden (**G3**) und Hervorhebungen zur Darstellung der Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Figurennetzwerke (**G2**) ihre Analyseaufgaben unterstützen würden. Insbesondere die Filteroperation zum Fokussieren auf Figuren und deren Beziehungen, die nur in einem der ausgewählten Textbereiche vorkommen, würde ihre Untersuchungen erleichtern (**G3**).

Das Zwischenspeichern und spätere Abrufen von Figurenkonstellationen wurde als sehr hilfreich angesehen, da dies ein wesentlicher Arbeitsschritt von ihnen sei. Zusätzlich haben die Geisteswissenschaftler\*innen die Vorteile der Kombination der Arbeitsoberfläche und der Rasteransicht hervorgehoben, da die gespeicherten Figurennetzwerke direkt miteinander verglichen werden können. Durch die Darstellung der Ähnlichkeit könnten neue interessante Figurennetzwerke für eine vergleichende Untersuchung entdeckt werden (**G7**).

Die Liste der ausgezeichneten Figuren mit den ergänzenden *Fingerprints* wurde nur für die Auswahl und Abwahl von Figuren als hilfreich angesehen

**(G3)**. Die Geisteswissenschaftler\*innen merkten an, dass die *Fingerprints* einen Überblick der Erwähnungen im Textdokument bieten würde, es jedoch sehr schwierig wäre, Figuren miteinander zu vergleichen, insbesondere diejenigen, die in der Liste weit voneinander entfernt sind. Sie hätten gerne einen Vergleichsmodus für zwei ausgewählte Figuren oder zumindest die Möglichkeit, die Figuren neu anzuordnen.

Den Forscher\*innen gefiel außerdem die Möglichkeit, direkt von den Visualisierungen **(G5)** auf die Textansicht zugreifen zu können. Insbesondere lobten sie die Hervorhebungen der vertikalen *Fingerprints* neben der Bildlaufleiste und die Funktionalität, die entsprechenden Textpassagen zu fokussieren. Sie erwähnten jedoch, dass der Vergleich von ausgewählten Passagen für ihre Analyseaufgabe hilfreich wäre.

Die ausgezeichneten Verben und Adjektive in der *Word Cloud*-Visualisierung zu untersuchen, wurde ebenfalls positiv bewertet **(G6)**. Durch die zusammen auftretenden Begriffe könnten Figuren besser charakterisiert werden.

Die integrierte *Fisheye Lens*-Technik ist eine der neuesten Erweiterungen und konnte bisher nur bedingt untersucht werden. Das erste Feedback war jedoch positiv und deutet die Nützlichkeit zum Verstehen von Beziehungskontexten zwischen den Figuren an **(G6)**.

### Vergleich zu Gephi

Wie zuvor erwähnt, verwenden die Geisteswissenschaftler\*innen traditionell *Gephi*, um die annotierten Figuren und die daraus resultierenden Figurennetzwerke visuell zu analysieren und zu vergleichen. Um einen Einblick zu gewinnen, wie das vorgestellte Visualisierungswerkzeug deren Arbeitsablauf erleichtert und verbessert, ist ein zusätzliches Experteninterview mit zwei Projektpartner\*innen durchgeführt worden.

Beide Teilnehmer\*innen erwähnten, dass die Möglichkeit verschiedene Textbereiche auszuwählen und die darin enthaltenen Figurennetzwerke in einer kompakten Ansicht visuell zu vergleichen, ein Vorteil gegenüber *Gephi* sei. In diesem Zusammenhang stellten sie auch fest, dass die Kodierungen zur Hervorhebung der Unterschiede und Gemeinsamkeiten der ausgewählten Textbereiche eine deutliche Verbesserung für ihre Analyse darstellen würde **(G2)**. Sie merkten an, dass sie durch die Repräsentationen die Figurennetzwerke nicht mehr weiterhin nebeneinander analysieren müssen. Vor allem in Romanen mit mehreren Handlungssträngen, wie beispielsweise dem “Parzival”, ist es interessant zu sehen, welche Figuren in beiden ausgewählten Textbereichen agieren und welche einer bestimmten Handlung zugeordnet sind.

Eine Teilnehmerin bemerkte, dass *Gephi* mehr Netzwerkmetriken wie Zentralität oder Dichte und verschiedene Layouts für die Darstellung der Netzwerke anbietet. Solche Funktionen könnten jedoch leicht in das präsentierte Werkzeug integriert werden.

Des Weiteren gefiel ihnen die Möglichkeit, zu einer Matrix-Repräsentation wechseln zu können, da bei vielen darzustellenden Figuren die *Node-Link*-Visualisierung unübersichtlich werden kann (**G4**). Eine weitere notwendige Funktionalität für die Geisteswissenschaftler\*innen, die von *Gephi* nicht unterstützt wird, ist die Möglichkeit, von den Visualisierungen direkt auf die zugehörigen Textpassagen oder Textzusammenfassungen zugreifen zu können (**G5**). Dies sei besonders hilfreich, um Kontexte von Beziehungen detaillierter untersuchen zu können.

Beide Teilnehmer\*innen erwähnten jedoch, dass die vorgestellte Technik keine Repräsentation für die dynamische Entwicklung der Figuren in Form eines Films unterstützt. Solch eine Animation könnte ebenfalls in das präsentierte Werkzeug integriert werden, in dem die ausgewählten Textbereiche in den Dokumentbändern animiert abgespielt würden. Hierfür müsste den Anwender\*innen ermöglicht werden, die Anzahl der Schritte sowie die Dauer dieser festzulegen.

Darüber hinaus gefiel beiden Teilnehmer\*innen die Darstellung der Ähnlichkeiten zwischen den gespeicherten Figurenkonstellationen in der Rasteransicht (**G7**). Insgesamt sahen sie deutliche Vorteile der entwickelten Analysetechnik gegenüber *Gephi* und äußerten, dass sie gerne ihre Fragestellungen mit dieser Technik bearbeiten würden.

### 6.3.5 Diskussion und Ausblick

In diesem Unterkapitel wird abschließend die Skalierbarkeit, die getroffenen Designentscheidungen und die Einschränkungen des Visualisierungswerkzeug diskutiert. Des Weiteren werden zukünftige Erweiterungen und Forschungsmöglichkeiten präsentiert.

#### Skalierbarkeit

Das entwickelte Werkzeug ist in vielerlei Hinsicht skalierbar. Es wird beispielsweise die Analyse beliebig langer Textdokumente unterstützt, welche viele Figuren enthalten können. Die *Node-Link*-Visualisierung kann jedoch schnell unübersichtlich werden, wenn viele Figuren und Beziehungen dargestellt werden sollen. Daher unterstützt die Analysetechnik zum einen verschiedene Filtermethoden und zum anderen die Möglichkeit, zu einer

Matrix-Darstellung zu wechseln, die für größere Figurenetzwerke skaliert. Die verknüpften Ansichten in der Registeransicht können ebenfalls die Informationen für längere Textdokumente darstellen.

Ferner kann die Technik erweitert werden, um den Vergleich mehrerer Textbereiche zu unterstützen. Derzeit bietet die Matrix- und die *Node-Link*-Visualisierung den Vergleich von zwei ausgewählten Textbereichen an. Die Säulen- und Kreisdiagramme können jedoch ohne grundlegende Änderungen weitere Erwähnungen von Figuren zusätzlicher Textbereiche darstellen. Ein Nachteil wäre, dass die Balken und die Kreissektoren immer kleiner werden würden und somit schwieriger, miteinander zu vergleichen. Die beiden visuellen Kodierungen für die Repräsentation der Beziehungen in der *Node-Link*-Visualisierung könnten ebenfalls ohne größere Änderungen mehrere Textbereiche anzeigen.

Die visuellen Kodierungen kreuzweise geteilte Zellen und Farbübergangszellen in der Matrix-Darstellung sind nur bedingt skalierbar für mehrere Textbereiche. Für die kreuzweise geteilten Zellen wäre es denkbar, die Zellen in vier Abschnitte zu unterteilen. Dies könnte jedoch zu Mustern führen, welche sich störend auf die Zellgrenzen der Matrix-Repräsentation auswirken können [Alper et al., 2013]. Die Farbübergangszellen eignen sich jedoch nicht für mehr als zwei verschiedene Farben, da die unterschiedlichen Farbbeiträge nur sehr schwer erkennbar wären.

Da für jedes hinzugefügte Figurenetzwerk eine individuelle Farbe vergeben wird, ist das entwickelte Werkzeug hier nur begrenzt skalierbar. Eine Alternative wäre die Verwendung von Glyphen anstelle von Farben. Dies würde jedoch mehr Platz und eine Lernphase der Anwender\*innen erfordern. Des Weiteren besteht nach Rücksprache mit den Geisteswissenschaftler\*innen bis jetzt noch nicht die Notwendigkeit, viele verschiedene Figurenkonstellationen zu vergleichen.

Anstatt mehrere Textbereiche miteinander zu vergleichen, könnte auch die Analyse verschiedener Versionen eines Romans unterstützt werden. Da beide Analyseaufgaben ähnlich sind, gelten ebenfalls die diskutierten Aspekte für die Darstellung mehrerer Textbereiche. Für diese Anforderung müssten jedoch die Längen der Dokumentbänder und die der *Fingerprints* angepasst werden. Eine komplexere Erweiterung in diesem Zusammenhang wäre die Unterstützung einer vergleichenden Textanalyse der verschiedenen Textversionen. Da Textansichten viel Platz benötigen, müsste eine externe Fensteransicht integriert werden, die eine vergleichende Untersuchung ermöglicht.



## Designentscheidungen und Einschränkungen

Während der Entwicklung des Werkzeugs mussten viele Entscheidungen getroffen werden, um die Anforderungen der Projektpartner\*innen zu erfüllen (Abschnitt 6.3.1). Im Folgenden werden die Designentscheidungen und die Einschränkungen der verwendeten Visualisierungen für den Vergleich verschiedener Figurennetzwerke diskutiert.

Für die Darstellung und den Vergleich der Figurenkonstellationen wurde sich bewusst für eine *Node-Link*-Visualisierung entschieden, da diese eine weitverbreitete Technik zur Visualisierung von Netzwerken ist und die Geisteswissenschaftler\*innen damit vertraut sind. Bezüglich des Layouts der *Node-Link*-Visualisierung wurde sich ebenfalls bewusst dazu entschieden, ein kräftebasiertes Layout über das gesamte Textdokument (anstelle ausgewählter Textbereiche) zu berechnen, da feste Positionen der Figuren den Vergleich von Figurenkonstellationen vereinfachen.

Um die Erwähnungen der Figuren in ausgewählten Textbereichen darzustellen, bietet die Analysetechnik entweder Kreis- oder Säulendiagramme an. Es werden beide Möglichkeiten unterstützt, da Kreisdiagramme der konventionellen *Node-Link*-Darstellung entsprechen und somit einen gängigen Übergang zwischen Knoten und Kanten bilden. Balkendiagramme hingegen ermöglichen einen besseren Vergleich der absoluten Erwähnungen. In Bezug auf die visuellen Kodierungen für die Beziehungen zwischen den Figuren können die Anwender\*innen zwischen Längen- und Breitenvergleichskanten wählen. Es werden Breitenvergleichskanten angeboten, da diese einfach zu verstehen sind. Diese Kanten haben jedoch den Nachteil, dass die nebeneinander angeordneten Linien mehr Platz benötigen und somit schneller zu *Visual Clutter* führen. Daher wurden zusätzlich Längenvergleichskanten integriert, da diese weniger *Visual Clutter* verursachen und als ästhetischer wahrgenommen werden. Abhängig von den Positionen der Knoten kann jedoch der Eindruck entstehen, dass längere Kanten mehr gemeinsame Erwähnungen von Figuren repräsentieren als kürzere Kanten (was auch auf das kräftebasierte Layout zurückzuführen ist). Diese Einschränkung ist den Geisteswissenschaftler\*innen im Detail erläutert worden, um Fehlinterpretationen zu vermeiden. Eine weitere Designentscheidung bestand darin, die ausgezeichneten Verben und Adjektive nicht in der *Node-Link*-Visualisierung zu integrieren, da dies zu zusätzlichem *Visual Clutter* geführt hätte. Stattdessen wurde entschieden, die Begriffe als *Word Cloud*-Darstellung in einer verknüpften Ansicht anzuzeigen, mit der Einschränkung, dass die Anwender\*innen ihre Untersuchung nicht in einer kompakten Darstellungsform durchführen können.

Neben der *Node-Link*-Visualisierung wird auch eine Matrix-Darstellung angeboten, da diese Technik für die visuelle Analyse größerer Figurennetzwerke skaliert. Für die Matrix-Repräsentation werden ebenfalls verschiedene Kodierungen für die Darstellung der Vorkommen der Figuren zur Verfügung gestellt, welche ihre Vor- und Nachteile haben. Es werden gestapelte Balkendiagramme unterstützt, die einen guten Vergleich von Zellen in näherer Umgebung ermöglichen. Bei vielen Zellen können diese jedoch sehr klein werden und somit schwierig zu vergleichen. Deswegen wurden ebenfalls die kreuzweise geteilten Zellen und die Farbübergangszellen integriert, da beide auf einer Farbzuordnung basieren und einen Vergleich kleinerer Zellen ermöglichen. Darüber hinaus können beide visuelle Kodierungen ohne Einschränkungen im integrierten *Fisheye Lens*-Ansatz dargestellt werden. Die gestapelten Balkendiagramme hingegen sind im *Fisheye Lens*-Modus aufgrund Verzerrung nicht mehr absolut vergleichbar. Während der relative Vergleich in den Spalten und Zeilen der fokussierten Zelle weiterhin möglich ist, werden weiter entfernte Balken in einem anderen Maßstab skaliert. Dies ist auch eine Einschränkung, die den Geisteswissenschaftler\*innen mitgeteilt wurde, um Fehlinterpretationen zu vermeiden.

Nachdem in den bisherigen Kapiteln Visualisierungswerkzeuge für die Untersuchung einzelner Textdokumente vorgestellt wurden, werden im nachfolgenden Kapitel verschiedene Techniken präsentiert, die die Analyse mehrerer Texte unterstützen.

KAPITEL



## Visuelle Analyse mehrerer Textdokumente

In den vorherigen Kapiteln wurden Visualisierungstechniken vorgestellt, welche die Untersuchung von ausgezeichneten Ereignissen, Themen oder Entitäten und deren Beziehungen in einzelnen Textdokumenten unterstützen. Nachfolgend werden drei Werkzeuge präsentiert, die eine Analyse von mehreren Texten erlauben. Die erste Technik ermöglicht die Untersuchung von wenigen Textdokumenten mithilfe einer *Word Cloud*-Visualisierung, während die zwei weiteren für eine freie und flexible Exploration großer Textkorpora entwickelt worden sind.

## 7.1 MultiCloud

Dieses Kapitel enthält veröffentlichtes Material aus den folgenden Publikationen:

M. John, E. Marbach, S. Lohmann, F. Heimerl, and T. Ertl. MultiCloud: Interactive word cloud visualization for the analysis of multiple texts. In *Proceedings of Graphics Interface 2018*, pages 34 – 41. Canadian Human-Computer Communications Society / Société canadienne du dialogue humain-machine, 2018c

S. Jänicke, M. John, and A. Geßner. The value of tag cloud visualizations for textual analysis. In *International Conference on Digital Humanities (DH)*. Alliance of Digital Humanities Organizations, 2019. URL <https://dev.clariah.nl/files/dh2019/boa/0449.html>

In diesem Kapitel wird die *MultiCloud*-Technik eingeführt, welche eine vergleichende Analyse mehrerer Textdokumente ermöglicht. Dabei werden zentrale Themen und Figuren sowie Unterschiede und Gemeinsamkeiten im Wortgebrauch hervorgehoben. *MultiCloud* wurde ebenfalls mit den Geisteswissenschaftler\*innen des *CRETA*-Projekts (Kapitel 2.3.1) entwickelt. Für die Darstellung wurde sich bewusst für eine *Word Cloud*-Visualisierung entschieden, da die Projektbeteiligten mit dieser Repräsentationsform vertraut waren.

In den letzten Jahren, sind einige *Word Cloud*-Techniken entwickelt worden, welche die Untersuchung unterschiedlicher Facetten innerhalb einer Dokumentensammlung unterstützen (Kapitel 3.1). Die verfügbaren *Word Clouds* weisen jedoch Nachteile hinsichtlich einer mangelnden Übersicht oder einer ineffizienten Nutzung des Bildschirmplatzes auf. Ferner bieten die Techniken keine flexible Auswahl von verschiedenen *Word Cloud*-Layouts oder nur wenige Möglichkeiten, um die Visualisierung für die jeweiligen Analyseaufgaben anzupassen.

Mit *MultiCloud* wird ein Werkzeug präsentiert, welches diese Nachteile reduziert und folgende Forschungsbeiträge liefert:

- Eine Erweiterung verwandter *Word Cloud*-Ansätze, um eine ansprechendere Übersicht und effizientere Nutzung des Bildschirmplatzes für mehrere Textdokumente zu unterstützen.

- Verschiedene Layouts und Einstellungsparameter, mit denen die *Word Cloud*-Darstellung für die jeweiligen Analyseaufgaben angepasst werden kann.
- Eine *Close* und *Distant Reading*-Methode, die es ermöglicht, zugehörige Textpassagen von den dargestellten Wörtern zu untersuchen.
- Ergebnisse einer Evaluation mit Forscher\*innen aus den Bereichen der Visualisierung und den Geisteswissenschaften.

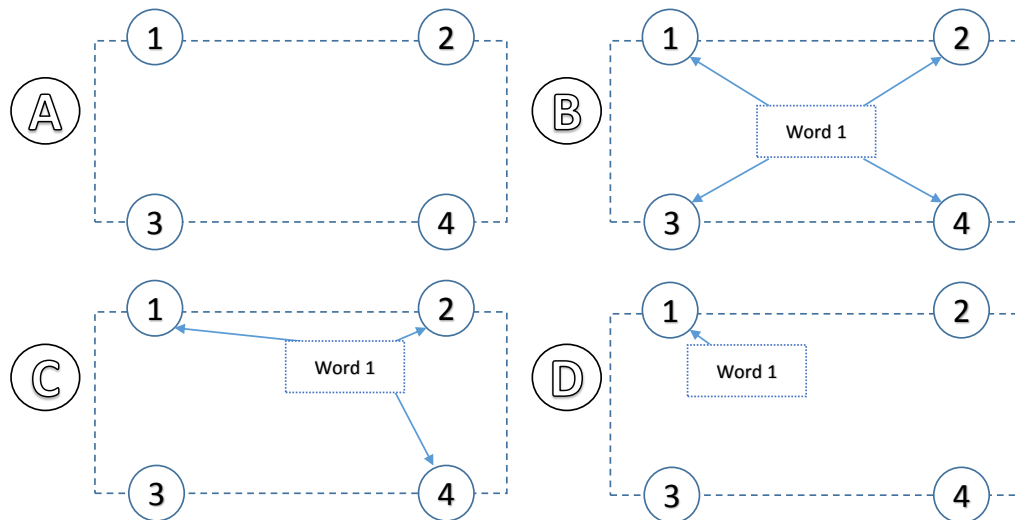
Im Folgenden werden zunächst die Anforderungen von den Projektbeteiligten des *CRETA*-Projekts und die Datenvorverarbeitungsschritte erläutert. Anschließend wird die visuelle Umsetzung von *MultiCloud*, ein Anwendungsszenario und Erkenntnisse einer Benutzer\*innenstudie präsentiert. Basierend auf dem Feedback der Studie wird eine gezielte Erweiterung von *MultiCloud* vorgestellt, bevor abschließend das Werkzeug diskutiert und auf zukünftige Forschungsmöglichkeiten eingegangen wird.

### 7.1.1 Anforderungsanalyse

Die Anforderungen von *MultiCloud* basieren zum einen auf den Gruppentreffen des *CRETA*-Projekts und zum anderen auf Verbesserungspotenzialen von früheren Arbeiten in diesem Kontext. Daraus resultiert sind die folgenden fünf Entwurfsziele: **(G1)** Die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Textdokumente sollen hervorgehoben werden. **(G2)** Der verfügbare Bildschirmplatz soll effizient genutzt werden, sodass die Wörter übersichtlichen und ansprechend dargestellt sind. **(G3)** Es sollen alle relevanten Wörter abgebildet werden. **(G4)** Einstellungsparameter, mit denen die *Word Cloud* für unterschiedliche Analyseaufgaben angepasst werden kann. **(G5)** Es soll möglich sein, auf die zugehörigen Textpassagen der repräsentierten Wörter zugreifen zu können.

### 7.1.2 Datenvorverarbeitung

Die Texte werden zunächst mithilfe einer *NLP*-Pipeline vorverarbeitet (Kapitel 2.2.1). Hierfür wird die *Stanford CoreNLP*-Bibliothek [Manning et al., 2014] verwendet, um *Tokenization*, *NER* und *POS-Tagging* anzuwenden. Dadurch können die Wörter gegebenenfalls als Verben, Adjektive oder Substantive sowie als Person oder Ort ausgezeichnet werden. Außerdem werden die Begriffe von den Textdokumenten mithilfe von *tf* und *tf-idf* gewichtet (Kapitel 2.2.2).



**Abbildung 7.1** — Schematische Darstellung des *MultiCloud*-Layouts: Vier Dokumente werden gleichmäßig als feste Knoten am Rand des Layouts verteilt: (A) Ohne Wortplatzierung, (B) ein Wort mit einer gleichwertigen Gewichtung in allen Textdokumenten, (C) ein Wort ohne eine Gewichtung zu Textdokument drei und mit einer starken Gewichtung zu Textdokument zwei und (D) ein Wort mit nur einer Gewichtung zum ersten Textdokument.

### 7.1.3 Visuelle Umsetzung

*MultiCloud* ist als webbasierte Anwendung implementiert und ist somit für Anwender\*innen leicht zugänglich. Für den Platzierungsalgorithmus wird ein kräftebasierter Ansatz der *D3*-Bibliothek [Bostock et al., 2011] verwendet. Wie bei einem kräftebasierten System üblich, besteht das Layout aus Knoten und Kanten, wobei Knoten die Wörter und die Kanten die Gewichtungen zwischen den Wörtern und den Textdokumenten darstellen. Die Texte werden gleichmäßig als feste Knoten am Rand des Layouts platziert, siehe Abbildung 7.1 (A). Anschließend werden die Wörter innerhalb des Layouts platziert.

Abbildung 7.1 (B) zeigt eine beispielhafte Platzierung eines Wortes, wobei die blauen Kreise die festen Dokumentknoten, die gestrichelten Linien die Form des Layouts und die Pfeile die Kanten zwischen den Wörtern und den Dokumenten darstellen. Wenn die Gewichtsverteilung eines Begriffs in allen Dokumenten gleich ist, wird das Wort in der Mitte des Layouts platziert, wie in Abbildung 7.1 (B) dargestellt. Falls die Gewichtungen jedoch nicht gleichmäßig verteilt sind, wird das Wort in Richtung der Dokumentenknoten verschoben, wo es die stärkste Gewichtung aufweist. Es wird keine Kante hinzugefügt, wenn ein Begriff nicht im Textdokument erwähnt wird, siehe



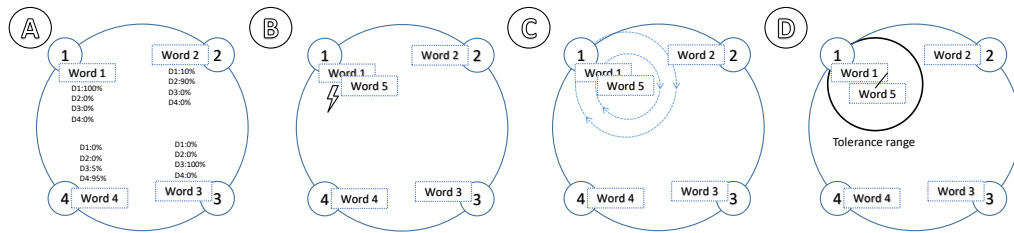
**Abbildung 7.2** — Erster Platzierungsversuch der Wörter basierend auf einem kräftebasierten Algorithmus. Die schwarzen Linien repräsentieren die Abweichungen von den platzierten zu den berechneten Wortpositionen.

Abbildung 7.1 ©. Wörter die nur in einem der Textdokumente vorkommen, werden in der Nähe des jeweiligen Dokumentknotens platziert (Abbildung 7.1 ④).

Bei dem verwendeten kräftebasierten Ansatz, kann es jedoch zu Überlappungen von Wörtern kommen. Trotz unterschiedlicher Variationen von Einstellungsparameter, wie beispielsweise die Schriftgröße oder Wortverschiebungen, gab es weiterhin noch viele Überschneidungen, siehe Abbildung 7.2. Um diese Überlappungen zu vermeiden, ist der Algorithmus erweitert worden.

Als ersten Schritt werden die Wörter mithilfe von  $tf$  gewichtet. Basierend auf dieser Gewichtung wird mit der  $D\beta$ -Bibliothek eine kräftebasiertes Layout berechnet, um die Positionen der Wörter zu bestimmen. Anschließend wird abwechselnd für jedes Textdokument das Wort mit der höchsten Gewichtung platziert (Abbildung 7.3 ①). Dadurch werden Wörter mit einer hohen Gewichtung folglich nah an den entsprechenden Dokumentknoten positioniert.

In Fällen, in denen sich Wörter überlappen (Abbildung 7.3 ②), sucht der Platzierungsalgorithmus den nächstgelegenen Bereich ab, um eine freie Position für die Begriffe zu finden, siehe Abbildung 7.3 ③. Dadurch können Wörter weit von der berechneten Position platziert werden. Um solche Konstellationen zu vermeiden, ist ein Toleranzbereich für die maximale



**Abbildung 7.3** — (A) Die Wörter werden abwechselnd für die jeweiligen Textdokumente anhand der berechneten Gewichtung platziert. (B) Falls eine Wortüberlappung vorliegt, (C) sucht der Kollisionsalgorithmus den nächstgelegenen Bereich ab, um eine freie Position zu finden. Dadurch können Wörter weit entfernt von der berechneten Position platziert werden. (D) Aus diesem Grund wurde ein Toleranzbereich integriert, indem die Platzierung eines Wortes noch akzeptabel ist.

Wortentfernung von der ursprünglich berechneten Platzierung integriert worden, wie in Abbildung 7.3 (D) dargestellt.

Dieser Bereich kann von den Anwender\*innen festgelegt und geändert werden. Zusätzlich ist ein Expertenmodus implementiert worden, der den Unterschied von den platzierten zu den berechneten Wortpositionen in der *Word Cloud*-Visualisierung darstellt. Für jedes Wort wird dabei eine Linie gezeichnet, wobei die Länge die Differenz repräsentiert, siehe Abbildung 7.4. Falls die Abweichungen zu groß sind, können die Anwender\*innen anhand von Einstellungsparametern und visuellen Repräsentationen diesen entgegenwirken. Die verschiedenen Parameter und Darstellungen werden im folgenden Abschnitt erläutert.

## Parameter und visuelle Darstellungen

*MultiCloud* bietet verschiedene Einstellungsparameter, um das Layout der *Word Cloud* zu variieren, die Platzierung der Wörter zu beeinflussen oder die Schnittmenge der Begriffe zwischen den Textdokumenten festzulegen. Darüber hinaus werden Interaktionsmöglichkeiten angeboten, mit denen die *Word Cloud*-Visualisierung untersucht werden kann.

**Layout-Formen und Platzierung der Wörter.** Das Werkzeug unterstützt die drei Layout-Formen: Rechteck, Kreis und Ellipsoid als Grundgeometrie, siehe Abbildung 7.5. Darüber hinaus kann zwischen den folgenden drei Optionen zur Platzierung der Wörter gewählt werden:

1. **Maximale Platzausnutzung.** Durch das Auswählen dieser Option wird der vorhandene *Word Cloud*-Bereich so gut wie möglich genutzt.





**Abbildung 7.4** — Darstellung des Expertenmodus, der die Abweichungen von den platzierten zu den berechneten Wortpositionen in Form von schwarzen Linien repräsentiert.

Hierfür wird iterativ die Schriftgröße der Wörter erhöht, bis der erforderliche Bereich größer als der Verfügbare wird.

2. **Platzierung aller Wörter.** Mit dieser Option kann sichergestellt werden, dass alle relevante Wörter platziert werden. Dabei wird der Platzierungsalgorithmus so angepasst, dass die Schriftgrößen der Begriffe iterativ verkleinert werden, solange bis kein häufig vorkommendes Wort mehr ausgelassen wird.
3. **Zentralisierung der Wörter.** Mit dieser Möglichkeit kann der freie Bildschirmbereich in der Mitte des Layouts reduziert werden. Dabei werden die Wörter anhand der gemeinsamen Vorkommen in den Dokumenten sortiert und iterativ von der Mitte des Layouts heraus platziert, ähnlich wie bei einer Spirale. Dadurch können die errechneten Wortpositionen jedoch weit von den tatsächlichen Platzierungen abweichen.

**Skalierung der Wörter.** Die Anfangsschriftgröße der Wörter basiert auf einer Quadratwurzelskalierung der  $tf$ -Gewichtung. Dadurch werden häufig vorkommende Begriffe größer dargestellt und die Anwender\*innen erhalten einen Überblick über die prominenten Themen in den Textdokumenten. Ferner kann zwischen einer linearen, logarithmischen und quadratischen Skalierung gewählt sowie eine minimale und maximale Schriftgröße gesetzt werden.

**Relevanz der Wörter.** Zusätzlich zur Wortposition, wird eine Farbzuzuweisung verwendet, um die Relevanz der Wörter in den verschiedenen Textdokumenten zu repräsentieren. Dabei wird jedem Dokument eine individuelle



**Abbildung 7.5** — Drei verschiedene *Word Cloud*-Layouts, welche die ersten vier Bücher der englischen Übersetzung des mittelhochdeutschen “Parzival” Romans darstellen: (A) Rechteck, (B) Kreis und (C) Ellipsoid.

Farbe zugewiesen. Hierfür wird ein vordefiniertes Farbschema von *Color-Brewer* [Harrower and Brewer, 2003] genutzt. Dabei wird den Wörtern die Dokumentfarbe zugewiesen, in denen sie am häufigsten vorkommen. Außerdem wird eine Farbsättigung verwendet, um hervorzuheben, wie häufig die Wörter in den einzelnen Texten erwähnt werden. Hellere Farbtöne repräsentieren dabei eine schwache Gewichtung, während kräftige Farbe eine starke Zuweisung bedeuten. Darüber hinaus kann die Anzahl der Wörter, die in mehreren oder nur in einzelnen Textdokumenten genannt werden, festgelegt werden. Diese beiden Möglichkeiten können miteinander kombiniert werden, um in der *Word Cloud* die Gemeinsamkeiten und Unterschiede hervorzuheben.

**Interaktionsmöglichkeiten.** Des Weiteren bietet *MultiCloud* mehrere interaktive Optionen die *Word Cloud*-Darstellung zu untersuchen. Beispielsweise werden gängige Methoden wie Verschieben und Zoomen unterstützt. Per Mausinteraktion kann über die einzelnen Begriffe navigiert werden, sodass die Erwähnungen in den Textdokumenten in Form eines Kreisdiagramms angezeigt werden. Außerdem können Wörter per Mausklick selektiert werden, um zusätzliche Informationen wie beispielsweise das zugehörige *POS-Tag*, in einer separaten Ansicht anzeigen zu lassen. Ferner können die Dokumentknoten angewählt werden, um alle Wörter mit einer hohen Zugehörigkeit hervorzuheben. Dadurch kann ein Überblick über die häufig vorkommenden Begriffe in den einzelnen Textdokumenten ermöglicht werden.

### 7.1.4 Anwendungsszenario

In diesem Abschnitt wird ein Anwendungsszenario präsentiert, welches die Anwendbarkeit und Nutzen des Werkzeugs für die Analyse narrativer Texte widerspiegelt. Dabei werden die sieben Bücher der Harry Potter Saga von J.K. Rowling [Rowling, 2007] von einer fiktiven Analytistin untersucht.

## Harry Potter Saga

Die Harry Potter Saga handelt von den Abenteuern des jungen Zauberers *Harry Potter*, dem Protagonisten, und seinen Kämpfen mit dem dunklen Zauberer *Lord Voldemort*. Die Analystin ist daran interessiert, die prominenten Themen, Ereignisse und Entitäten der einzelnen Bücher sowie über die Saga hinweg zu untersuchen.

Nachdem die Romane vorverarbeitet wurden, wählt sie ein kreisförmiges Layout aus und aktiviert die Optionen “Maximale Platzausnutzung” und “Platzierung aller Wörter”. Zusätzlich setzt sie Schnittmenge der Begriffe, die in mehreren Textdokumenten vorkommen, auf 200 und die Anzahl der Wörter, die nur die einzelnen Bände beschreiben, auf 20. Dadurch erhält sie eine *Word Cloud*-Darstellung (Abbildung 7.6 A), welche die sieben Bände, aber auch die häufig vorkommenden Begriffe der einzelnen Bücher widerspiegelt.

Während sie die *Word Cloud* betrachtet, kann sie die Hauptfiguren wie beispielsweise *Harry*, *Hermine*, *Ron* oder *Dumbledore* identifizieren. Darüber hinaus kann sie auch Figuren bestimmen, die nur in den einzelnen Romanen erwähnt werden, wie beispielsweise *Crouch* (blaues Dokument).

Anschließend setzt sie die Anzahl der Begriffe, die in nur in den einzelnen Büchern erwähnt werden, auf null und erhöht die Anzahl der Begriffe, die in mehr als einem Buch genannt werden. Die resultierende *Word Cloud* ist in Abbildung 7.6 B dargestellt. Die Analystin kann dabei viele Begriffe feststellen, die über die Saga hinweg eine wichtige Rolle spielen, wie beispielsweise *Hogwarts*. Diese Wörter sind primär im Zentrum der *Word Cloud* angeordnet, siehe Abbildung 7.6 B. Außerdem kann sie Figuren erkennen, die zwar in mehreren Textdokumenten erwähnt werden, jedoch hauptsächlich in einen Band vorkommen, wie beispielsweise *Lupin* (lila Dokument), *Umbridge* (orange Dokument) oder *Slughorn* (grünes Dokument).

Im nächsten Schritt ändert sie die Wortrelevanz erneut, da sie in ihrer weitergehenden Untersuchung die Begriffe betrachten möchte, die in den einzelnen Romanen eine wichtige Rolle spielen. Hierfür setzt sie die Anzahl der Wörter, die nur in einzelnen Romanen vorkommen, auf 70 und die Erwähnungen, die in mehr als einem Buch vorkommen, auf null. Anschließend analysiert sie die resultierende *Word Cloud*, siehe Abbildung 7.6 C. Dadurch erhält sie einen Überblick über die häufig vorkommenden Begriffe der einzelnen Bücher. Dabei erkennt sie Entitäten, Ereignisse und Objekte der einzelnen Bände, wie beispielsweise die Figur *Griselda Marchbanks* (oranges Dokument), das *Trimagische Turnier* (blaues Dokument) oder das Schmuckstück *Ravenclaw’s Diadem*.

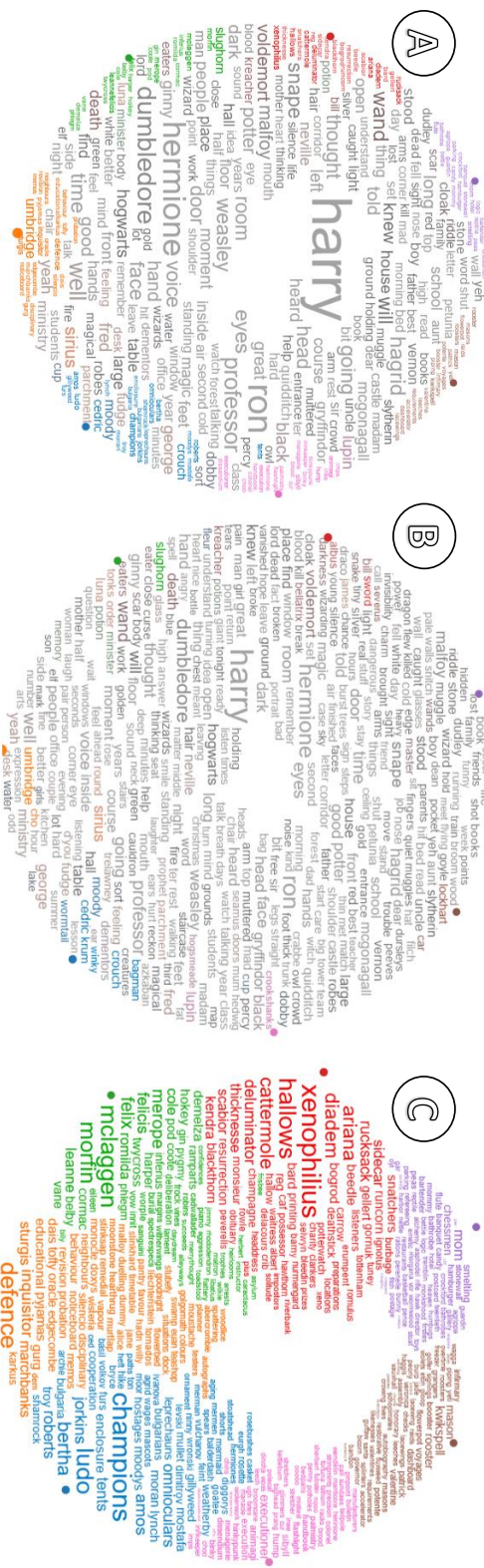


Abbildung 7.6 — Drei verschiedene *Word Cloud*-Varianten mit **A** einer kombinierten Wortrelevanz, **B** Begriffe die in mehreren Büchern vorkommen und **C** Wörter die nur in den einzelnen Büchern erwähnt werden.

Das Anwendungsszenario hat gezeigt, dass *MultiCloud* die Analyse von Gemeinsamkeiten und Unterschiede mehrerer Textdokumente unterstützen kann. Die Einstellungsparameter ermöglichen verschiedene Blickwinkel auf die Textdokumente sowie die *Word Cloud* für unterschiedliche Analyseaufgaben anzupassen.

### 7.1.5 Expertenfeedback

In diesem Abschnitt wird ein qualitatives Feedback präsentiert, welches zum einen auf einer vergleichenden Benutzer\*innenstudie mit acht Expert\*innen aus dem Forschungsgebiet der Visualisierung basiert und zum anderen auf Diskussionen mit fünf Geisteswissenschaftler\*innen des *CRE-TA*-Projekts.

#### Vergleichende Studie

Für die Studie wurde sich für einen Vergleich mit *ConcentriCloud* (Abbildung 7.7) entschieden, da diese Technik für vergleichbare Analyseaufgaben entwickelt worden ist (für eine detaillierte Beschreibung siehe [Lohmann et al., 2015] und [Heimerl, 2017]).

Als Grundlage für die vergleichende Benutzer\*innenstudie sind mehrere Aufgaben für die Harry Potter Saga entworfen worden, welche mit beiden Werkzeugen gelöst werden können. Die Aufgabenstellungen beinhalten beispielsweise bestimmte Figuren zu suchen oder häufig vorkommende Begriffe zu identifizieren, welche in einzelnen und mehreren Romanen vorkommen. Im Folgenden werden die Teilnehmer\*innen, der Ablauf der Studie und die Ergebnisse vorgestellt.

**Teilnehmer\*innen der Studie.** An der vergleichenden Studie haben acht Expert\*innen aus dem Forschungsgebiet der Visualisierung teilgenommen. Deren Durchschnittsalter betrug 30 Jahre und alle Teilnehmer\*innen hatten einen starken Forschungshintergrund in der Informationsvisualisierung. Des Weiteren haben bis auf eine Teilnehmerin alle angegeben, dass sie gute Vorkenntnisse in der visuellen Analyse von mehreren Textdokumenten haben.

**Vorgehensweise der Studie.** Nachdem die Teilnehmer\*innen persönliche Informationen angegeben haben, wurde eine ausführliche Einführung in beide *Word Cloud*-Visualisierungen gegeben. Für die Einführung wurde die Trilogie “Herr der Ringe” von J. R. R. Tolkien [Tolkien, 1954] verwendet. Nachdem alle Funktionalitäten erläutert und die offenen Fragen beantwortet wurden, haben die Teilnehmer\*innen nach dem *Within-Subject*-Prinzip mit



ten, dass bei *ConcentriCloud*, die Positionen der Wörter in den verschiedenen *Word Cloud*-Segmenten keine Bedeutung haben. Daher sei es schwierig zu bestimmen, wie häufig ein Begriff in den Textdokumenten genannt wird. Sie erwähnten, dass *MultiCloud* dieses Problem durch die Position, die Schriftgröße und die Farbsättigung der Wörter besser lösen würde.

Drei der acht Expert\*innen lobten die Konfigurierbarkeit von *MultiCloud*. Sie haben hervorgehoben, dass es von Vorteil sei, zwischen verschiedenen Einstellungsparametern und visuellen Darstellungen wechseln zu können, um die Textdokumente aus mehreren Blickwinkeln zu analysieren. Insbesondere die Option “Platzierung aller Wörter” haben alle Teilnehmer\*innen als Vorteil gegenüber *ConcentriCloud* angemerkt, da aufgrund von Platzmangel häufig vorkommende Begriffe ausgelassen werden.

Zwei weitere Expert\*innen bemerkten, dass es mit *MultiCloud* möglich sei, Unterschiede und Gemeinsamkeiten von gegenüber platzierten Textdokumenten zu analysieren, während *ConcentriCloud* nur den Vergleich von benachbarten Texten ermöglicht. Die *MultiCloud*-Technik ist jedoch auch eingeschränkt bezüglich dieser Analyse, da falls Begriffe in gegenüberliegenden Textdokumenten mit der gleichen Häufigkeit vorliegen, werden diese Wörter im Zentrum der *Word Cloud*-Visualisierung platziert. Dadurch kann der Eindruck entstehen, dass die Wörter in mehr als den zwei Textdokumenten erwähnt werden. Aus diesem Grund wurden interaktive Funktionen integriert, mit denen die Wortplatzierungen genauer untersucht werden können.

Alle Teilnehmer\*innen bewerteten den Expertenmodus, welcher die Abweichungen von den platzierten zu den berechneten Wortplatzierungen anzeigt, als sehr hilfreich. Dadurch könnten sie einen Eindruck über die Genauigkeit der Wortplatzierung erhalten und außerdem würde es helfen, die *Word Cloud*-Visualisierung für die verschiedenen Analyseaufgaben anzupassen.

Des Weiteren schlugen mehrere Expert\*innen spezifische Anwendungen vor, in denen *MultiCloud* nützlich sein könnte: Beispielsweise um Konversationen zwischen mehreren Personen oder das Twitter-Verhalten verschiedener Benutzer\*innen zu analysieren.

Insgesamt hat sich *MultiCloud* als Verbesserung gegenüber *ConcentriCloud* herausgestellt. Die Teilnehmer\*innen haben angegeben, sehr gerne mit dem vorgestellten Werkzeug zu arbeiten und für weitere Analysen verwenden zu wollen.

### Feedback der Geisteswissenschaftler\*innen

Um weitere Erkenntnisse über *MultiCloud* zu erhalten, wurde ebenfalls eine Feedbackrunde mit fünf Projektbeteiligten des *CRETA*-Projekts durchgeführt. Hierfür wurden die ersten vier Bücher der englischen Übersetzung des mittelhochdeutschen Romans “Parzival” [von Eschenbach, 2003] (Abbildung 7.5) betrachtet. Nach der textuellen Vorverarbeitung wurden den Geisteswissenschaftler\*innen eine 30-minütige Einführung gegeben, um die *Word Cloud*-Darstellung, die Einstellungsmöglichkeiten und die interaktiven Funktionen vorzustellen. Alle Expert\*innen waren bereits mit *Word Cloud*-Anwendungen vertraut und haben über einen Zeitraum von einer Stunde ohne ausgewählte Aufgabenstellungen die vier Textdokumente frei untersucht.

Der erste Eindruck der Geisteswissenschaftler\*innen war sehr positiv. Drei von ihnen erwähnten, dass die Visualisierung einen guten Überblick bietet, um Unterschiede und Gemeinsamkeiten von verschiedenen Textdokumenten zu untersuchen. Eine Teilnehmerin lobte die vielen Möglichkeiten, um die *Word Cloud*-Visualisierung für unterschiedliche Analyseaufgaben anpassen zu können. Gleichzeitig erwähnten jedoch zwei weitere Geisteswissenschaftler\*innen, dass die Änderungen des Layouts und Einflüsse der verschiedenen Parameter nur schwer nachzuvollziehen sei. Sie würden sich einen Vergleich der alten und neuen *Word Cloud*-Darstellung wünschen, welche die Änderungen hervorhebt. Alle Expert\*innen waren sich einig, dass *MultiCloud* ihre Untersuchungen verbessern würde. Sie betonten jedoch, dass es für sie notwendig wäre, die zugehörigen Textpassagen der dargestellten Wörter miteinander vergleichen und überprüfen zu können.

Insgesamt hat die Feedbackrunde ergeben, dass die Geisteswissenschaftler\*innen großes Interesse an *MultiCloud* haben. Für ihre tägliche Arbeit wäre jedoch eine *Close Reading*-Funktion notwendig.

#### 7.1.6 Erweiterung von MultiCloud

Basierend auf der Resonanz der Projektbeteiligten des *CRETA*-Projekts, wurde *MultiCloud* dementsprechend erweitert, sodass Textpassagen untersucht und miteinander verglichen werden können. Im Folgenden wird die *Close Reading*-Erweiterung vorgestellt und deren Nützlichkeit anhand eines Anwendungsszenarios demonstriert.



## Close Reading-Erweiterung

Für weiterführende Untersuchungen, wurden zusätzliche Textansichten implementiert, siehe Abbildung 7.8. Per Mausdoppelklick können Begriffe selektiert werden, sodass Textansichten neben den Textdokumenten erscheinen, falls die Dokumente das Wort enthalten. Die Anwender\*innen können die Größe der Textfenster verändern sowie die Textansichten frei verschieben. Die selektierten Wörter werden in den Textansichten mit der jeweiligen zugewiesenen Dokumentfarbe hervorgehoben. Zusätzlich wird ein vertikaler *Fingerprint* neben der Bildlaufleiste angezeigt, welcher die Erwähnungen im Textdokument repräsentiert. Anwender\*innen können mit dem Mauszeiger über die Vorkommen navigieren, um die entsprechenden Textpassagen in einem Hinweisfenster anzeigen zu lassen, siehe Abbildung 7.8 (orangefarbenes Textdokument). Per Mausklick auf ein Vorkommen kann zur entsprechenden Textpassage navigiert werden.

## Anwendungsszenario

Im Folgenden wird ein Anwendungsszenario präsentiert, welches auf einer Untersuchung der ersten vier Bücher der englischen Übersetzung des mittelhochdeutschen Romans “Parzival” basiert. Das Vorgehen der Analyse repräsentiert Analyseschritte einer Geisteswissenschaftlerin des *CRETA*-Projekts.

In einem ersten Analyseschritt bestimmt die Analystin die Anzahl der angezeigten Wörter. Dabei setzt sie die vorkommenden Begriffe in den einzelnen Büchern auf null und Wörter, die in mehr als einem Textdokument vorkommen, auf 300. Während sie die *Word Cloud*-Darstellung durchsucht, erkennt sie die Hauptfiguren der Handlung, wie beispielsweise *König Clamide*, *Parzival* oder *Herzeloyde*, die Mutter von *Parzival* (Abbildung 7.8). Die Analystin ist jedoch verwirrt, da sie erwartet hatte, dass sich Parzival im Zentrum der *Word Cloud* befindet. Um die zugehörigen Textpassagen genauer zu untersuchen, selektiert sie *Parzival*. Mithilfe der *Fingerprint*-Visualisierung erhält sie einen Überblick über die Erwähnungen in den vier Büchern. Bei der Analyse der *Fingerprints* ist sie überrascht, dass *Parzival* hauptsächlich in Buch eins (blaues Dokument) und drei (grünes Dokument) erwähnt wird, jedoch nicht sehr oft in Buch zwei (oranges Dokument) und vier (rotes Dokument). Um dies weiter zu untersuchen, navigiert sie mithilfe der *Fingerprint*-Darstellung zu einigen Textpassagen. Dabei finden sie heraus, dass im ersten und dritten Buch *Parzival* häufig mit seinem Eigennamen erwähnt wird. In Buch zwei und vier wird *Parzival* hauptsächlich durch appellative Nominalphrasen repräsentiert.



Im nächsten Analyseschritt wechselt die Analystin die Anzahl der Wörter, die nur in den einzelnen Bänden vorkommen, auf 20. Dadurch werden spezifische Themen und Figuren der einzelnen Bücher hervorgehoben. Während der Untersuchung der resultierenden *Word Cloud* entdeckt sie die Figur *Gamuret*, den Vater von *Parzival*, der hauptsächlich im ersten Buch (blaues Dokument) erwähnt wird, siehe Abbildung 7.8.

Die Analystin weiß, dass *Gamuret* die Hauptfigur im ersten Buch ist, und will die Erwähnungen in den vier Büchern untersuchen. Daraufhin selektiert sie *Gamuret* in der *Word Cloud* und analysiert zugehörige Textpassagen mithilfe der Textansichten. Dabei bestätigt sie ihr Wissen, dass *Gamuret* sich nach dem Tod seines Vaters geweigert hat, ein Diener seines Bruders zu werden und deswegen fortgegangen ist, um Ruhm und Liebe für sich selbst zu suchen. Anschließend inspiziert sie die Vorkommen der anderen Bücher und stellt fest, dass *Gamuret* hauptsächlich im Zusammenhang mit *Parzival* erwähnt wird, was wiederum ein Startpunkt für eine weitere Analyse sein kann.

Das Anwendungsszenario hat gezeigt, dass die *Word Cloud*-Erweiterung eine weiterführende Untersuchung sowie eine vergleichende Analyse der Textdokumente ermöglicht.

### 7.1.7 Diskussion und Ausblick

In diesem Abschnitt wird die Skalierbarkeit von *MultiCloud* diskutiert und zukünftige Forschungsausrichtungen präsentiert.

#### Skalierbarkeit

Die visuelle Skalierbarkeit ist bei der Darstellung mehrerer Textdokumente in einer kompakten *Word Cloud*-Visualisierung eine Herausforderung. *MultiCloud* verwendet eine Farbzuzuweisung und die Wortpositionen, um die Anzahl der Wortvorkommen in den verschiedenen Textdokumenten zu repräsentieren. Die Anzahl der visuell unterscheidbaren Farben ist jedoch beschränkt, sodass bis zu zwölf unterschiedlichen Textdokumente dargestellt werden könnten. Eine Alternative wären Glyphen, diese würden mehr Platz benötigen und die Anwender\*innen müssten diese Repräsentationsform lernen.

Eine weitere Herausforderung bezüglich der visuellen Skalierbarkeit ist die verfügbare Zeichenfläche, da Wörter schnell unleserlich werden können, wenn diese sich überlappen oder Begriffe aus Platzmangel ausgelassen werden müssen. Eine Möglichkeit wäre es, Interaktionstechniken zu implementie-

ren, die nur bei Anfrage bestimmte Wörter anzeigen. Ferner könnte ein *Focus+Context*-Ansatz integriert werden, der mehr Informationen an fokussierten Positionen darstellt oder einen *Overview+Detail*-Ansatz, der mehrere Ansichten mit unterschiedlichen Abstraktionsebenen unterstützt.

### Zukünftige Ausrichtungen

*MultiCloud* kann zukünftig in mehrere Forschungsrichtungen weiterentwickelt werden. Beispielsweise ist geplant, *Lemmatization* (Kapitel 2.2.1) in der Vorverarbeitung zu integrieren. Dadurch würden Wörter mit gleicher Bedeutung in ihrer Grundform zusammengefasst und es müssten somit weniger Begriffe dargestellt werden. Dies könnte außerdem den Anwender\*innen helfen, die *Word Cloud*-Darstellungen besser zu verstehen und miteinander zu vergleichen.

Des Weiteren ist angedacht, Relationen zwischen selektierten Wörtern anzuzeigen. Dadurch könnte beispielsweise dargestellt werden, dass *Harry Potter* sehr häufig im Zusammenhang mit *Hermine* genannt wird. Die Relationen könnten nach interaktiven Anfragen durch zusätzliche farbliche Hervorhebungen oder Linien zwischen den Begriffen repräsentiert werden.

Ferner soll auf die Wünsche und offene Punkte der Geisteswissenschaftler\*innen eingegangen werden. Neben der *Close Reading*-Erweiterung (Abschnitt 7.1.6), haben sie angemerkt, dass es für bestimmte Analyseaufgaben sinnvoll wäre, die Reihenfolge der Textdokumente interaktiv wechseln zu können. Solch eine Erweiterung ist in der Zukunft geplant, da es vorkommen kann, dass das *Word Cloud*-Layout keine klare Darstellung der Wortzugehörigkeiten liefert. Des Weiteren soll eine Funktionalität implementiert werden, welche die Erwähnungen der Wörter von den einzelnen Textdokumenten hervorhebt. Diese könnte beispielsweise durch eine Animation dargestellt werden, wobei die Schriftgröße der Begriffe immer zwischen den Gesamt- und den einzelnen Textvorkommen neu skalieren würde.

Da die Anzahl der zu untersuchenden Textdokumente aus Platzgründen in *MultiCloud* limitiert ist, werden in den nachfolgenden zwei Kapitel Visualisierungswerkzeuge präsentiert, mit denen größere Textsammlungen vergleichend analysiert werden können.

## 7.2 Visuelle Analyse multimedialer Nachrichtenkorpora

Dieses Kapitel enthält veröffentlichtes Material aus den folgenden Publikationen:

F. Heimerl, M. John, Q. Han, S. Koch, and T. Ertl. DocuCompass: Effective exploration of document landscapes. In *Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST)*, pages 11–20. IEEE, Oct 2016

M. John, K. Kurzhals, and T. Ertl. Visual exploration of topics in multimedia news corpora. In *International Conference on Information Visualisation (IV)*, pages 241–248. IEEE, 2019c

In diesem Kapitel wird eine Analysetechnik vorgestellt, welche ebenfalls im *CRETA*-Projekt entstanden ist und Sozialwissenschaftler\*innen bei der Untersuchung ihrer Forschungsfragen unterstützt.

### 7.2.1 Motivation

Die Sozialwissenschaftler\*innen beschäftigen sich im Kontext des *DH*-Projekts hauptsächlich mit der Analyse großer Nachrichtenkorpora. Sie sind daran interessiert, die häufig vorkommenden Themen und Ereignisse im Korpus zu untersuchen. Beispielsweise werden verschiedene Berichterstattungen zu einem Thema miteinander verglichen oder es wird die Entwicklung eines Themas über die Zeit betrachtet.

Heutzutage ist das Durchsuchen und Analysieren von Multimediadaten durch immer größere Mengen frei verfügbarer Daten eine allgegenwärtige Aufgabe. Daher ist es nicht verwunderlich, dass in den letzten Jahren viele visuelle Techniken in diesem Kontext entwickelt worden sind. Es gibt beispielsweise Methoden, mit denen *Twitter*-Nachrichten analysiert werden können, um das Situationsbewusstsein für Entscheidungen zum Krisen- und Katastrophenmanagement zu unterstützen [MacEachren et al., 2011; Bosch et al., 2013]. Zusätzlich zu den *Twitter*-Analysesysteme gibt es Ansätze, welche die Untersuchung von Videonachrichten ermöglichen [Schoeffmann et al., 2015; Luo et al., 2006]. Darüber hinaus gibt es Visualisierungswerkzeuge, die sich

auf die Textanalyse multimedialer Nachrichtenkorpora konzentrieren [Liu et al., 2012; Krstajic et al., 2011; Dou et al., 2012]. Im Gegensatz zu diesen Werkzeugen, bietet die nachfolgende Technik jedoch eine freie Exploration des Nachrichtenkorpus, die durch verschiedene Navigationshilfen unterstützt wird. Ferner ermöglichen verknüpfte Ansichten unterschiedliche Blickwinkel auf die verfügbaren Daten und mehrere Analysestrategien.

Nachfolgend wird zunächst auf die Anforderungen der Sozialwissenschaftler\*innen eingegangen, bevor der Datensatz und die Datenvorverarbeitungsschritte erläutert werden. Anschließend werden die visuelle Umsetzung und ein Anwendungsszenario vorgestellt.

### 7.2.2 Anforderungsanalyse

In den wöchentlichen Projekttreffen wurden zunächst Ideen gesammelt und diskutiert, um die Vorgehensweise der Sozialwissenschaftler\*innen mit automatischen und visuellen Methoden zu verbessern. Basierend darauf haben sich folgende Entwurfsziele ergeben:

**(G1)** Es soll ein Überblick über die häufig vorkommenden Themen und Ereignisse des Nachrichtenkorpus bereitgestellt werden. **(G2)** Eine freie Exploration des Korpus soll ermöglicht werden, welche durch Navigationshilfen unterstützt wird. **(G3)** Die zeitliche Entwicklung der Annotationen soll übersichtlich dargestellt werden. **(G4)** Ein *Close Reading*-Ansatz soll integriert werden, um Details von selektierten Themen und Ereignisse vergleichen zu können.

### 7.2.3 Datensatz

Für die Entwicklung des Werkzeugs wurden die deutschen Nachrichtensendungen der “Tagesschau”, die von der Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland (ARD) [ARD] täglich ausgestrahlt werden, verwendet. Die einzelnen Ausgaben dauern 15 Minuten und thematisieren unterschiedliche Themen, welche in Politik, Kultur, Wetter und Sport gegliedert sind. Für jede Ausgabe steht neben der Video- auch eine Textdatei zur Verfügung, welche die zugehörigen Untertitel mit Zeitangaben beinhalten. Die beiden Dateien enthalten jedoch keine (zeitlichen) Informationen zu Themenwechseln innerhalb der Ausgaben. Aus diesem Grund ist in einer vorhergehenden studentischen Arbeit eine Methode entwickelt worden, welche die Themenwechsel erkennt und in einzelne Berichte unterteilt. Diese werden in einer CSV-Datei gespeichert und enthalten die folgenden Informationen: Datum, Titel, Untertitel, Start-

und Endzeitstempel und eine Kennziffer, um die Berichte mit den Videodateien zu verknüpfen. Basierend auf den Untertiteln werden *NLP*-Methoden angewendet, welche im nächsten Abschnitt erläutert werden.

### 7.2.4 Datenvorverarbeitung

Zunächst wird die *Stanford CoreNLP*-Bibliothek [Manning et al., 2014] integriert, um die Verarbeitungsschritte *Tokenization*, *Sentence Splitting* und *Lemmatization* auszuführen (Kapitel 2.2.1). Anschließend werden mithilfe einer deutschen Stoppwortliste nicht relevante Wörter entfernt. Daraufhin werden mithilfe von *tf* und *tf-idf* die Begriffe in den verschiedenen Berichten gewichtet. Dadurch können hoch gewichtete Wörter für die einzelnen Berichte während der Exploration angezeigt werden, welche als Überblick und als Navigationshilfe dienen können.

Ferner wird die *MALLET*-Bibliothek [McCallum, 2002] integriert, um die *Topic Modeling*-Verfahren *Pachinko Allocation Model (PAM)* [Li and McCallum, 2006] und die hierarchische Erweiterung (*hPAM*) [Mimno et al., 2007] anzuwenden. *PAM* verwendet eine einzelne *Dirichlet*-Verteilung und ein gerichtetes azyklisches Diagramm, um die verschachtelte Themenkorrelation zu berechnen und darzustellen. Bei der *hPAM*-Erweiterung wird jedem Knoten eine Verteilung über das Vokabular zugeordnet und somit nicht nur den Knoten auf der untersten Ebene.

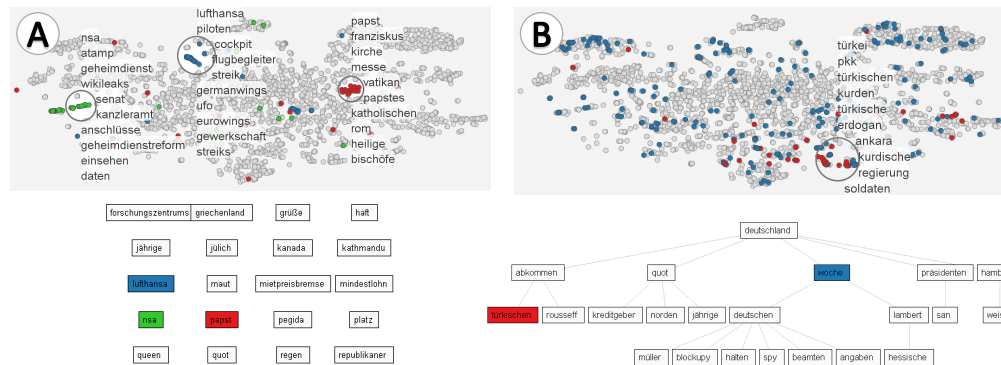
### 7.2.5 Visuelle Umsetzung

Das Visualisierungswerkzeug basiert auf vier verknüpften Ansichten, welche nachfolgend erläutert werden.

**Übersicht der abgeleiteten Themen.** Diese Ansicht bietet den Anwender\*innen die Möglichkeit, zwischen den zwei *PAM* und *hPAM Topic Modeling*-Ergebnissen zu wählen (G1). Das Ergebnis des flachen *Topic Modeling*-Verfahren *PAM* wird als alphabetisch geordnete Liste dargestellt, siehe Abbildung 7.9 (A). Während die hierarchische Erweiterung *hPAM* als Baumstruktur repräsentiert wird (Abbildung 7.9 (B)).

Es können mehrere Themen ausgewählt werden, sodass Berichte, die die Themen behandeln, in den verknüpften Ansichten hervorgehoben werden. Ferner können Anwender\*innen per textueller Anfrage beliebige Themen hinzufügen.

Für jedes ausgewählte Thema wird eine individuelle Farbe zugeordnet, wobei ein Farbschema mit zwölf verschiedenen Farben von *ColorBrewer* [Harrower



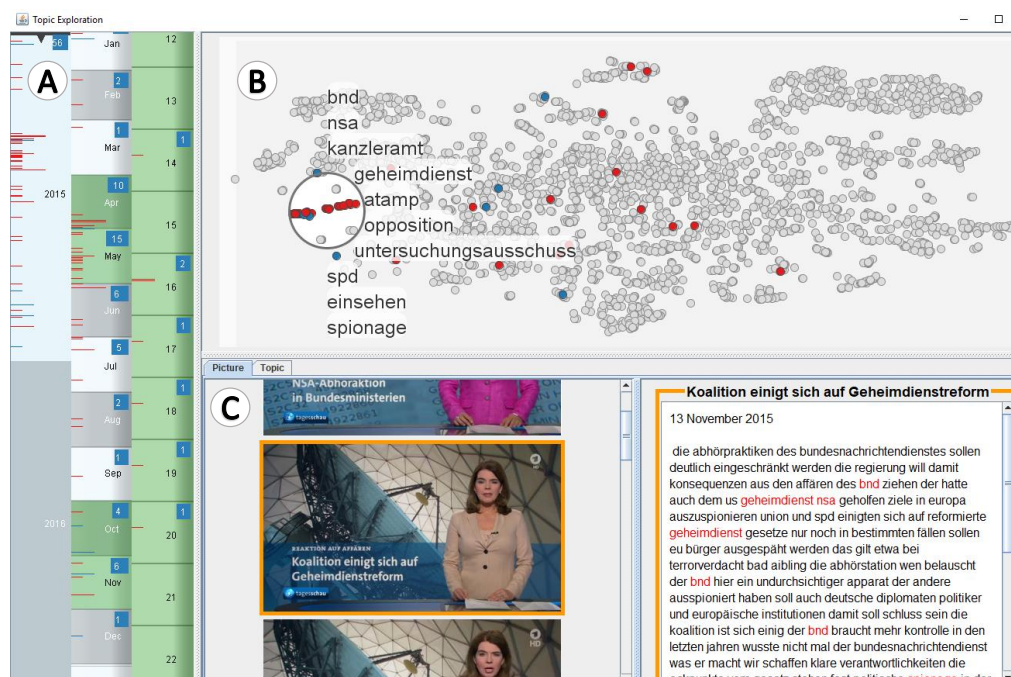
**Abbildung 7.9** — (A) Das Ergebnis des flachen *Topic Modeling*-Ansatzes PAM wird als alphabetisch geordnete Liste dargestellt, (B) während die hierarchische Erweiterung *hPAM* als Baumansicht visualisiert wird.

and Brewer, 2003] genutzt wird. Die zugewiesene Farbe werden ebenfalls in den verknüpften Ansichten verwendet, sodass themenbezogene Berichte identifiziert und fokussiert werden können. Falls in einem Bericht mehrere ausgewählte Themen genannt werden, wird die Farbe des Themas zugewiesen, welche am häufigsten im Bericht erwähnt wird.

**Darstellung der zeitlichen Entwicklung ausgewählter Themen.** Für die Darstellung ist die *SmoothScroll*-Technik (Kapitel 5.2.1) integriert und angepasst worden, da einfache Zeitleisten bei vielen darzustellenden Daten über längere Zeitbereiche unübersichtlich werden können. *SmoothScroll* bietet mehrere Aggregationsebenen, welche für längere Zeitbereiche gut skalieren. Für die Darstellung der Nachrichtenberichte repräsentieren die verschiedenen Ebenen Jahre, Monate und Tage, wie in Abbildung 7.10 (A) dargestellt. Um die themenbezogenen Berichte in den verschiedenen Zeitebenen darzustellen, werden Balkendiagramme verwendet, wobei die Länge der Balken die Anzahl der Berichte repräsentiert. Zusätzlich zur Länge der Balken, zeigen Beschriftungen die exakten Vorkommen für die jeweiligen Zeitbereiche an. Falls mehrere Themen ausgewählt sind, werden diese in den unterschiedlich zugewiesenen Farben dargestellt.

Des Weiteren können die Anwender\*innen per Rechtsklick auf den verschiedenen Ebenen navigieren und mit einem Linksklick die Zeitebenen auswählen, welche in Grün hervorgehoben werden (Abbildung 7.10 (A)). Nach einer Selektion werden die verknüpften Ansichten aktualisiert und nur noch die Berichte hervorgehoben, welche den ausgewählten Zeitbereichen entsprechen. Mithilfe dieser Ansicht können Forschungsfragen wie wann und wie oft ein Thema diskutiert wurde untersucht, (G3) sowie bestimmte Zeitbereiche für weiterführende Analysen ausgewählt werden.





**Abbildung 7.10** — Der Hauptarbeitsbereich besteht aus: (A) *SmoothScroll*-Technik für die zeitliche Darstellung der Berichte, (B) 2D-Projektion der Nachrichtenberichte, welche eine freie Exploration des Korpus ermöglicht und (C) eine Detailansicht, mit der ausgewählte Nachrichtenberichte untersucht und miteinander verglichen werden können.

**Exploration und Darstellung des Nachrichtenkorpus.** Für eine freie Exploration der vorkommenden Themen, ist die *DocuCompass*-Technik [Heimerl et al., 2016] integriert und angepasst worden (G2). Diese Analysetechnik verwendet zur Darstellung großer Textsammlungen eine 2D-Projektion, siehe Abbildung 7.10 (A). Die Glyphen repräsentieren die einzelnen Nachrichtenberichte und die räumliche Nähe die Ähnlichkeit zwischen diesen. Für die Generierung der Projektion wird *t-SNE* (Kapitel 3.4) verwendet. Um eine freie Exploration zu unterstützen, integriert der *DocuCompass* eine *Magic Lens*. Die Größe der Lupe kann per Mausekranz verändert werden, um beispielsweise *Cluster* von Berichten in der 2D-Projektion gezielt zu fokussieren. Zusätzlich können mehrere Lupen aktiviert werden, sodass Nachrichtenberichte, die in der Projektion weit entfernt sind, gleichzeitig untersucht werden können.

Neben den Lupen werden die zehn höchst gewichteten Wörter angezeigt. Dadurch erhalten die Anwender\*innen einen Eindruck über die häufig genannten Begriffe in den Berichten und sie können somit explorativ nach

bestimmten Themen suchen. Des Weiteren können Begriffe in der Wortliste selektiert werden, um Berichte, die dieses Wort enthalten, in der Dokumentprojektion farblich hervorzuheben. Auf die Weise können alle Berichte, die ein bestimmtes Thema behandeln, identifiziert und anschließend fokussiert werden. Nachdem eine Lupe aktiviert oder mit einer navigiert wurde, werden die verknüpften Ansichten aktualisiert und nur die Berichte unterhalb der Lupen hervorgehoben.

**Detailansicht zur Untersuchung ausgewählter Berichte.** Die Detailansicht stellt für jeden fokussierten Bericht ein aussagekräftiges Bild dar, siehe Abbildung 7.11 (B). Dadurch kann ein erster Eindruck über den Inhalt der Berichte gewonnen werden. Per Mausklick kann der Nachrichtenbericht in einer ergänzten Textansicht weiterführend untersucht werden. Außerdem wird eine vergleichende Untersuchung mehrerer ausgewählter Berichte ermöglicht (G4). Dabei werden die Bilder und die Textansichten anhand einer farblichen Hervorhebung der Rahmenränder miteinander verknüpft. Außerdem kann per Doppelklick auf einen Nachrichtenbericht das zugehörige Video in einer separaten Ansicht geöffnet werden. Durch die Detailansicht können die Anwender\*innen ihr Wissen über bestimmte Themen vertiefen und ihre Hypothesen überprüfen.

### 7.2.6 Anwendungsszenario

Im Folgenden wird anhand eines Anwendungsszenarios veranschaulicht, wie das entwickelte Visualisierungswerkzeug zur effektiven Untersuchung eines Multimedia-Nachrichtenkorpus eingesetzt werden kann. Das Szenario repräsentiert beispielhafte Analyseschritte von einer Sozialwissenschaftlerin des *CRETA*-Projekts und basiert auf dem “Tagesschau”-Datensatz des Jahres 2015.

In einem ersten Analyseschritt betrachtet die Sozialwissenschaftlerin die abgeleiteten *Topic Modeling*-Ergebnisse, siehe Abbildung 7.9. Dadurch erhält sie einen groben Überblick über die häufig genannten Themen im Jahr 2015 (G1). Dabei erweckt das extrahierte Thema *Lufthansa* ihr Interesse. Daraufhin selektiert sie das Thema in der Übersichtsdarstellung und betrachtet die Dokumentprojektion. Dabei entdeckt sie mithilfe der farblichen Hervorhebung zwei interessante *Cluster* von Berichten. Um diese *Cluster* weiter zu analysieren, aktiviert sie zwei Lupen und navigiert über die entsprechenden Berichte (Abbildung 7.11 (A)). Anhand der dargestellten Wörter wie beispielsweise *Streik* oder *Opfer* vermutet sie, dass es sich um einen Streik der Piloten und um einen Flugzeugabsturz handelt. Um diese Hypothese zu untersuchen, vergleicht sich einige der Berichte in der Detail-



**Abbildung 7.11** — (A) 2D-Dokumentprojektion mit zwei aktivierten Lupen und dem ausgewählten Thema *Lufthansa*. (B) Die fokussierten Berichte werden in der Detailansicht mit einem aussagekräftigen Bild dargestellt und können in einer ergänzten Textansicht untersucht werden.

ansicht (Abbildung 7.11 (B)) und kann daraufhin ihre Vermutung bestätigen (G4).

Im nächsten Analyseschritt setzt sie ihre Analyse zurück und startet eine freie Exploration der 2D-Projektion mithilfe einer aktivierten Lupe (G2). Während dieser Exploration, stößt sie auf den Term *NSA* (Auslandsgeheimdienst der Vereinigten Staaten) und erinnert sich an den Skandal mit dem deutschen Auslandsgeheimdienst *BND*. Sie entscheidet sich, diesen Skandal weitergehend zu analysieren. Hierfür selektiert sie über die Wortliste den Begriff *NSA* und fügt zusätzlich über die Übersichtsdarstellung das Thema *BND* hinzu. Anschließend untersucht sie die hervorgehobenen Berichte in der Projektion, siehe Abbildung 7.10 (B). Die angezeigten Terme liefern jedoch nur begrenzte Informationen zu diesem Skandal. Daher betrachtet sie die zeitliche Verteilung der Berichte mithilfe der *SmoothScroll*-Darstellung (G3). Dadurch erkennt sie, dass die entsprechenden Berichte beider Themen hauptsächlich im April und Mai sowie im Oktober und November zusammen ausgestrahlt worden sind, siehe Abbildung 7.10 (A). Daher wählt sie diese vier

Monate aus, um nur die relevanten Berichte in den verknüpften Ansichten zu fokussieren. Nachdem sie einige Berichte in der Detailansicht gelesen hat (Abbildung 7.10 ©), entwickelt sie die Hypothese, dass der *BND* die *NSA* anscheinend seit Jahren beim Ausspionieren deutscher und europäischer Bürger, Politiker und Unternehmen unterstützt (**G4**). Diese Hypothese kann als Startpunkt für eine weitere Analyse dienen.

Das Anwendungsszenario hat gezeigt, dass das vorgestellte Werkzeug mehrere Analysestrategien unterstützt, um Nachrichtenberichte im Detail zu untersuchen und miteinander zu vergleichen. Die verschiedenen verknüpften Ansichten bieten einen Überblick über die extrahierten Themen und ermöglichen es, interessante Berichte auszuwählen und Suchanfragen zu verfeinern.

### 7.2.7 Diskussion und Ausblick

In diesem Abschnitt wird auf die Skalierbarkeit des Werkzeugs eingegangen und mögliche Erweiterungen vorgestellt.

Wie bei der *MultiCloud*-Technik (Kapitel 7.1) ist die Skalierbarkeit in Hinblick auf die Darstellung großer Dokumentkollektionen eine Herausforderung. In Anbetracht der darzustellenden Datenmenge skalieren die integrierten Ansichten unterschiedlich. Die Dokumentprojektion kann zwar viele Textdokumente übersichtlich darstellen, jedoch können Überlappungen der Glyphen entstehen. Um diesem Problem entgegenzuwirken, werden die farblich hervorgehobenen Textdokumente zuletzt gezeichnet, sodass nicht hervorgehobene Glyphen überzeichnet werden. Dies hilft aber nicht allen Fällen, sodass weitere Interaktions- oder Darstellungsmethoden integriert werden müssen. Beispielsweise könnten Bereiche mit vielen Überlagerungen durch eine dichtebasierte Visualisierung, wie beispielsweise eine Heatmap [Carr et al., 1987], ersetzt oder vielmehr ergänzt werden. Dadurch würden ausgewählte Textdokumente unterhalb der Lupe weiterhin wie in der aktuellen Implementierung dargestellt und nicht fokussierte Bereiche mit vielen Überlagerungen aggregiert werden. Eine weitere Möglichkeit wäre es, die Berichte unterhalb der Lupe neu zu platzieren, um Überlappungen der Glyphen zu vermeiden.

Die *SmoothScroll*-Integration kann ohne größeren Aufwand erweitert werden. Beispielsweise können weitere zeitliche Aggregationsebenen hinzugefügt oder die Balkendiagramme nochmals aggregiert werden, sodass nur noch die Gesamtanzahl der Berichte in den verschiedenen Zeitsegmenten dargestellt werden. Die *Topic Modeling*-Darstellungen können ohne Probleme viele weitere Themen anzeigen. Die Detailansicht hingegen kann nur eine vergleichende Untersuchung von wenigen Berichten unterstützen, da die

Textansichten viel Platz benötigen. Eine Möglichkeit wäre es, eine externe Fensteransicht hinzuzufügen, die mehrere Dokumente nebeneinander übersichtlich anordnen kann.

Des Weiteren ist in der Zukunft geplant, die verschiedenen Zugehörigkeiten der einzelnen Berichte zu den ausgewählten Themen in der 2D-Projektion darzustellen. Falls in einem Bericht mehrere Themen genannt werden, wird bisher nur die Farbe des Themas angezeigt, welches am häufigsten im Bericht erwähnt wird. Die verschiedenen Zugehörigkeiten könnten beispielsweise in den Glyphen mit Kreisdiagrammen dargestellt werden, wobei die Kreisdiagrammsektoren die unterschiedlichen Themen repräsentieren würden. In der *SmoothScroll*-Ansicht könnten die Zugehörigkeiten beispielsweise durch gestapelte Balkendiagramme abgebildet werden.

Zusätzlich ist geplant, weitere *NLP*-Verfahren zu integrieren, um beispielsweise relationale Informationen zwischen Themen und Personen darzustellen. Im nachfolgenden Kapitel wird ein Werkzeug präsentiert, welches sich auf solch eine Analyse konzentriert und die Darstellung relationaler Informationen zwischen Entitäten in großen Textkollektionen unterstützt.

## 7.3 Figurenanalyse in großen Textkorpora

Dieses Kapitel enthält veröffentlichtes Material aus den folgenden Publikationen:

F. Heimerl, M. John, Q. Han, S. Koch, and T. Ertl. DocuCompass: Effective exploration of document landscapes. In *Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST)*, pages 11–20. IEEE, Oct 2016

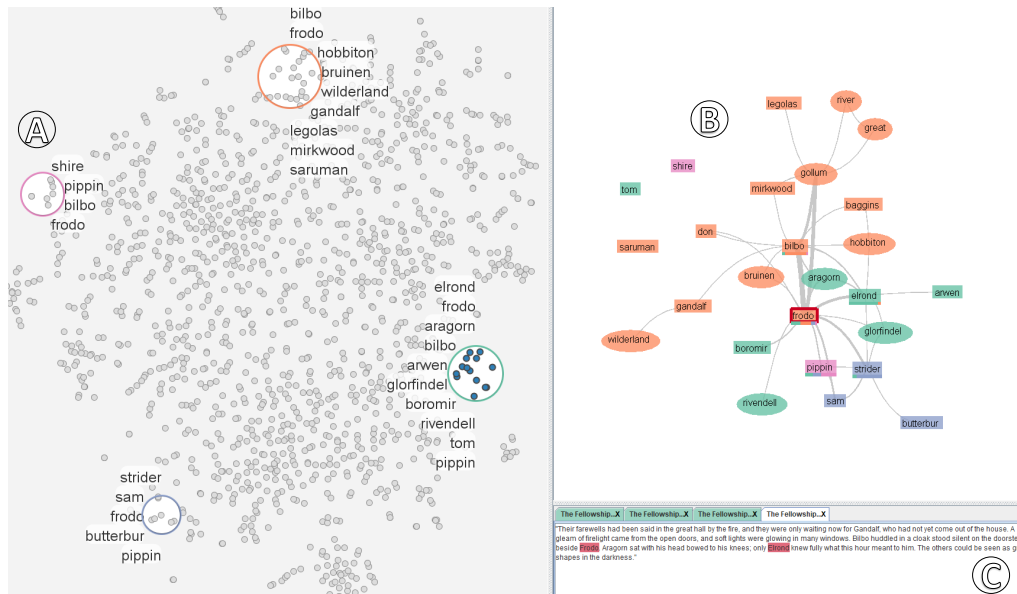
M. John, F. Heimerl, B.-A. Vu, and T. Ertl. Visual analysis and exploration of entity relations in document collections. In *Conference on Information Visualization Theory and Applications (IVAPP)*, pages 244–251. Scitepress, 2018b

Während der Entwicklung des vorherigen Werkzeugs mit den Sozialwissenschaftler\*innen hat sich das Interesse der Literaturwissenschaftler\*innen in den Projekttreffen an einer Analysetechnik für größere Textkorpora stetig gesteigert. Zwar untersuchen die beteiligten Forscher\*innen im Kontext des *CRETA*-Projekts (Kapitel 2.3.1) keine sehr großen Textkollektionen, jedoch können sie sich mehrere Anwendungsfälle vorstellen, in denen solch eine Technik nützlich sein kann. Basierend auf Anforderungen und gemeinsamen Ideen ist ein Werkzeug entwickelt worden, welches die Figurenanalyse in größeren Dokumentkollektionen ermöglicht.

Nachfolgend werden die Textvorverarbeitungsschritte, die visuelle Implementierung und ein Anwendungsszenario präsentiert. Abschließend werden Einschränkungen des Werkzeugs diskutiert und zukünftig geplante Erweiterungen vorgestellt.

### 7.3.1 Textvorverarbeitung

Um die Figuren und Informationen über deren Beziehungen aus den Texten abzuleiten, wird ebenfalls die *Stanford CoreNLP*-Pipeline verwendet (Kapitel 2.2.1). Dabei werden die Analyseschritte *Tokenization*, *Sentence Splitting*, *NER* und *POS-Tagging* ausgeführt. Basierend auf den *NLP*-Verfahren können die Figuren und Orte sowie vorkommende Verben, Adjektive oder Adverbien in den verschiedenen Textdokumenten ausgezeichnet werden. Abschließend wird eine Relation zwischen den Auszeichnungen bestimmt, wenn diese im vorherigen, nachfolgenden oder gleichen Satz erwähnt werden.

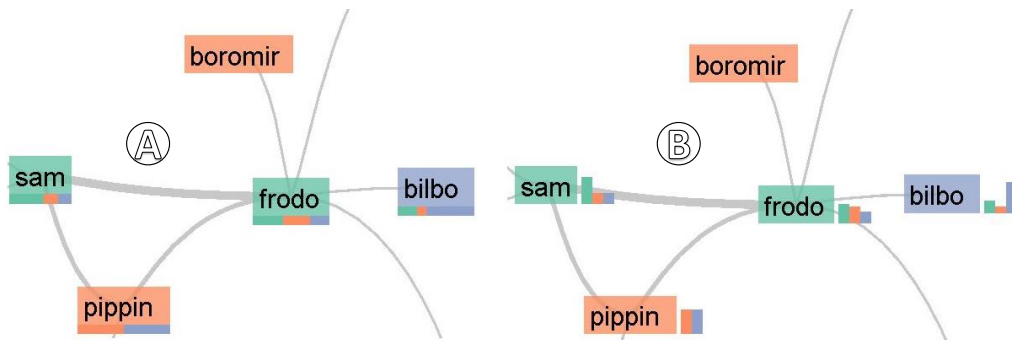


**Abbildung 7.12** — Der Hauptarbeitsbereich besteht aus: (A) Einer 2D-Dokumentprojektion für die Darstellung und Exploration der Textdokumente, (B) einer *Node-Link*-Darstellung für die Repräsentation von Figurennetzwerke und (C) einer Detailansicht, die es ermöglicht, die Beziehungen zwischen den Entitäten detailliert zu untersuchen.

### 7.3.2 Visuelle Umsetzung

Der Hauptarbeitsbereich des Visualisierungswerkzeugs besteht aus drei verknüpften Ansichten, siehe Abbildung 7.12. Diese umfassen eine 2D-Dokumentprojektion für die Darstellung und Exploration einer Textkollektion, eine *Node-Link*-Visualisierung für die Repräsentation der Figurennetzwerke und eine Detailansicht, mit der die Beziehungen zwischen den Entitäten detailliert untersucht werden können. Nachfolgend werden die drei Ansichten erläutert.

**Exploration und Darstellung einer Textkollektion.** Wie auch schon im zuvor vorgestellten Werkzeug wird der *DocuCompass*-Ansatz [Heimerl et al., 2016] als Grundlage für eine explorative Analyse verwendet. Es werden jedoch anstelle der berechneten *tf* oder *tf-idf* Terme die zehn häufigst vorkommenden Entitäten der ausgewählten Textdokumente neben den Lupen angezeigt. Anwender\*innen können wiederum die gelisteten Figuren und Orte selektieren, um die Texte, in der diese Entität genannt wird, hervorzuheben. Es können ebenfalls mehrere Lupen aktiviert werden, wobei jeder Lupe eine individuelle Farbe zugewiesen wird. Nachdem mit einer Lupe navigiert wurde, werden die zwei verknüpften Ansichten aktualisiert, sodass nur die



**Abbildung 7.13** — Das Visualisierungswerkzeug bietet zwei visuelle Repräsentationen, um die Erwähnungen der Entitäten unterhalb verschiedener Lupen darzustellen: (A) gestapelte Balkendiagramme unterhalb der Knoten und (B) Säulendiagramme neben den Knoten.

Informationen von den Textdokumenten unterhalb der Lupen angezeigt werden.

**Darstellung von Figurenkonstellationen.** Für die Untersuchung der Figurennetzwerke ist eine *Node-Link*-Visualisierung integriert worden (Abbildung 7.12 (B)), welche ein kräftebasiertes Layout verwendet. Dabei repräsentieren rechteckige Knoten die Figuren und ellipsenförmige die Orte. Die Kanten zwischen Knoten stellen die gemeinsamen Erwähnungen der Entitäten dar, wobei die Breite der Kanten proportional zu den gemeinsamen Vorkommen der Entitäten skaliert wird. Bezüglich der Knoten wurde entschieden, die Fläche nicht im Verhältnis zu skalieren, da unterschiedliche Formen für die Darstellung der Entitäten verwendet werden. Durch die verschiedenen Skalierungen der Knoten könnte es zu irreführenden Vergleichen kommen.

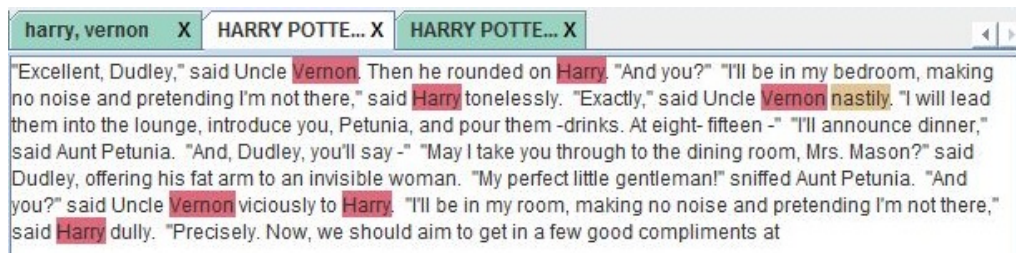
Die Farbe der Knoten entspricht der Lupe, die diese Entität in der 2D-Dokumentprojektion fokussiert. Wenn Entitäten unterhalb mehrerer Lupen vorkommen, wird die Farbe der Lupe zugewiesen, unter der die Entität häufiger genannt wird. Um zusätzlich die Erwähnungen in den verschiedenen Lupen zu repräsentieren, bietet das Werkzeug zwei visuelle Darstellungen. Es kann dabei zwischen gestapelten Balkendiagrammen unterhalb der Knoten (Abbildung 7.13 (A)) und Säulendiagrammen neben den Knoten (Abbildung 7.13 (B)) gewechselt werden.

Ferner unterstützt diese Ansicht Mausinteraktionen, mit denen die *Node-Link*-Darstellung untersucht werden kann. Per Mauszeiger kann über die Entitäten und deren Relationen navigiert werden, um die exakten Vorkommen in einem Hinweisfenster anzeigen zu lassen. Zusätzlich werden





**Abbildung 7.14** — Die *Word Cloud*-Ansicht mit ausgezeichneten Verben, Adjektive und Adverbien, die im Zusammenhang mit *Harry* und *Vernon* vorkommen.



**Abbildung 7.15** — Die Textansicht mit den ausgewählten Figuren *Harry* und *Vernon* sowie dem zugehörigen Adverb “nastily” (böse).

verbundene Knoten und Kanten hervorgehoben, sodass die Beziehungen leichter erkannt und verfolgt werden können. Dies ist insbesondere hilfreich, wenn es sich um ein Figurennetzwerk mit vielen Relationen handelt. Darüber hinaus können die Knoten oder Kanten selektiert werden, um die Entitäten weiterführend in der Detailansicht zu untersuchen. Außerdem werden alle Textdokumente in der 2D-Projektion hervorgehoben, die diese Entität oder Entitäten ebenfalls erwähnen.

**Detailansicht für die Untersuchung von den Beziehungen.** Für eine detaillierte Analyse kann zwischen einer Text- und einer *Word Cloud*-Ansicht gewechselt werden. Die *Word Cloud*-Darstellung listet dabei alle extrahierten Verben, Adjektive und Adverbien auf, die zusammen mit den ausgewählten Entitäten erwähnt werden, siehe Abbildung 7.14. In der *Word Cloud* werden die Verben in Grün und Adjektive und Adverbien in Orange dargestellt. Die Schriftgröße der dargestellten Wörter wird proportional zur Häufigkeit deren Vorkommen skaliert. Die Reiter sind nach den selektierten Entitäten benannt und bezüglich der jeweiligen Lupe eingefärbt.

Die Textansicht listet alle Textdokumente mit Namen als Reiter auf, die die selektierten Entitäten enthalten, siehe Abbildung 7.15. Auch in der

Textansicht werden die Entitäten in Rot, die Verben in Grün und Adjektive und Adverbien in Orange hervorgehoben.

### 7.3.3 Anwendungsszenario

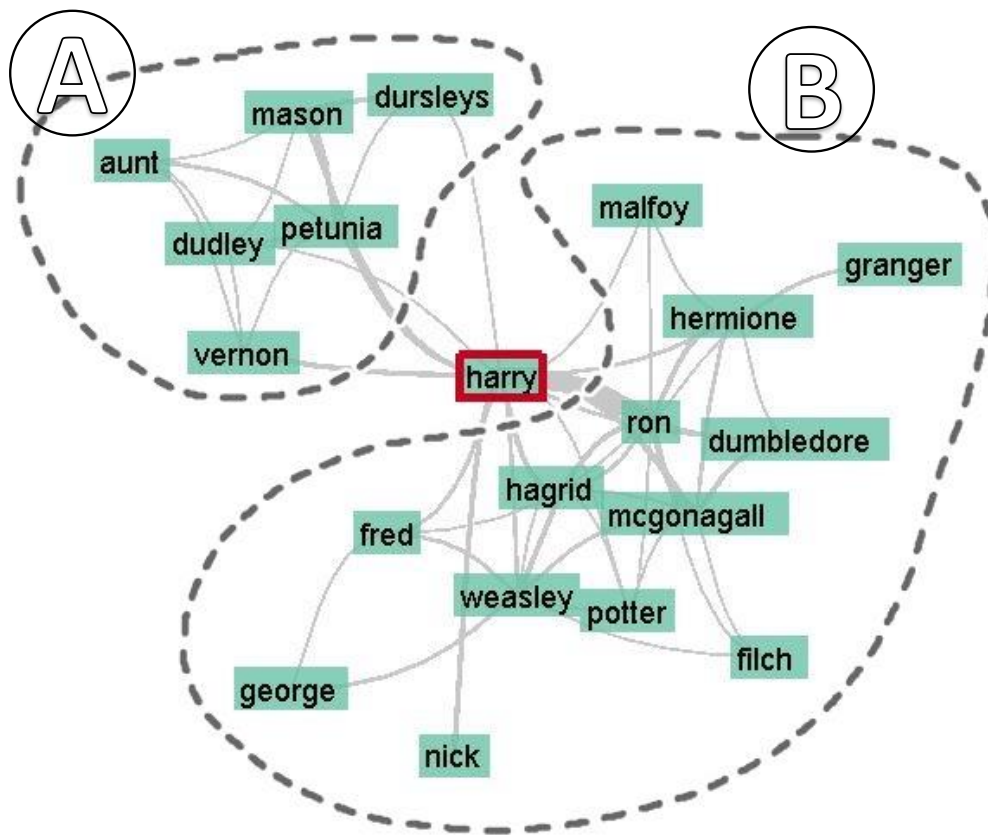
Im Folgenden wird ein Anwendungsszenario vorgestellt, bei dem eine fiktive Analystin den Roman “Harry Potter und der Stein der Weisen” von J. K. Rowling [Rowling, 2007] untersucht. Es ist der erste Roman der Harry Potter Saga und handelt davon, wie Harry Potter erfährt, dass er ein Zauberer ist und an die Zauberschule Hogwarts berufen wird. Für das Anwendungsszenario wurde der Roman anhand der Absätze in kleine Textdokumente aufgeteilt. Basierend auf diesen Texten werden die zuvor beschriebenen Textverarbeitungsschritte durchgeführt und *t-SNE* (Kapitel 3.4) für die Generierung der Dokumentprojektion verwendet.

Zu Beginn ist die Analystin an dem Verlauf des Romans sowie an den Beziehungen zwischen den Hauptfiguren interessiert. Hierfür aktiviert sie zunächst eine Lupe, um die vorkommenden Entitäten in der 2D-Projektion sowie die resultierenden Figurenkonstellationen in der verknüpften Ansicht zu betrachten. Während dieser Untersuchung stößt sie auf ein Figurennetzwerk, welches nur durch *Harry* miteinander verbunden ist, siehe Abbildung 7.16.

Zunächst ist die Analystin an den Beziehungen von *Harry* zum oberen verbundenen Figurennetzwerk interessiert. Um die Beziehungen genauer zu untersuchen, selektiert sie die verschiedenen Relationen zu *Harry* und betrachtet die ausgezeichneten Verben, Adjektive und Adverbien mithilfe der *Word Cloud*. Dabei stößt sie auf die Beziehung von *Harry* und *Vernon*, welche primär durch negative Begriffe wie “nastily” (böse) oder “viciously” (böseartig) beschrieben wird, wie in Abbildung 7.14 dargestellt. Um die Relationen weiter zu untersuchen, selektiert sie mehrere Wörter, um die zugehörigen Textpassagen in der Textansicht zu fokussieren, siehe Abbildung 7.15. Nachdem sie einige Textpassagen gelesen hat, finden sie heraus, dass *Vernon* der Onkel von *Harry* ist und er ihn immer boshaft behandelt hat.

Anschließend selektiert und untersucht sie die Beziehungen zum unteren Figurennetzwerk (Abbildung 7.16 ②). Dabei stellt sie fest, dass es sich bei diesem Figurennetzwerk, um die Welt der Zauberer handelt, und dass *Harry* bis zu seinem elften Lebensjahr in der “Muggle” (menschlichen) Welt bei seinem Onkel aufgewachsen ist.

Das Anwendungsszenario hat gezeigt, dass das entwickelte Werkzeug die Analyse von Entitäten und deren Beziehungen in größeren Dokumenten-



**Abbildung 7.16** — Das Figurennetzwerk repräsentiert zwei Netzwerke, die über *Harry* miteinander verbunden sind: (A) die Welt der “Muggle” (Menschen) und (B) die Welt der Zauberer.

sammlungen unterstützen kann. Die verknüpften Ansichten ermöglichen den Anwender\*innen, neue Erkenntnisse zu gewinnen sowie Hypothesen zu entwickeln und diese auch zu überprüfen.

### 7.3.4 Diskussion und Ausblick

Nachfolgend wird die Skalierbarkeit und die Einschränkungen des Visualisierungswerkzeugs diskutiert und zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten vorgestellt.

Bezüglich der Skalierbarkeit gelten die in Kapitel 7.2.7 diskutierten Aspekte bezüglich der 2D-Dokumentprojektion, der Text- und der *Word Cloud*-Ansicht. Die *Node-Link*-Visualisierung skaliert nur für eine geringe Anzahl an darzustellenden Knoten und Kanten [Ghoniem et al., 2005]. Eine Möglichkeit

wäre es, wie schon in Kapitel 6.3, zusätzlich eine Matrix-Darstellung zu integrieren, welche auch für größere Figurennetzwerke skaliert.

Ein Aspekt, der für die Analyse der geisteswissenschaftlichen Fragestellungen essenziell ist, ist die Untersuchung zeitlicher Zusammenhänge. Die derzeitige Implementierung unterstützt jedoch keine Darstellung und Analyse zeitlicher Informationen. Daher ist geplant, zeitliche Aspekte in die Dokumentprojektion zu integrieren. Dabei könnte die zeitliche Erscheinung der verschiedenen Textdokumente in den Glyphen bzw. Kreisen dargestellt werden. Die Darstellung könnte ähnlich zum *ClockMap*-Ansatz [Fischer et al., 2012] kodiert werden, wobei das Kreisdiagramm den gesamten Zeitverlauf repräsentiert und die Kreisdiagrammsektoren die unterschiedlichen zeitlichen Vorkommen. Die bisherige visuelle Hervorhebung der Textdokumente könnte dann über den Glyphenrahmen abgebildet werden. Eine weitere Möglichkeit wäre es, die zeitlichen Aspekte in die 2D-Projektion zu integrieren, sodass die Platzierung der Glyphen nicht nur die Ähnlichkeit repräsentiert, sondern auch die zeitliche Erscheinung.

Das Visualisierungswerkzeug soll in Kooperation mit den Literaturwissenschaftler\*innen des *CRETA*-Projekts weiterentwickelt werden. Hierfür ist eine Benutzer\*innenstudie geplant, welche auf einem Datensatz der Forscher\*innen basieren soll. Dadurch können die Ansichten und Interaktionsmöglichkeiten untersucht werden und somit gezielt an die Anforderungen angepasst werden.

Nachdem in diesem Kapitel Visualisierungswerkzeuge für die Analyse von mehreren Textdokumenten vorgestellt wurden, werden nachfolgend Unsicherheitsquellen der entwickelten Analysetechniken beleuchtet.

## Unsicherheitsaspekte in Digital Humanities Ansätze

Dieses Kapitel enthält veröffentlichtes Material aus den folgenden Publikationen:

M. John, S. Koch, and T. Ertl. Uncertainty in visual text analysis in the context of the digital humanities. In *Designing for Uncertainty in HCI: When does Uncertainty Help?* ACM, 2017a

J. Kuhn, A. Blessing, M. John, S. Koch, and T. Ertl. Reflected text analytics through interactive visualisation. In *Lingvis: Visual Analytics for Linguistics*, pages 100–116. De Gruyter, 2020

Nachdem Visualisierungswerkzeuge für die Untersuchung von narrativen Texten in dieser Dissertation präsentiert wurden, werden in diesem Kapitel Unsicherheitsaspekte thematisiert. Diese Aspekte sind während der Entwicklung von den Werkzeugen aufgetreten oder wurden in Diskussionen mit Forscher\*innen aus den Geisteswissenschaften und der Computerlinguistik reflektiert [Kuhn et al., 2020]. Dabei waren besonders die Diskussionen mit den Geisteswissenschaftler\*innen hilfreich, da es ihnen durch die nicht immer

perfekten Ergebnisse schwergefallen ist, die Qualität der computergestützten Verfahren einzuschätzen. Durch die Darstellung von Unsicherheitsaspekten wird sich erhofft, dass die Geisteswissenschaftler\*innen die Resultate kritischer hinterfragen können, um beispielsweise Fehlinterpretationen zu vermeiden und mehr Vertrauen in automatische Methoden entwickeln zu können.

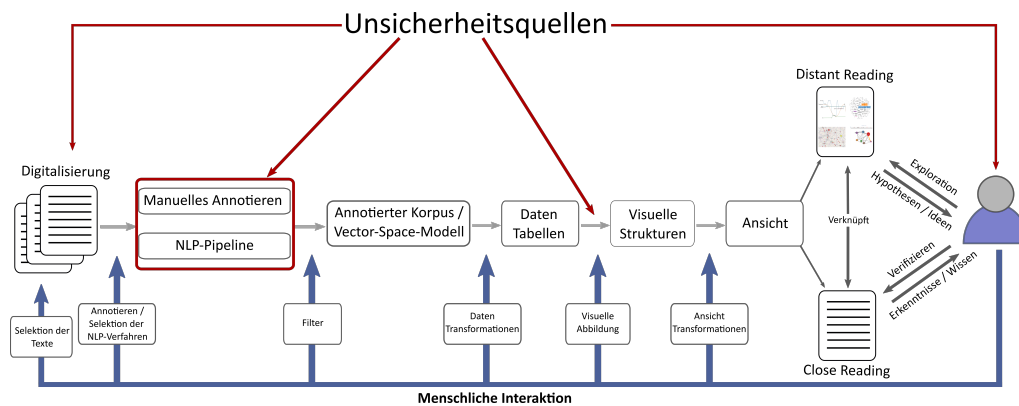
Zunächst werden die verschiedenen Unsicherheitsquellen mit projektbezogenen Beispielen erläutert. Anschließend werden Darstellungs- und Interaktionsmöglichkeiten vorgestellt, mit denen die Unsicherheitsaspekte kommuniziert, untersucht und gegebenenfalls angepasst werden können. Daraufhin werden zwei Visualisierungswerkzeuge präsentiert, welche vorkommende Unsicherheitsaspekte darstellen und interaktive Möglichkeiten für eine detaillierte Analyse bereitstellen. Das erste Werkzeug beschäftigt sich mit der Darstellung von unsicheren Instanzen eines Klassifizierungsansatzes, während die zweite Technik einen Überblick über verschiedene *POS-Tagging*-Zuweisungen bietet, um Inkonsistenzen hervorzuheben. Beide Visualisierungswerkzeuge ermöglichen es, Instanzen zu bestätigen oder falsch zugewiesene Annotationen zu korrigieren. Das Feedback kann anschließend dazu verwendet werden, um die integrierten *NLP*-Methoden neu zu trainieren.

## 8.1 Unsicherheitsquellen

In diesem Abschnitt werden die verschiedenen Unsicherheitsquellen mithilfe der Modelldarstellung (Kapitel 2.4) für die visuelle Textanalyse in den *DH* vorgestellt. Dabei werden nicht alle möglichen Quellen abgedeckt, sondern es werden die betrachtet, die im Rahmen der Projekte *ePoetics* und *CRETA* aufgetreten sind.

In Abbildung 8.1 ist die erweiterte Modelldarstellung mit gekennzeichneten Unsicherheitsquellen dargestellt. Die verschiedenen Unsicherheitsaspekte können zu fehlerhaften Zuweisungen führen und dadurch Auswirkungen auf die nachfolgenden Analyseschritte haben.

Der erste Unsicherheitsfaktor in der Modelldarstellung ist die Digitalisierung der Textdokumente. In den zwei *DH*-Projekten wurde *Optical Character Recognition (OCR)* [Mori et al., 1999] genutzt, um die Bücher in digitalen Fließtext umzuwandeln. Die Resultate waren jedoch häufig nicht zufriedenstellend, da die Qualität der Bücher bei historischen Textdokumenten oft mangelhaft ist oder eine ältere Schriftart verwendet wird, auf denen die *OCR*-Verfahren nicht trainiert sind. Eine weitere Variante, die im *ePoetics*-Projekt angewandt worden ist, ist die *Double Keying*-Methode [Jannidis et al., 2017],



**Abbildung 8.1** — Modelldarstellung für die visuelle Textanalyse in den DH mit gekennzeichneten Unsicherheitsquellen.

wobei der Text zweimal von unterschiedlichen Personen abgeschrieben und anschließend verglichen wird. Dieses Verfahren ist weniger fehleranfällig, jedoch sehr zeitaufwendig.

Die *NLP*-Verfahren sind eine weitere Unsicherheitsquelle, da sich die Genauigkeit der Methoden durch Fehler in der Digitalisierung oder bei der Vorverarbeitung von domänenspezifischen Texten wie beispielsweise ältere oder historische, enorm verschlechtern kann. Normalerweise werden die automatischen Verfahren auf modernen Textkorpora wie Zeitungs- oder Zeitschriftenartikel trainiert. Daher erzielen die Methoden für historische Texte mit ungewohnten Strukturen und Begriffen oft nicht zufriedenstellende Ergebnisse aus Sicht der Geisteswissenschaftler\*innen. Hinzu kommen sehr komplexe Forschungsfragen, die vereinfacht werden müssen, damit computergestützte Verfahren diese bearbeiten können.

Während der manuellen Auszeichnungen durch die Geisteswissenschaftler\*innen können ebenfalls fehlerhafte Zuweisungen entstehen. Diese sind beispielsweise zurückzuführen auf Unstimmigkeiten in der Konzeptualisierung des Annotationsschemas, auf unterschiedliches Kontextwissen der Annotatoren oder durch das Übersehen von Textmerkmalen. Des Weiteren können wie im *ePoetics* und *CRETA*-Projekt die manuellen Auszeichnungen als Trainingsdaten für die *NLP*-Verfahren dienen. Falsch zugewiesene Annotationen können dadurch die Genauigkeit der Methoden ebenfalls verschlechtern.

Eine weitere Unsicherheitsquelle ist die Darstellung der ausgezeichneten Textmerkmale. Eine fehlerhafte Verarbeitung der annotierten Texte oder nicht geeignete visuelle Abstraktionen können zu fälschlichen Erkenntnissen, Hypothesen oder Entscheidungen führen. Beispielsweise kann eine zufäl-

lige Farbzuzuweisung von Wörtern in einer *Word Cloud* dazu führen, dass eine Semantik interpretiert wird, die wiederum die Entscheidungsfindung beeinträchtigt.

Der letzte Unsicherheitsfaktor im Modell sind die Geisteswissenschaftler\*innen selbst. Die Unsicherheiten können auf Fehlern von den vorherigen Modellphasen basieren, aber auch während der visuellen Untersuchung entstehen. Beispielsweise können visuelle Darstellungen falsch interpretiert oder durch fehlendes Kontextwissen fehlerhafte Schlussfolgerungen gezogen werden. Ferner sind den Geisteswissenschaftler\*innen die Unsicherheitsaspekte in den Datenquellen, Vorverarbeitungsschritten oder während ihrer visuellen Analyse häufig nicht bewusst. Daher kann es hilfreich sein, die Unsicherheiten zu kommunizieren, um eine bessere Untersuchung unterstützen zu können.

## 8.2 Visuelle Kommunikations- und Anpassungsmöglichkeiten

In den letzten Jahren sind viele Visualisierungswerkzeuge zur Darstellung und Untersuchung von Unsicherheitsaspekten vorgestellt worden. Die Abbildungen der Unsicherheiten basieren normalerweise auf Konfidenzwerte, welche entweder von computergestützten Verfahren oder von Annotatoren während der Auszeichnung der Textmerkmale gesetzt werden. Beispielsweise präsentieren Griethe and Schumann [2005] verschiedene Darstellungsformen für die Visualisierung von Unsicherheitsaspekten. Diese Formen umfassen visuelle Variablen (Position, Farbe), zusätzliche Objekte (Glyphen, schriftliche Kennzeichnungen), Animationen (Geschwindigkeit, Bewegungsunschärfe) oder andere menschliche Sinne (Einbeziehung von Akustik, Vibration). Viele dieser Repräsentationen sind in verschiedenen Techniken integriert worden, wie beispielsweise Farbwerte [Correll et al., 2018], Farbtransparenz [Collins et al., 2007], Glyphen [Slingsby et al., 2011] oder Unschärfe [MacEachren et al., 2012]. Diese können dabei helfen, einen besseren Eindruck über die Genauigkeit der computergestützten Verfahren zu erhalten. Dies wiederum ermöglicht den Anwender\*innen eine vertrauenswürdige Analyse und eine fundierte Entscheidungsfindung.

Zusätzlich zur Kommunikation der Unsicherheiten können interaktive Methoden darin unterstützen, die verschiedenen Aspekte detaillierter zu untersuchen. Für die Geisteswissenschaftler\*innen ist es beispielsweise notwendig, diese Fälle direkt auf der Textebene zu analysieren. Daher können Interaktionsmethoden, die einen nahtlosen Übergang zwischen *Close* und *Distant*



*Reading* integrieren, solche Untersuchungen ermöglichen. Außerdem ist es erforderlich, interaktive Techniken bereitzustellen, mit denen die Annotationen bestätigt oder korrigiert werden können. Basierend auf dem Feedback können computergestützte Verfahren iterativ angepasst werden.

Es gibt jedoch nur wenige Textanalyseansätze, die solche Methoden zur Anpassung automatischer Verfahren bereitstellen. Heimerl et al. [2012] präsentieren beispielsweise eine Technik, die es den Anwender\*innen ermöglicht, eine Support-Vector-Machine (SVM) [Noble, 2006] zu trainieren. Das Werkzeug repräsentiert die Konfidenzwerte für jedes Textdokument durch die horizontale Position in einer *Scatterplot*-Visualisierung. Ferner bietet die Technik verschiedene Ansichten und Interaktionsmöglichkeiten, um beispielsweise auf die Textdokumente zuzugreifen und somit die Anwender\*innen bei der Korrektur und Entscheidungsfindung zu unterstützen. Ein weiteres Werkzeug, welches es ermöglicht, einen Klassifikator für Multimedia-Nachrichtenkorpora zu trainieren, wurde von Han et al. [2018b] eingeführt. Die Methode bietet eine Übersichtsdarstellung der aktuellen Klassifikationsergebnisse sowie visuelle Abstraktionen und interaktive Möglichkeiten, mit denen die Qualität des Klassifikators untersucht und falsch zugewiesene Annotationen korrigiert werden können. Nachfolgend werden zwei Visualisierungswerkzeuge präsentiert, die Kommunikations- und Interaktionsmöglichkeiten zur Darstellung und Anpassung von Unsicherheitsaspekten unterstützen.

## 8.3 Interaktive Anpassung eines Klassifikators

Dieses Kapitel enthält veröffentlichtes Material aus den folgenden Publikationen:

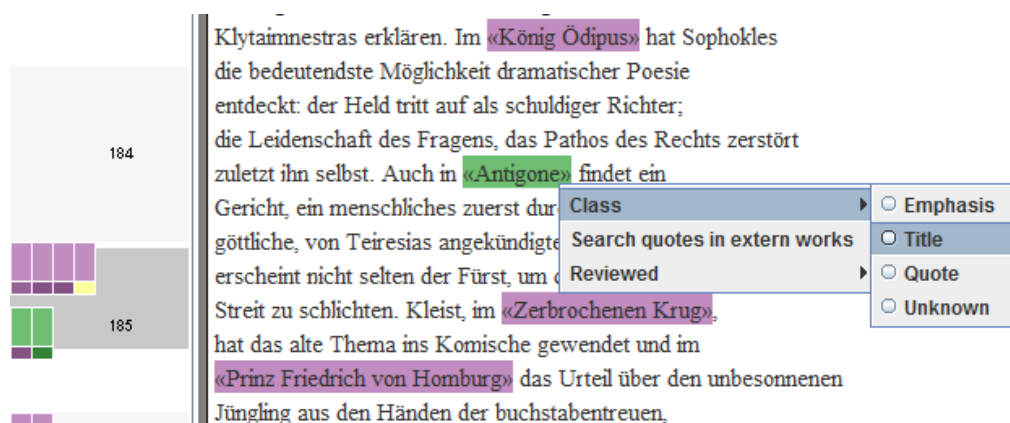
S. Koch, M. John, M. Wörner, A. Müller, and T. Ertl. VarifocalReader – in-depth visual analysis of large text documents. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 20(12):1723–1732, 2014

Bei der ersten Technik handelt es sich um eine Integration im *VarifocalReader* (Kapitel 5). Die Erweiterung ermöglicht es, computergestützte Auszeichnungen von Textmerkmalen zu analysieren und anzupassen. Wie in Kapitel 5.2.2 erläutert, verwendet der *VarifocalReader* reguläre Ausdrücke, um Zitate

zu identifizieren. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass es sich bei den erkannten Textstellen nicht immer um ein Zitat handeln muss. Beispielsweise verwendet Emil Staiger in “Grundbegriffe der Poetik” [Staiger, 1946] zusätzlich Anführungszeichen, um Titel anderer Werke zu kennzeichnen oder um bestimmte Wörter im Text hervorzuheben. Zur Unterscheidung von den drei Fällen, wird die *Weka*-Bibliothek [Hall et al., 2009] im *VarifocalReader* genutzt, um einen *SVM*-Klassifikator [Burgess, 1998] in den *VarifocalReader* zu integrieren. Als Trainingsinstanzen für den Klassifikator werden entweder Auszeichnungen der Literaturwissenschaftler\*innen oder automatisch abgeleitete Annotationen verwendet, sodass die unterschiedlichen Fälle durch eine kleine Anzahl von Merkmalen repräsentiert sind. Ein Merkmal könnte beispielsweise ein vorangestellter Personennamen im Text sein, wobei es sich diesem Fall dann eher um ein Zitat als um eine Hervorhebung oder einen Werkstitel handelt. Nachdem der Klassifikator auf Trainingsinstanzen trainiert wurde, wird der Klassifikator auf den gesamten Text angewandt. Für jede Klassifikation bzw. Annotation gibt der *SVM*-Klassifikator einen Konfidenzwert zurück, welcher anschließend den Anwender\*innen kommuniziert wird.

Für die Darstellung wird eine Farbsättigung verwendet, wobei hellere Farben unsichere und gesättigte sichere Zuweisungen repräsentieren, siehe Abbildung 8.2. Es besteht die Möglichkeit, falsch zugewiesene Annotationen zu korrigieren oder korrekte Zuweisungen zu bestätigen. Anschließend kann eine neue Klassifikation durchgeführt werden, welche auf den Trainingsinstanzen und dem Feedback der Anwender\*innen basiert. Damit wird die Idee verfolgt, dass zuerst unsichere Zuweisungen überprüft und gegebenenfalls korrigiert werden, um anschließend den Klassifikator neu zu trainieren. Dadurch kann schnell ein konstanter und hochwertiger Klassifikator für viele Problemstellungen erreicht werden.

In Abbildung 8.2 ist die Integration zur Anpassung des Klassifikators im *VarifocalReader* dargestellt. Die unterschiedlichen Klassen, genauer gesagt Fälle, sind als Rechtecke auf den verschiedenen Abstraktionsebenen abgebildet. Die Titel werden in Lila, Hervorhebungen in Grün, Zitate in Orange und nicht zugewiesene Annotationen in Gelb gezeichnet. Zusätzlich werden die Erwähnungen in der Textansicht mit der entsprechenden Farbe hervorgehoben. Nachdem der Klassifikator neu trainiert wurde, wird sowohl die neue als auch die alte Zuweisung angezeigt. Die vorherige Klassifikation wird dabei unterhalb der neueren als kleineres Rechteck dargestellt. Per Rechtsklick kann mithilfe eines Kontextmenüs, die Klassifizierung bestätigt oder korrigiert werden. Abbildung 8.2 veranschaulicht eine beispielhafte Überprüfung einer unsicheren Zuweisung. Dabei wird die falsch zugewiesene



**Abbildung 8.2** — Integrierter Ansatz zur Klassifizierung von Zitaten in Anführungszeichen im *VarifocalReader*. Die unterschiedlichen Klassifizierungen umfassen: Titel (lila), Hervorhebung (grün), Zitat (orange) und nicht zugewiesen (gelb).

griechische Tragödie “Antigone” von einer Hervorhebung zu einem Titel geändert. Nachdem mehrere unsichere Fälle überprüft worden sind, können die Anwender\*innen den Klassifikator neu trainieren. Nach mehreren Iterationen konnte für diesen Anwendungsfall im *ePoetics*-Projekt ein konstant gutes Ergebnis erzielt werden. Anschließend ist der trainierte Klassifikator für die weiteren Poetiken genutzt worden.

### 8.3.1 Diskussion und Ausblick

Die im *VarifocalReader* integrierte Technik zeigt, dass auf eine einfache Weise die Anwender\*innen unterstützt werden können, NLP-Verfahren für ihre Analysen anzupassen und somit die Genauigkeit der Verfahren zu erhöhen. Es gibt jedoch noch einige Verbesserungsmöglichkeiten, die für die Zukunft angedacht sind.

Beispielsweise ist geplant, eine Navigationshilfe zu integrieren, welche die Anwender\*innen gezielt zu den Annotationen mit den niedrigsten Konfidenzwerten führt. Außerdem soll eine Übersicht über mehrere Klassifikationsschritte dargestellt werden. Dabei soll die Entwicklung des trainierten Klassifikators angezeigt und Fälle hervorgehoben werden, deren Zuweisungen häufig wechseln. Um dies zu realisieren, müsste eine zusätzliche verknüpfte Ansicht integriert werden, da der Verlauf mehrere Klassifikationsschritte zu viel Platz für die Abstraktionsebenen benötigen würde.

Bei dem vorgestellten Anwendungsfall handelt es sich um ein einfaches Klassifizierungsproblem, bei dem mit wenigen Iterationen gute Ergebnisse erzielt werden. Für die Zukunft ist geplant, komplexere Klassifizierungsansätze im

*VarifocalReader* zu integrieren und eine Anpassung dieser zu unterstützen. Dadurch kann die Genauigkeit der *NLP*-Verfahren für bestimmte Analyseaufgaben verbessert werden. Ferner können die trainierten Modelle auf ähnliche Textressourcen angewandt werden.

## 8.4 Vergleich von POS-Modellen zur Domänenanpassung

Dieses Kapitel enthält veröffentlichtes Material aus den folgenden Publikationen:

M. John, F. Heimerl, C. Sudra, and T. Ertl. Visual interactive comparison of part-of-speech models for domain adaptation. In *Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, pages 1570–1579, 2019b

Die zweite Technik beschäftigt sich mit der Anpassung eines *POS-Tagger*-Modells für spezifische Textarten. Das Visualisierungswerkzeug ist ebenfalls im Kontext von *CRETA* und *ePoetics* entwickelt worden, da sich im Verlauf der beiden Projekte herausgestellt hat, dass die verwendeten *POS-Tagger* für ältere oder historische Texte nicht zufriedenstellende Ergebnisse erzielen. *POS-Tagging* ist ein fundamentaler Vorverarbeitungsschritt, auf dem viele weitere *NLP*-Verfahren aufbauen. Normalerweise basieren *POS-Tagger* auf regelbasierten, statistischen oder maschinellen Lernansätzen und werden durch zeitgenössische Textarten wie beispielsweise Zeitungen oder Zeitschriftenartikeln trainiert und optimiert. Um einen *POS-Tagger* zu trainieren und zu beurteilen, wird ein umfangreicher Korpus mit manuellen Annotationen benötigt, ein sogenannter Goldstandard. Solch ein Goldstandard ist jedoch für ältere oder sehr spezifische Textarten nicht vorhanden. Folglich erreichen *POS-Tagger* bei spezifischen Texten wie historischen Dokumenten oder fiktionalen Romanen keine hohen Genauigkeiten. Das Erstellen eines Goldstandardkorpus ist ein mühsamer, zeitaufwendiger und herausfordernder Prozess, da zum Trainieren von *NLP*-Methoden normalerweise viele Tausende ausgezeichnete Annotationen benötigt werden [Wissler et al., 2014]. In solchen Situationen kann es sinnvoller sein, verfügbare Ergebnisse von *POS-Tagger* korrigieren und anpassen zu lassen. Das resultierende bzw. angepasste Modell kann anschließend auf ähnliche Textarten angewendet werden.

Nachfolgend wird ein Werkzeug präsentiert, welches eine Anpassung von *POS-Tagger*-Modellen für spezifische Textarten ermöglicht. Es bietet eine Übersicht über mehrere *POS-Tagger*-Ergebnisse und hebt Inkonsistenzen hervor, in denen sich die Zuweisungen widersprechen. Außerdem wird ein

Algorithmus unterstützt, der basierend auf einer Mehrheitsabstimmung und Feedback von den Anwender\*innen versucht, falsch zugewiesene Annotationen zu finden.

Die Analysetechnik liefert dabei folgende Forschungsbeiträge:

- Ein interaktives Visualisierungswerkzeug, welches einen Überblick über verschiedene *POS-Tagger*-Ergebnisse liefert und Inkonsistenzen zwischen diesen hervorhebt.
- Verknüpfte Ansichten, mit denen die Ergebnisse visuell untersucht, verglichen und korrigiert werden können.
- Qualitatives Feedback von einer Computerlinguistin.

Zunächst wird auf die Anforderungen der Projektpartner\*innen eingegangen, bevor die verschiedenen Vorverarbeitungsschritte erläutert werden. Anschließend wird die visuelle Umsetzung vorgestellt und mit einem Anwendungsszenario veranschaulicht. Abschließend werden Erkenntnisse aus einem qualitativen Feedback mit einer Computerlinguistin präsentiert.

### 8.4.1 Anforderungsanalyse

Basierend auf Projekttreffen mit beteiligten Forscher\*innen des *CRETA*-Projekts und gewonnenen Erkenntnissen aus dem vorherigen *ePoetics*-Projekt sind mehrere Anforderungen entstanden, um *POS-Tagger*-Modelle analysieren und anpassen zu können. Die Anforderungen umfassen: **(G1)** Das Werkzeug soll einen Überblick über unsichere Auszeichnungen von *POS-Tagger* bieten. **(G2)** Die Technik soll die Möglichkeit bereitstellen, unsichere Zuweisungen im Detail zu untersuchen. **(G3)** Es soll eine Ansicht unterstützt werden, welche eine vergleichende Analyse mehrerer ausgewählter Instanzen ermöglicht. **(G4)** Die Visualisierung soll ebenfalls die Möglichkeit bieten, alle Kontexte eines bestimmten Tokens zu analysieren. **(G5)** Ein Algorithmus soll integriert werden, welcher basierend auf dem Feedback der Anwender\*innen Vorschläge für weitere Korrekturen liefert. **(G6)** Darüber hinaus soll das Werkzeug eine übersichtliche Darstellung der veränderten Zuweisungen anbieten.

### 8.4.2 Datenvorverarbeitung

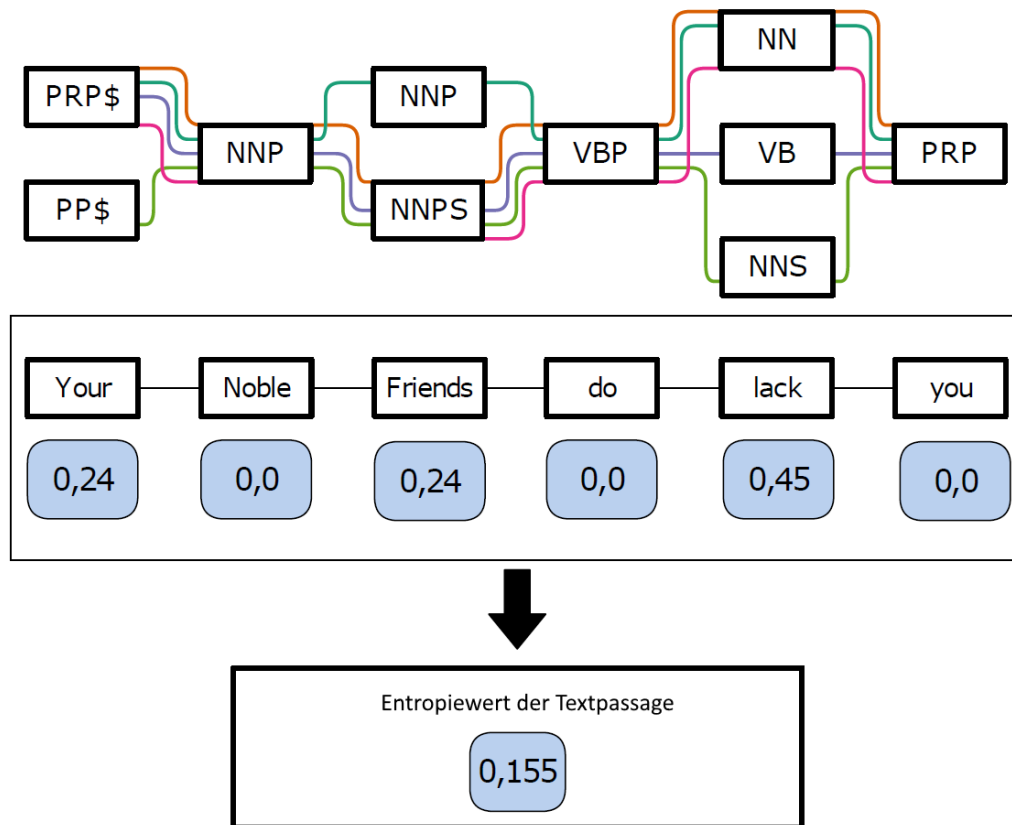
Die Textdokumente werden zunächst mithilfe einer *NLP*-Pipeline vorverarbeitet (Kapitel 2.2.1). Dabei wird *Tokenization*, *Sentence Splitting* und

verschiedene *POS-Tagger* angewendet. Basierend auf Diskussionen mit den Computerlinguisten wurde entschieden, unterschiedliche *Tagger* als Grundlage für die Hervorhebung unsicherer Auszeichnungen zu verwenden. Hierfür wurden die folgenden Bibliotheken integriert: *OpenNLP* [Apache OpenNLP, 2004], *Annie* [GATE ANNIE, 2000], *TreeTagger* [Schmid, 1994] und *Stanford CoreNLP* [Manning et al., 2014]. Die vier *NLP*-Verfahren sind auf dem neuesten Stand der Technik, verwenden jedoch unterschiedliche Methoden und haben dadurch ihre Vor- und Nachteile je nach Kontext. Daher wird davon ausgegangen, dass die *POS-Tagger* eine hohe Übereinstimmung in trainierten Textstrukturen haben und sich bei unsicheren Instanzen widersprechen. Unsichere Instanzen können beispielsweise unbekannte Wörter, Begriffe mit mehreren lexikalischen Bedeutungen oder Textstrukturen, auf welchen die Methoden nicht trainiert sind, sein.

Da die *POS-Tagger* auf unterschiedlichen *Tagsets* basieren, werden diese zunächst vereinheitlicht. Hierfür wird das weitverbreitete *Penn Treebank-Tagset* [Marcus et al., 1993] verwendet. Dabei werden beispielsweise die *POS-Tags* des *TreeTagger* vereinfacht, indem die Verben *VD* (Verb *do*, Grundform) und *VH* (Verb *have*, Grundform) zu *VB* (Verb, Grundform) vereinheitlicht werden. Nachfolgend werden nur die vorkommenden *POS-Tags* genauer erläutert. Eine detaillierte Beschreibung der weiteren *Tags* ist in der Arbeit von Marcus et al. [1993] zu finden.

Anschließend wird die *Vote Entropy* [Manning and Schütze, 1999] berechnet. Dadurch erhalten Auszeichnungen, bei denen sich die zugewiesenen *POS-Tags* widersprechen, einen hohen Entropiewert. Auf diese Weise können Unsicherheiten der *POS-Tagger* bestimmt und in der Visualisierung hervorgehoben werden. Außerdem wird jeder Instanz das *POS-Tag* zugeordnet, welches die meisten Zuweisungen erhalten hat. Wenn es keinen Mehrheitsgewinner gibt, wird nach dem Zufallsprinzip eines der am häufigsten zugewiesenen *Tags* ausgewählt.

Abbildung 8.3 zeigt ein beispielhaftes Ergebnis von einer Textpassage aus dem Werk “The Tragedy of Macbeth” von William Shakespeare [Shakespeare, 1606]. Es werden dabei die zugewiesenen *POS-Tags* mit dem zugehörigen Entropiewert dargestellt. Den *POS-Tagger* der unterschiedlichen Bibliotheken *ANNIE* (orange), *OpenNlp* (dunkelgrün), *Stanford CoreNLP* (lila) und *TreeTagger* (hellgrün) sowie dem Gewinner-Tag (violett) wird eine individuelle Farbe zugewiesen. In diesem Beispiel erhält der Begriff “lack” (vermissen) einen Entropiewert von 0,45, da drei verschiedene *Tags* zugewiesen sind: zweimal *NN* (Substantiv, *singular or mass*, Gewinner-Tag), *VB* und *NNS* (Substantiv, *plural*). Im Gegensatz dazu, erhalten die Begriffe “Noble” (edlen) und “you” (dich) einen Entropiewert von null, da alle übereinstimmen.



**Abbildung 8.3** — Schematische Repräsentation einer Textpassage aus dem Werk “The Tragedy of Macbeth” von William Shakespeare [Shakespeare, 1606]. Dabei werden die unterschiedlichen *POS-Tagger*-Resultate und die zugehörigen Entropiewerte der Wörter sowie der gesamten Textpassage dargestellt.

Zusätzlich wird die Entropie für die gesamte Textpassage berechnet und angezeigt.

### 8.4.3 Visuelle Umsetzung

In Abbildung 8.4 ist der Hauptarbeitsbereich des entwickelten Visualisierungswerkzeugs dargestellt. Das Werkzeug bietet sechs verknüpfte Ansichten, die verschiedene Blickwinkel und Möglichkeiten zur Untersuchung der *POS-Tagger*-Ergebnisse unterstützt. Nachfolgend werden die Ansichten und die unterschiedlichen Analysemöglichkeiten erläutert.

**Darstellung der verknüpften Textansicht.** Das vorverarbeitete Textdokument kann zunächst in einer Textansicht (Abbildung 8.4 Ⓐ) untersucht werden. Diese Ansicht bietet einen Ausgangspunkt für eine Analyse, in



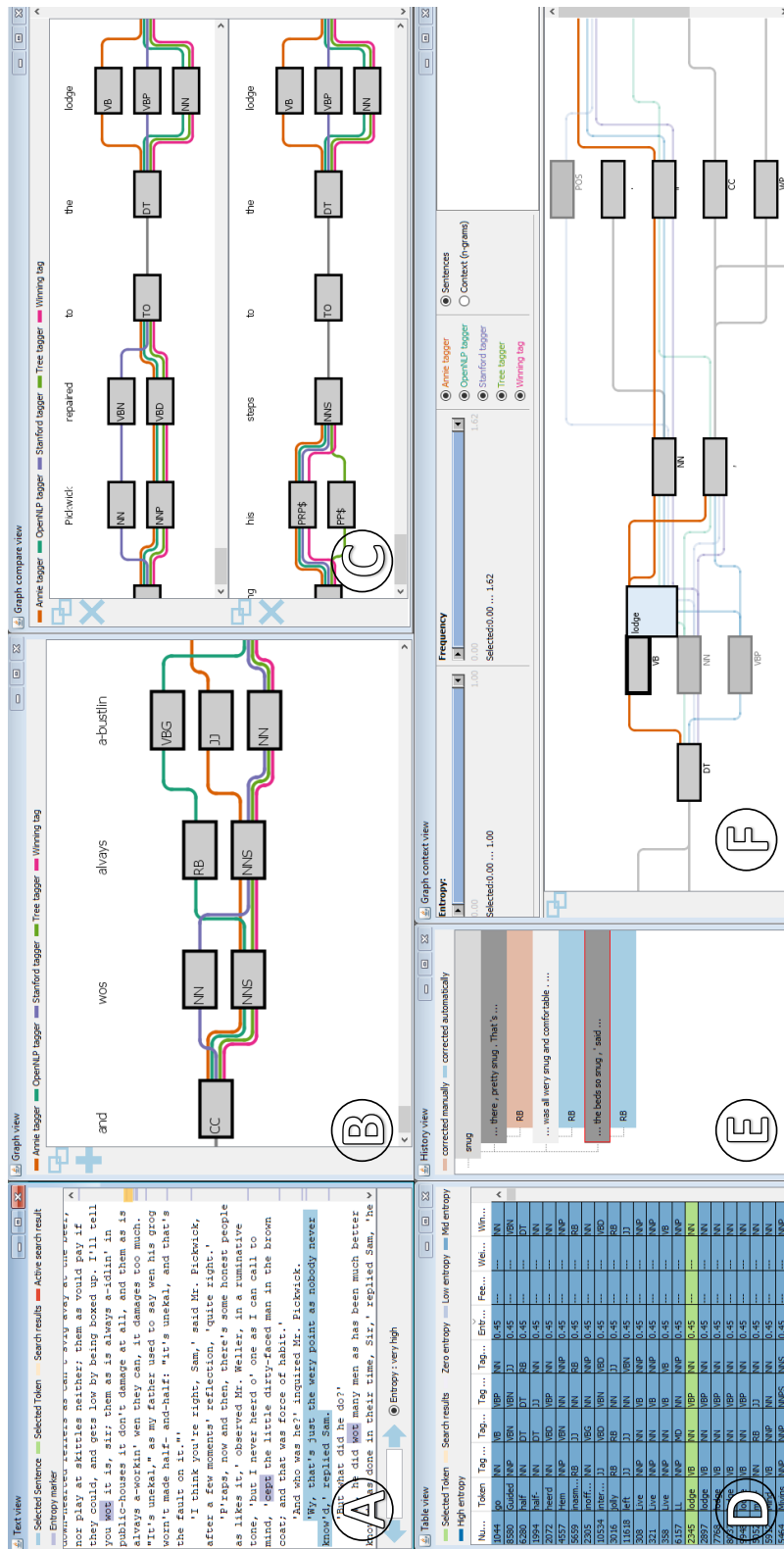


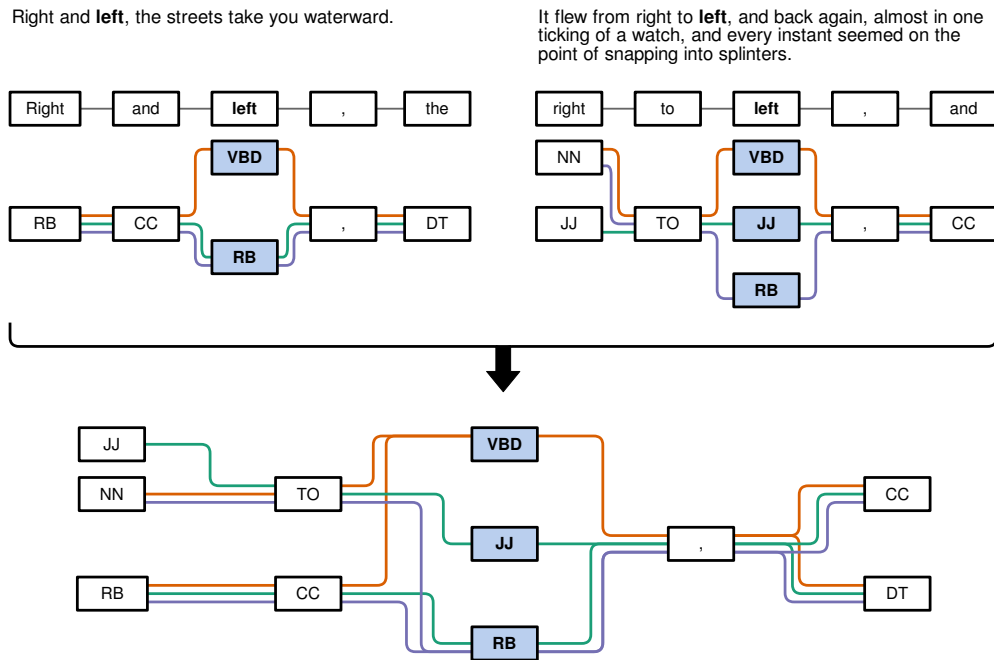
Abbildung 8.4 — Hauptarbeitsbereich mit sechs verknüpften Ansichten: (A) Text-, (B) Graph-, (C) Graphvergleichs-, (D) Token-, (E) Verlaufs- und (F) Graphkontextansicht.

dem Auszeichnungen mit einem hohen Entropiewert hervorgehoben werden, wie in Abbildung 8.4 (A) dargestellt. Dadurch können unsicher zugewiesene Auszeichnungen schnell identifiziert (G1) und in den verknüpften Ansichten weiter untersucht werden.

Per Mausklick auf einen Satz kann dieser in der Graphansicht fokussiert werden. Durch Doppelklicken auf ein Wort können alle zugehörigen Kontexte des Worts in der Graphkontextansicht untersucht werden. Außerdem werden die ausgewählten Sätze und Wörter in der Tabellenansicht hervorgehoben. Die drei genannten Ansichten werden nachfolgend erläutert.

**Darstellung der verknüpften Tokenansicht.** Diese Ansicht repräsentiert alle vorkommenden Wörter bzw. Token in einer Liste, siehe Abbildung 8.4 (D). Dabei stellt jede Zeile ein Token dar und die Spalten, die zugehörigen Informationen: eine eindeutige ID, die zugewiesenen *POS-Tags*, den Entropiewert, Feedback der Anwender\*innen mit einer Gewichtung (falls vorhanden) und das aktuelle Gewinner-Tag. Um unsichere Auszeichnungen hervorzuheben, wird eine Farbsättigung von Weiß nach Blau verwendet. Weiße Zeilen repräsentieren eine hohe Übereinstimmung der *POS-Tagger*, wohingegen blau gefärbte Zeilen, einen hohen Entropiewert kennzeichnen. Per Mausklick auf die Wörter kann das ausgewählte Token in der Graphkontextansicht und der zugehörige Satz in der Graphansicht fokussiert werden. Dadurch dient die Tokenansicht ebenfalls als Übersichtsdarstellung und Analysestartpunkt (G1).

**Darstellung von Kontexten ausgewählter Token.** Die Graphansicht ermöglicht es, die Kontexte von selektierten Token im Detail zu untersuchen (G2). Hierfür wird der zugehörige Satz als *Variant-Graphvisualisierung* (Kapitel 3.3) dargestellt, siehe Abbildung 8.4 (B). Die Knoten des Graphen stellen die zugewiesenen *POS-Tags* dar und oberhalb werden die zugehörigen Wörter angezeigt. Die farbigen Kanten repräsentieren die Ergebnisse der *POS-Tagger* und das aktuelle Gewinner-Tag. Wenn alle Zuweisungen übereinstimmen, werden die Kanten gebündelt und als graue Linien gezeichnet. Dadurch kann *Visual Clutter* reduziert werden. Ansonsten werden die zugeordneten POS-Tags vertikal sortiert. Auf diese Weise können Unstimmigkeiten schnell identifiziert werden. Wenn Anwender\*innen während ihrer Untersuchungen ein falsch zugewiesenes Gewinner-Tag entdecken, können sie mithilfe eines Kontextmenüs das korrekte POS-Tag auswählen und ihre Entscheidung gewichten, siehe Abbildung 8.7 (A). Des Weiteren bieten alle integrierten Graphansichten interaktive Funktionen wie Schwenken und Zoomen an, um das Fokussieren von bestimmten Kontexten zu erleichtern. Die einzelnen Sätze können zur Graphvergleichsansicht kopiert werden, welche nachfolgend erläutert wird.



**Abbildung 8.5** — Schematische Darstellung der Graphkontextansicht mit dem ausgewählten Token “left” (links). Zwei beispielhafte Sätze aus dem Roman “Moby Dick” von Herman Melville [Melville, 1851] werden in dieser Ansicht als Graph zusammengefasst dargestellt (unten). Dadurch können alle Kontexte eines ausgewählten Tokens kompakt repräsentiert werden.

**Vergleich von Kontexten ausgewählter Token.** Die Graphvergleichsansicht verwendet dieselben visuellen Repräsentationen wie die Graphansicht und bietet die Möglichkeit, verschiedene Kontexte bzw. Sätze miteinander zu vergleichen (**G3**). Hierfür werden die kopierten Sätze von der Graphansicht übereinander dargestellt, siehe Abbildung 8.4 ©. Anwender\*innen können dabei die Reihenfolge der Sätze frei wählen. Dadurch wird eine flexible vergleichende Untersuchung ausgewählter Instanzen ermöglicht.

**Darstellung von allen Kontexten ausgewählter Token.** Abbildung 8.5 zeigt eine schematische Darstellung der Graphkontextansicht mit drei verschiedenen *POS-Tagger*. Dabei wird der Kontext zweier Sätze aus dem Roman “Moby Dick” von Herman Melville [Melville, 1851] mit dem ausgewählten Token “left” (links) repräsentiert. In der Graphkontextansicht werden die beiden Sätze zusammengeführt, sodass die Graphdarstellung beide Kontexte darstellt. Die *POS-Tags* des ausgewählten Tokens werden in der Mitte der Graphdarstellung platziert und mit einem dickeren Rahmen hervorgehoben. Dadurch kann beispielsweise festgestellt werden, dass ein

*POS-Tagger* dazu neigt, einem bestimmten Token immer dasselbe *POS-Tag* zuzuweisen. Die Token links und rechts werden ebenfalls zusammengeführt, sodass ein *POS-Tag* verschiedene Token darstellen kann. Auf diese Weise können in der Nähe des ausgewählten Token unsichere Zuweisungen leicht identifiziert werden. In der Standardkonfiguration werden alle Sätze, die das ausgewählte Token enthalten, im Graphen angezeigt. Falls die Anwender\*innen nicht an den ganzen Sätzen interessiert sind, können sie die Anzahl der Token definieren, die davor und danach angezeigt werden sollen.

Des Weiteren bietet diese Ansicht Filtermöglichkeiten, die das Fokussieren verschiedener Kontexte ermöglicht. Beispielsweise kann mit dem Mauszeiger über ein *POS-Tag* navigiert werden, um alle nicht verbundenen Knoten und Kanten farblich abgeschwächt darzustellen, siehe Abbildung 8.4 (F). Per Doppelklick auf ein *POS-Tag* werden alle verbundenen Knoten und Kanten ausgeblendet. Darüber hinaus kann die Graphdarstellung anhand der Entropiewerte gefiltert werden. Es kann ein Bereich zwischen null und eins definiert werden, sodass alle Kontexte herausgefiltert werden, die nicht diesem entsprechen. Dadurch können beispielsweise nur Kontexte fokussiert werden, die einen hohen Entropiewert haben. Außerdem können die verschiedenen *POS-Tagger* ein- und ausgeblendet werden. Nachdem die Auswahl der *POS-Tagger* geändert wurde, werden die Entropiewerte neu berechnet und die Graphdarstellung angepasst. Falls Anwender\*innen ein falsch zugewiesenes Gewinner-Tag identifizieren, können sie das jeweilige *POS-Tag* selektieren und über ein Kontextmenü korrigieren. Ferner kann ein Token ausgewählt, um die zugehörigen Kontexte in der ergänzten Graphvergleichsansicht (Abbildung 8.7 (B)) zu untersuchen. Die Kombination beider Ansichten ermöglicht es, einen Überblick über alle Kontexte eines ausgewählten Tokens zu erhalten, aber auch gezielt einzelne zu fokussieren und miteinander zu vergleichen.

**Verlaufsansicht der Gewinner-Tags.** Diese Ansicht bietet eine Übersicht über die geänderten Gewinner-Tags (**G6**). Hierfür wird eine eingerückte Baumansicht (Abbildung 8.4 (E)) verwendet, um die Zuweisungen der Token darzustellen und zu verfolgen. Dabei stellt jede Zeile ein Token dar, bei dem das Gewinner-Tag geändert wurde. Per Mausklick auf einen Token, wird die Baumstruktur aufgeklappt und die zugehörigen Sätze mit den zugewiesenen *POS-Tags* angezeigt. Falls ein *Tag* mehrmals geändert wurde, werden die Instanzen in chronologischer Reihenfolge dargestellt. Die von den Anwender\*innen korrigierten Auszeichnungen werden in Rot repräsentiert und die vom Algorithmus vorgeschlagenen in Blau. Durch Doppelklicken auf einen Satz wird das zugehörige Token in der Graphkontext-, Text- und Tokenansicht sowie der dazugehörige Satz in die Graphansicht fokussiert.

| ID | Token  | ANNIE | OpenNlp | TreeTagger | Stanford | Feedback | Winning |
|----|--------|-------|---------|------------|----------|----------|---------|
| 1  | thysel | A     | A       | B          | C        | C; 3,5   | C       |
| 2  | thysel | A     | B       | A          | A        | ---      | A       |
| 3  | thysel | A     | B       | B          | C        |          | C       |

| Tag          | Count                |
|--------------|----------------------|
| A            | 3                    |
| B            | 1                    |
| C            | 0                    |
| Feedback (C) | $(1/4) * 3,5 = 0,87$ |

| Tag          | Count                |
|--------------|----------------------|
| A            | 1                    |
| B            | 2                    |
| C            | 1                    |
| Feedback (C) | $(3/4) * 3,5 = 2,62$ |

**Abbildung 8.6** — Nach einem Feedback der Anwender\*innen (ID 1) vergleicht der Algorithmus zwei weitere Instanzen (ID 2 und 3) mit drei beispielhaften POS-Tags für das Token “thysel” (du selbst).

Dadurch können geänderte und vorgeschlagene Instanzen schnell gefunden, überprüft und bestätigt oder korrigiert werden.

#### 8.4.4 Algorithmus für Korrekturvorschläge.

Des Weiteren ist ein Algorithmus integriert, welcher Vorschläge für weitere Überprüfungen liefert. Dieser basiert auf einer Mehrheitsentscheidung der *POS-Tagger*-Ergebnisse und dem Feedback von den Anwender\*innen. Beim Korrigieren eines Gewinner-Tags muss eine Gewichtung angegeben oder ein bestimmtes *POS-Tag* für alle Vorkommen ausgewählt werden. Basierend darauf untersucht der Algorithmus alle weiteren Erwähnungen des Tokens. Bereits korrigierte Token werden vom Algorithmus nicht weiter berücksichtigt.

In Abbildung 8.6 ist die Vorgehensweise des Algorithmus für drei Vorkommen des Tokens “thysel” (du selbst) mit beispielhaften *POS-Tags* dargestellt. Basierend auf einem ersten Feedback (*ID* 1; *POS-Tag* C; Gewichtung 3,5) addiert der Algorithmus die einzelnen Vorkommen der drei verschiedenen *POS-Tags*. Beispielsweise wird das *POS-Tag* A dreimal in der zweiten *ID* und nur einmal in der dritten zugewiesen. Zusätzlich werden die Überlappungen der zugeordneten *POS-Tags* vom initialen Feedback und den beiden weiteren *IDs* addiert. Zum Beispiel besteht eine Überlappung zwischen der ersten und der zweiten *ID* (*ANNIE*) und drei zwischen der ersten und der dritten *ID* (*ANNIE*, *TreeTagger* und *Stanford*). Anschließend wird die Anzahl der Überlappungen mit der Gewichtung für jede *ID* multipliziert, da davon ausgegangen wird, dass es sich bei vielen Übereinstimmungen um einen ähnlichen Kontext handelt. Daraufhin wird die Anzahl der zugewiesenen *POS-Tags* mit dem errechneten Wert verglichen. Falls wie bei *ID* 3 das

Ergebnis des Werts höher ist als die Vorkommen der *POS-Tags*, wird die Instanz in der Verlaufsansicht hinzugefügt. Dadurch können die Anwender\*innen vorgeschlagene Fälle überprüfen und gegebenenfalls bestätigen. Die Korrekturvorschläge basieren somit auf einer hohen Übereinstimmung der *POS-Tags* und der Gewichtung der Anwender\*innen, wie beispielsweise bei *ID 3*.

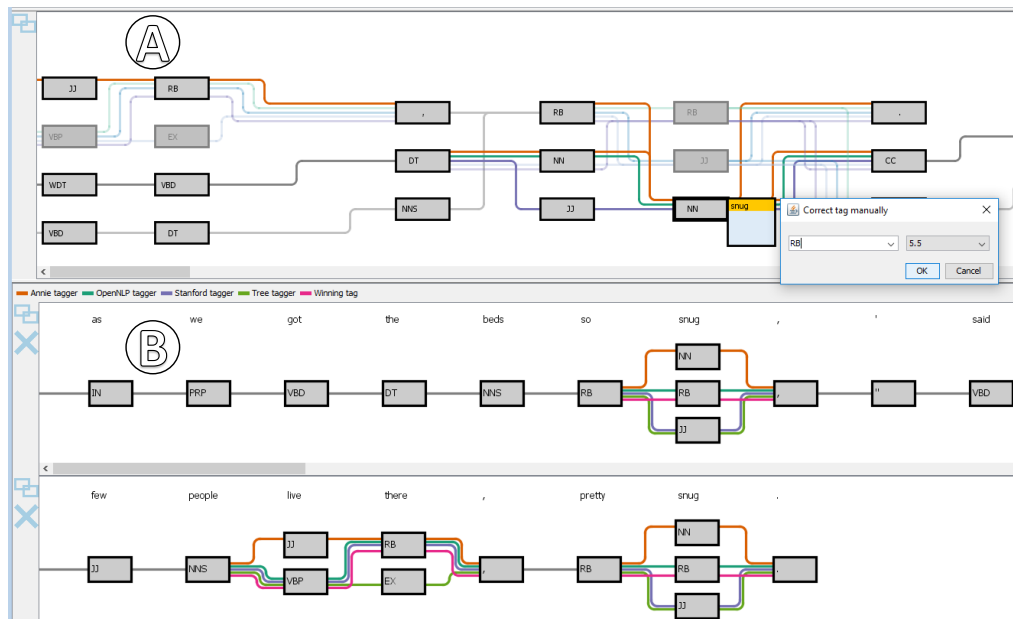
### 8.4.5 Anwendungsszenario

In diesem Abschnitt wird eine beispielhafte Untersuchung von einer Computerlinguistin mit dem Visualisierungswerkzeug präsentiert. In diesem Szenario analysiert sie den englischen Roman “The Pickwick Paper” von Charles Dickens [Dickens, 1838]. Der Roman wurde 1836 veröffentlicht und handelt von *Samuel Pickwick* und seinen Reisen an Orte, die weit entfernt von seinem Heimatort London liegen.

In einem ersten Analyseschritt untersucht die Computerlinguistin die Textansicht, um unsichere Zuweisungen der *POS-Tagger* zu finden (**G1**). Dabei navigiert sie durch den Text und erkennt mithilfe der visuellen Hervorhebung Wörter mit einem hohen Entropiewert. Beispielsweise identifiziert sie die Begriffe *wot* (was) und *wos* (war), bei denen sich die integrierten *POS-Tagger* sehr uneinig sind, siehe Abbildung 8.4 (A). Dies ist darauf zurückzuführen, dass Charles Dickens häufig den Augendialekt [Bowdre Jr, 1971] verwendet, welcher auf einer nicht standardmäßigen Schreibweise für natürliche Sprache basiert, um die Aufmerksamkeit auf die Aussprache zu lenken. Daraufhin selektiert sie einige Vorkommen, um diese in der Graphansicht (Abbildung 8.4 (B)) weiter zu untersuchen. Nach einer Betrachtung der verschiedenen Kontexte, korrigiert sie die Zuweisungen, indem sie allen Erwähnungen des Token *wot* das *POS-Tag WP* zuweist.

Im nächsten Schritt wechselt sie zur Tokenansicht und sortiert die Liste anhand der Entropiewerte. Dadurch erhält sie eine Übersicht über die unsicheren Zuweisungen (**G1**). Während sie die Token durchsucht, stößt sie auf den Begriff *Lodge* (Häuschen) und ist überrascht, dass dieser einen hohen Entropiewert aufweist, siehe Abbildung 8.4 (D). Um dieses Token genauer zu untersuchen, selektiert sie die verschiedenen Vorkommen und wechselt zur Graphvergleichsansicht, siehe Abbildung 8.4 (C). Dadurch kann sie die unterschiedlichen Kontexte miteinander vergleichen (**G3**).

Während dieser Analyse stellt sie fest, dass insbesondere der *ANNIE*- und der *Stanford-Tagger* in diesem Zusammenhang häufig falsche *Tags* zuweisen. Ferner findet sie heraus, dass in der Nähe ebenfalls viele Instanzen vorkommen, die einen hohen Entropiewert aufweisen. Die Expertin vermutet,



**Abbildung 8.7** — (A) Die Graphkontextansicht stellt alle Vorkommen des ausgewählten Tokens “snug” (behaglich) dar. (B) Die zugehörige Graphvergleichsansicht, mit der verschiedene Kontexte analysiert werden können.

dass diese Fälle die Ergebnisse für den Begriff *Lodge* beeinflussen. Daher entschließt sie sich, diese Vorkommen ebenfalls genauer zu analysieren. Dabei entdeckt sie den Begriff *snug* (behaglich) mit vielen unterschiedlichen Zuweisungen. Um alle Kontexte des Tokens *snug* zu untersuchen (G4) wechselt die Computerlinguistin zur Graphkontextansicht, siehe Abbildung 8.7 (A).

Mithilfe der Graphkontextansicht erhält sie einen ersten Überblick über die verschiedenen Erwähnungen im Text. Um mehr über die Kontexte zu erfahren, wählt sie zwei aus, um diese in der Graphvergleichsansicht weiterführend zu analysieren (G3), siehe Abbildung 8.7 (B). Nach einer detaillierten Untersuchung, ist sie sich sicher, dass das korrekte *POS-Tag* ein Adverb (*RB*) sein müsste. Jedoch weist nur der *OpenNlp-Tagger* dieses *POS-Tag* zu. Darauf hin korrigiert sie eine Instanz mit einer hohen Gewichtung (5.5), wie in Abbildung 8.7 (A) dargestellt. Anschließend überprüft sie die automatischen Korrekturvorschläge in der Verlaufsansicht (G6), siehe Abbildung 8.4 (E). Dabei findet sie heraus, dass beide Vorschläge des Algorithmus korrekt sind und bestätigt beide (G5).

Das Anwendungsszenario hat gezeigt, dass die vorgestellte Technik die Untersuchung und Anpassung von unsicheren Zuweisungen unterstützt. Die

verknüpften Ansichten bieten mehrere Blickwinkel und Analysemöglichkeiten und decken alle definierten Anforderungsziele ab.

### 8.4.6 Expertenfeedback

In diesem Abschnitt werden Erkenntnisse von einem qualitativen Feedback mit einer Computerlinguistin des *CRETA*-Projekts präsentiert. Nach einer ausführlichen Einführung in das Visualisierungswerkzeug hat sie den Roman “Moby Dick” von Herman Melville [Melville, 1851] analysiert. Dabei hat die Expertin 60 Minuten ohne einen bestimmten Anwendungsfall mit den verschiedenen Ansichten gearbeitet.

Der erste Eindruck der Expertin war sehr positiv, da sie schnell von der Idee des Ansatzes überzeugt war. Sie erwähnte, dass für bestimmte Forschungsbereiche wie beispielsweise die *DH* häufig trainierte Klassifikatoren nicht vorhanden sind. Die Computerlinguistin merkte jedoch an, dass es schwierig sein könnte, *POS-Tags* verschiedener *POS-Tagger* zu vereinheitlichen. Daher werden derzeit nur *POS-Tagger* unterstützt, die das *Penn Treebank-Tagset* verwenden oder zumindest ein Ähnliches, welches leicht angepasst werden kann.

Die Expertin hob hervor, dass die Text- und Tokenansicht einen guten Ausgangspunkt für weitere Analysen bietet. Die visuellen Hervorhebungen in der Textansicht oder die Möglichkeit, die Tokenliste nach dem Entropiewert zu sortieren, erleichtern es den Anwender\*innen, unsichere Zuweisungen zu finden.

Sie war ebenfalls von der Möglichkeit begeistert, Zuweisungen der *POS-Tagger* in der Graphansicht detailliert untersuchen zu können. Darüber hinaus lobte sie die Graphvergleichsansicht, da es aus ihrer Sicht notwendig ist, verschiedene Kontexte miteinander zu vergleichen. Die Expertin merkte jedoch an, dass die Graphkontextansicht zu Beginn verwirrend sei und es Zeit benötige, um die kompakte Darstellung der unterschiedlichen Kontexte zu verstehen. Sie erwähnte jedoch, dass diese Ansicht sehr hilfreich sein könnte, um weitere Probleme der *POS-Tagger* in der Nähe von ausgewählten Token zu identifizieren. Ferner lobte die Expertin die verschiedenen Filteroptionen, mit denen sie die Textkontexte fokussieren und untersuchen kann.

Des Weiteren hielt sie den integrierten Algorithmus für einen geeigneten Ansatz, um weitere Korrekturvorschläge den Anwender\*innen zu präsentieren. Die Expertin fügte jedoch hinzu, dass der Algorithmus leicht erweitert und verbessert werden könnte. Beispielsweise könnten die einzelnen *POS-Tagger* für bestimmte Kontexte höher gewichtet werden, sodass diese einen stärkeren



Einfluss für das Gewinner-Tag haben. Insgesamt würde die Expertin gerne die vorgestellte Technik für ihre eigene Forschung nutzen.

### 8.4.7 Diskussion und Ausblick

Das präsentierte Werkzeug ermöglicht den Anwender\*innen, ein *POS-Tagger*-Modell für textspezifische Textarten anzupassen. Im Folgenden werden Einschränkungen der Technik diskutiert und geplante Erweiterungen vorgestellt.

Das Werkzeug verwendet mehrere *POS-Tagger*, um unsichere Zuweisungen hervorzuheben, da davon ausgegangen wird, dass die Ergebnisse auf trainierten Textstrukturen übereinstimmen, während sie sich in unbekanntem Kontexten widersprechen. Es kann jedoch Fälle geben, in denen die *POS-Tagger* übereinstimmen und es sich trotzdem um eine falsche Zuweisung handeln kann. Da viele automatische Verfahren einen zusätzlichen Konfidenzwert zu den eigentlichen Ergebnissen anbieten, ist es geplant, diesen ebenfalls zu kommunizieren. Dadurch könnten Kontexte hervorgehoben werden, in denen die *POS-Tagger* übereinstimmen, jedoch einen niedrigen Konfidenzwert aufweisen.

Die Technik integriert derzeit einen einfachen Algorithmus, der basierend auf Feedback von den Anwender\*innen versucht, Instanzen von falsch zugewiesenen *POS-Tags* vorzuschlagen. Es hat sich herausgestellt, dass der Algorithmus in vielen Fällen gute Ergebnisse liefert, jedoch nicht in allen. Daher ist geplant, eine *Boosting*-Methode [Abney et al., 1999] in enger Zusammenarbeit mit den beteiligten Computerlinguisten des *CRETA*-Projekts zu integrieren. Die Hauptidee des *Boostings* besteht darin, mehrere Regeln für die Klassifizierung zu kombinieren. In diesem Fall könnten die *POS-Tagger* beispielsweise für Kontexte, in denen sie überwiegend richtige Ergebnisse liefern, höher gewichtet werden.

Um die Skalierbarkeit der vorgestellten Technik zu beurteilen, wurden sehr lange Buchreihen getestet. Dabei hat sich gezeigt, dass die verknüpften Ansichten für längere Textdokumente skalieren. Des Weiteren konzentrieren sich die Untersuchungen hauptsächlich auf einzelne Kontexte. Wenn jedoch ein Token ausgewählt wird, das im Textdokument sehr häufig erwähnt wird, führt dies in der Graphkontextansicht schnell zu *Visual Clutter*. Dieser Aspekt ist mit den Forscher\*innen des *CRETA*-Projekts diskutiert worden. Sie haben angemerkt, dass die Filtermethoden hilfreich sind, den Graph zu untersuchen und dass Token, die sehr häufig erwähnt werden, meist nicht interessant sind für eine tiefere Analyse.

Des Weiteren ist geplant, die Ergebnisse eines angepassten *POS-Tagger*-Modells mit dem eines Standardmodells zu vergleichen. In enger Zusammenarbeit mit den beteiligten Forscher\*innen des *CRETA*-Projekts sollen die Auswirkungen des angepassten Modells auf ähnliche Textarten sowie den Nutzen für nachfolgende *NLP*-Arbeitsschritte untersucht werden.

Nachdem auf die Unsicherheitsaspekte der zuvor präsentierten Visualisierungswerkzeuge eingegangen worden ist, wird nachfolgend die Dissertation zusammengefasst. Dabei werden die einzelnen Beiträge mit den formulierten Forschungsfragen diskutiert. Basierend auf dieser Diskussion werden abschließend zukünftige Forschungsrichtungen abgeleitet und vorgestellt.

## Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Dissertation sind verschiedene interaktive visuelle Analysetechniken für die Untersuchung für geisteswissenschaftliche Fragestellungen vorgestellt worden. In diesem Kapitel wird die Dissertation zusammengefasst, die Forschungsbeiträge basierend auf den definierten Zielen diskutiert und zukünftige Forschungsrichtungen präsentiert.

### 9.1 Zusammenfassung der Kapitel

Die erörterten Grundlagen und Forschungsbeiträge sind thematisch in mehrere Kapitel gegliedert und werden nachfolgend nochmal zusammenfasst.

In Kapitel 2 wurden die Grundlagen für die Arbeit und die relevanten Forschungsgebiete Visualisierung, *NLP* und *DH* erläutert. In diesem Zusammenhang ist ein Modell eingeführt worden, welches die drei Forschungsgebiete miteinander verknüpft und die visuelle Textanalyse für *DH*-Anwendungen repräsentiert. Außerdem wurde eine einheitliche unterstützte Vorgehensweise der verschiedenen Visualisierungswerkzeuge für die Analyse der geisteswissenschaftlichen Fragestellungen vorgestellt.

In Kapitel 3 wurden die verwandten Arbeiten zu den präsentierten Beiträgen vorgestellt. Dabei wurden hauptsächlich visuelle Abstraktionen und Interaktionstechniken diskutiert, die in mehreren Beiträgen verwendet und erweitert worden sind.

In Kapitel 4 wurde das erste Visualisierungswerkzeug dieser Dissertation präsentiert, welches die Analyse von Verfilmungen narrativer Texte ermöglicht. Basierend auf abgeleiteten Informationen, können ähnliche Filmszenen gefunden und Erkenntnisse annotiert werden.

Der *VarifocalReader* ist in Kapitel 5 vorgestellt worden. Diese Technik basiert auf einem hierarchischen Navigationskonzept, welches einen fließenden Übergang zwischen *Close* und *Distant Reading* bieten. Dabei können visuelle Abstraktionen auf den hierarchischen Ebenen ein- und ausgeblendet werden, welche die Untersuchung der Textdokumente erleichtern.

Das Kapitel 6 hat sich mit der Darstellung und Analyse von Figuren und deren Beziehungen in narrativen Texten beschäftigt. Die präsentierten Werkzeuge ermöglichen es, ausgezeichnete Figurenkonstellationen in verschiedenen Ansichten zu untersuchen und miteinander zu vergleichen.

In Kapitel 7 wurden drei Techniken präsentiert, welche eine vergleichende Untersuchung von mehreren Textdokumenten ermöglichen. Das erste Visualisierungswerkzeug verwendet eine *Word Cloud* für die Analyse von wenigen Texten, während die zwei weiteren Analysetechniken eine freie Exploration größerer Textkorpora unterstützen.

Abschließend wurden in Kapitel 8 Unsicherheitsaspekte vorgestellt, welche während der Entwicklung der Werkzeuge aufgetreten sind oder in Diskussionen mit Forscher\*innen aus den *DH*-Projekten reflektiert wurden. Ferner wurden visuelle Kommunikations- und Interaktionsmöglichkeiten präsentiert, mit denen die Aspekte untersucht und angepasst werden können.

## 9.2 Übergreifende Diskussion der Forschungsbeiträge

Um aussagekräftige Schlussfolgerungen zu ziehen, ist es notwendig, die Visualisierungswerkzeuge in Bezug mit den definierten Forschungsfragen in Kapitel 1.2 zu diskutieren. Dabei werden die fünf Fragen im Kontext dieser Arbeit wie folgt behandelt:

**Frage 1** – (F<sub>1</sub>) Wie können ausgezeichnete Entitäten, Ereignisse oder Themen für eine detaillierte Untersuchung einzelner narrativer Texte zugänglich gemacht werden?

Die in Dissertation präsentierten Beiträge haben gezeigt, wie ausgezeichnete Textmerkmale für Geisteswissenschaftler\*innen zugänglich gemacht werden können. Es hat sich herausgestellt, dass visuelle Abstraktionen verschiedene Blickwinkel auf die Auszeichnungen ermöglichen und die Analyse unterstützen. Dabei konnte festgestellt werden, dass vor allem Interaktionsmöglichkeiten notwendig sind, mit denen zu den Annotationen im Text navigiert werden kann. In diesem Kontext ist es wichtig, den Übergang von den visuellen Abstraktionen zur Textebene übersichtlich und verständlich zu gestalten (Kapitel 2.5). In den Kapiteln 4 und 5 wurden zwei Analysetechniken präsentiert, die einen solchen Übergang unterstützen. Die erste Technik verwendet ein mehrschichtiges Zeitleistenkonzept, welches einen Überblick über alle Filmszenen mit den ausgezeichneten Textmerkmalen bietet und gleichzeitig eine detaillierte Analyse auf verschiedenen Abstraktionsebenen ermöglicht. Das zweite Visualisierungswerkzeug basiert auf einem hierarchischen Navigationskonzept, welches einen leicht zu verstehenden Übergang von *Distant* zu *Close Reading* unterstützt. Dabei werden die Textmerkmale über die hierarchischen Ebenen hinweg visuell hervorgehoben und können mithilfe des Navigationskonzepts auf der Textebene fokussiert werden.

**Frage 2** – (F<sub>2</sub>) Wie können Persönlichkeitsmerkmale und Beziehungen von Entitäten sowie deren Entwicklung im Verlauf einer Erzählung dargestellt werden?

Für die Untersuchung dieser Forschungsfrage hat sich gezeigt, dass vor allem unterschiedliche Darstellungen eine umfangreiche Analyse dieser Informationen ermöglichen. Das Visualisierungswerkzeug *ViTA* (Kapitel 6) verwendet verschiedene und kombinierte visuelle Abstraktionen, welche mehrere Perspektiven und Analysemöglichkeiten bieten, um Entitäten über den Verlauf einer Geschichte zu untersuchen. Mit den präsentierten Werkzeugen aus den Kapiteln 6 und 7.3 konnte veranschaulicht werden, dass *Word Clouds* einen Überblick über häufig vorkommende Merkmale bestimmter Entitäten bieten und dass *Node-Link*-Repräsentationen sich dazu eignen, die Beziehungen zwischen Entitäten darzustellen. Ferner haben sich die *Storyline*- und *Fingerprint*-Visualisierung als sehr hilfreich erwiesen, um die Entwicklungen von Entitäten über den Verlauf einer Erzählung zu repräsentieren. Mithilfe der *Storyline*-Visualisierung (Kapitel 6.2) kann untersucht werden, wann und wo Figuren in der Erzählung aufeinandertreffen oder getrennte Wege gehen sowie ob Gruppen von Entitäten existieren. Durch *Fingerprints* (Kapitel 6.2 und 6.3) können Erwähnungen von den Entitäten über den Verlauf der

Geschichte übersichtlich dargestellt werden. Wie auch schon bei der ersten Forschungsfrage, ist es jedoch notwendig, die visuellen Abstraktionen mit dem Textgegenstand zu verknüpfen, sodass die Geisteswissenschaftler\*innen die Persönlichkeitsmerkmale oder Beziehungen detailliert analysieren können.

**Frage 3** – (F<sub>3</sub>) Wie können relationale Informationen zwischen Entitäten zu verschiedenen Zeitpunkten einer Erzählung miteinander verglichen werden?

In Kapitel 6.3 ist eine Analysetechnik präsentiert worden, welchen den visuellen Vergleich von Figurenkonstellationen zu verschiedenen Zeitpunkten ermöglicht. Durch projektbezogene Anwendungsfälle der Geisteswissenschaftler\*innen konnte festgestellt werden, dass vor allem die Kodierungen in der Matrix- und *Node-Link*-Visualisierung helfen, die Unterschiede und Gemeinsamkeiten von unterschiedlichen Figurenkonstellationen hervorzuheben. Ferner haben sich die integrierten Interaktions- und Filtermethoden als sehr nützlich erwiesen, um bestimmte Bereiche der Figurennetzwerke zu fokussieren. Des Weiteren hat sich gezeigt, dass es sinnvoll ist, weitere Details zu den Beziehungen nur auf Anfrage darzustellen. Dadurch kann eine kognitive Überlastung der Geisteswissenschaftler\*innen vermieden werden. Die zusätzlichen Details können direkt in der Visualisierung oder in einer verknüpften Ansicht dargestellt werden. Dies hat den Vorteil, dass die Untersuchung nicht über mehrere Ansichten hinweg durchgeführt werden muss. Dies ist jedoch aus Platzgründen oder mangelnder geeigneter Interaktionstechniken nicht immer umsetzbar. Daher müssen Designentscheidungen mit den beteiligten Geisteswissenschaftler\*innen diskutiert und anschließend mit Anwendungsfällen getestet werden. Dadurch können die erforderlichen Funktionen und spezifischen Visualisierungen auf die Bedürfnisse der Forscher\*innen zugeschnitten werden.

**Frage 4** – (F<sub>4</sub>) Wie können Entitäten, Ereignisse und Themen von mehreren Texten sowie großen Textkorpora dargestellt und eine freie Exploration von Gemeinsamkeiten und Unterschieden unterstützt werden?

In Kapitel 7.1 wurde die Analysetechnik *MultiCloud* präsentiert, welche eine vergleichende Untersuchung verschiedener Textdokumente mithilfe einer

*Word Cloud*-Darstellung ermöglicht. Das Feedback der Geisteswissenschaftler\*innen hat gezeigt, dass sich eine *Word Cloud*-Visualisierung in Kombination mit einer Textansicht dazu eignet, Entitäten, Ereignisse und Themen zu untersuchen. *MultiCloud* unterstützt jedoch nur die Analyse von wenigen Textdokumenten, sodass zwei weitere Werkzeuge (Kapitel 7.2 und 7.3) entwickelt worden sind, welche die Untersuchung von größeren Textkorpora ermöglichen. Die beiden Techniken basieren auf einer 2D-Dokumentprojektion und mithilfe von einer integrierten *Magic Lens* kann der abstrahierte Textkorpus frei exploriert werden. Dabei hat sich in Kooperation mit den Sozialwissenschaftler\*innen herausgestellt, dass dieser Ansatz die Analyse von Themen und Ereignissen in großen Nachrichtenkorpora erheblich erleichtert und verbessert. Des Weiteren konnten erste Einblicke erzielt werden, wie die Untersuchung von größeren narrativen Textsammlungen unterstützt werden kann. Die beiden Analysetechniken bietet somit eine gute Grundlage für die Untersuchung größerer Textkorpora, haben jedoch Mängel hinsichtlich der Darstellung von zeitlichen und relationalen Informationen. Diese beiden Aspekte werden im Ausblick (Kapitel 9.3) ausführlich thematisiert.

**Frage 5** – (F<sub>5</sub>) Welche Unsicherheitsaspekte können im Kontext der visuellen Textanalyse im Forschungsbereich *DH* auftreten und wie können diese mithilfe von visuellen Abstraktionen und Interaktionsmöglichkeiten dargestellt, untersucht und angepasst werden?

In Kapitel 8 sind mehrere Unsicherheitsaspekte diskutiert worden, welche im Kontext dieser Forschungsarbeit aufgetreten sind. Daher werden nicht alle möglichen Aspekte berücksichtigt, sondern nur die, die während der Entwicklung der Ansätze oder in Diskussionen mit den beteiligten *DH*-Forscher\*innen reflektiert wurden. Basierend auf vorhergehenden Arbeiten sind verschiedene Darstellungs- und Interaktionsmöglichkeiten präsentiert worden, mit denen die Unsicherheiten kommuniziert, untersucht und gegebenenfalls korrigiert werden können. Abschließend wurden zwei Analysetechniken vorgestellt, die einige dieser Möglichkeiten integrieren und somit gute Beispiele darstellen, um den Geisteswissenschaftler\*innen eine vertrauensvolle Analyse zu ermöglichen.

Insgesamt hat sich gezeigt, dass die erläuterte methodische Vorgehensweise in Kapitel 2.5 eine umfangreiche Untersuchung der Forschungsfragen erlaubt. Dabei können verschiedene visuelle Abstraktionen unterschiedliche Blickwinkel auf den Untersuchungsgegenstand ermöglichen. Für die

geisteswissenschaftliche Analyse ist es jedoch notwendig, die zugehörigen Textpassagen zu untersuchen. Daher muss der Übergang von den Abstraktionen zur Textansicht durch *Drill-Down*- und *Drill-Up*-Funktionalitäten klar und verständlich unterstützt werden.

### 9.3 Ausblick

Abschließend werden zukünftige Forschungsrichtungen, die sich aus dieser Dissertation ergeben haben, präsentiert. Basierend auf den zuvor diskutierten und vorgestellten Erweiterungsmöglichkeiten der Visualisierungswerkzeuge, konnten drei vielversprechende Aspekte für die zukünftige Entwicklung von Textanalysetechniken in den *DH* abgeleitet werden.

**Darstellung zeitlicher und relationaler Aspekte bei der visuellen Untersuchung größerer Textkorpora.** Wie zuvor in Kapitel 7 thematisiert, ist es eine herausfordernde Aufgabe eine größere Dokumentensammlung übersichtlich darzustellen sowie geeignete Interaktionstechniken für die Exploration bereitzustellen. Die beiden in den Kapiteln 7.2 und 7.3 vorgestellten Beiträge unterstützen eine Analyse für größere Korpora, haben jedoch Einschränkungen bezüglich der Darstellung von zeitlichen und relationalen Informationen. Um zeitliche Aspekte zu visualisieren, könnte die Visualisierung der 2D-Projektion (Kapitel 3.4) erweitert werden, sodass die Position nicht nur die Ähnlichkeit, sondern auch die zeitlichen Zusammenhänge der Textdokumente repräsentiert. Beispielsweise könnte die horizontale Position den zeitlichen Aspekt darstellen und die vertikale, die Ähnlichkeit zwischen den Textdokumenten. Für die Untersuchung der relationalen Aspekte könnten zusätzliche visuelle Abstraktionen neben der Lupe integriert werden, die Informationen über die Beziehungen darstellen, aber auch als Navigationshilfen auf der 2D-Projektion dienen können. Zum Beispiel könnte eine *Node-Link*-Visualisierung angezeigt werden, welche die Beziehungen der 10 häufigsten Figuren unterhalb der Lupe darstellt.

**Darstellung und Anpassung von Unsicherheitsaspekten als feste Komponente in Textanalysetechniken im *DH*-Kontext.** Die Kommunikations- und Anpassungsmöglichkeiten von Unsicherheitsaspekten sind in Kapitel 8 thematisiert worden. Um eine vertrauenswürdige Analyse und eine fundierte Entscheidungsfindung zu unterstützen, ist es notwendig, diese Möglichkeiten als festen Bestandteil in die Werkzeuge zu integrieren. Hierfür müssen die Unsicherheiten oder die Konfidenzwerte von den computergestützten Verfahren und der manuellen Auszeichnungen berücksichtigt werden. Daher ist es wichtig, dass den Geisteswissenschaftler\*innen die



Möglichkeit geboten wird, einen Konfidenzwert bei der Auszeichnung der Textmerkmale zu bestimmen, welcher angibt, wie fundiert oder unsicher die Entscheidung ist. Zusätzlich kann es hilfreich sein, mit einem kurzen Kommentar die Entscheidung zu begründen. Die Konfidenzwerte müssen anschließend als feste Komponente in die verschiedenen Analyseschritte und visuelle Abstraktionen integriert werden. Hierfür können, wie in Kapitel 8 schon erläutert, die Unsicherheiten beispielsweise farblich hervorgehoben werden, sodass diese Textmerkmale gezielt untersucht werden können. Ferner müssen neben den Darstellungen auch Interaktionstechniken integriert werden, welche beispielsweise weitere Details zu den Textmerkmalen einblenden oder gegebenenfalls eine Anpassung ermöglichen. Dadurch können die Geisteswissenschaftler\*innen mehr Vertrauen in die integrierten Verfahren und dargestellten Ergebnisse entwickeln. Dies führt zu fundierteren Erkenntnissen und somit zu besseren Entscheidungsfindungen.

**Provenance für Daten und Analyseschritte.** Sehr eng mit dem vorherigen Aspekt verknüpft ist die *Provenance* (Herkunft) der Analyseergebnisse. In den letzten Jahren hat die Nachhaltig- und Nachvollziehbarkeit in den *DH* einen immer höheren Stellenwert eingenommen. In diesem Kontext ist es für die Geisteswissenschaftler\*innen beispielsweise interessant, von wem und auf welcher Grundlage die Textmerkmale und Erkenntnisse annotiert oder welche computergestützten Verfahren verwendet wurden. Solche Informationen können in den digitalen Geisteswissenschaften entscheidend sein, ob und wie die ausgezeichneten Daten von weiteren Forscher\*innen genutzt werden können. Daher muss erfasst und gespeichert werden, von wem oder welchem automatischen Verfahren die Textmerkmale und Erkenntnisse ausgezeichnet worden sind. In diesem Zusammenhang sind auch die annotierten oder abgeleiteten Unsicherheiten für weitere Forscher\*innen von großem Interesse. Dadurch können ausgezeichnete Erkenntnisse, die beispielsweise auf einem unsicheren Kontextwissen der Geisteswissenschaftler\*innen beruhen, besser interpretiert werden. Ferner kann es hilfreich sein, die Analyseschritte der Forscher\*innen in den Visualisierungswerkzeugen zu erfassen, um nachvollziehen zu können, wie die Erkenntnisse erlangt worden sind. Hierfür müssen geeignete Speicher- und Anzeigemöglichkeiten entwickelt und in den Techniken integriert werden. Durch das Einbeziehen von *Provenance* in die Analysetechniken können nachvollziehbare Analysen und nachhaltige Erkenntnisse in *DH*-Projekten erreicht werden. Dadurch profitieren nicht nur die Projektbeteiligten, sondern auch Forscher\*innen, die den gleichen Forschungsgegenstand analysieren oder auf einer vorherigen Untersuchung aufbauen wollen.



# Literaturverzeichnis

- S. Abney, R. E. Schapire, and Y. Singer. Boosting applied to tagging and pp attachment. In *Special Interest Group on Linguistic Data & Corpus-based Approaches to Natural Language Processing (SIGDAT)*, pages 38–45. ACM, 1999. [page 169]
- W. Aigner, S. Miksch, H. Schumann, and C. Tominski. *Visualization of time-oriented data*. Springer Science & Business Media, 2011. [page 37]
- D. Albers, C. Dewey, and M. Gleicher. Sequence Surveyor: Leveraging overview for scalable genomic alignment visualization. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 17(12):2392–2401, 2011. [page 36]
- E. C. Alexander, C. Chang, M. Shimabukuro, S. Franconeri, C. Collins, and M. Gleicher. Perceptual biases in font size as a data encoding. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 24(8):2397–2410, 2018. [page 29]
- B. Alper, B. Bach, N. Henry Riche, T. Isenberg, and J.-D. Fekete. Weighted graph comparison techniques for brain connectivity analysis. In *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 483–492. ACM, 2013. [pages 35, 94, 100, and 112]
- T. L. Andrews and C. Macé. Beyond the tree of texts: Building an empirical model of scribal variation through graph analysis of texts and stemmata. *Literary and Linguistic Computing*, 28(4):504–521, 2013. [page 39]
- Apache OpenNLP. Apache opennlp. <http://opennlp.apache.org>, zuletzt aufgerufen 18.06.2021, 2004. [pages 22, 81, and 159]
- ARD. Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland. <https://www.ardmediathek.de/>, zuletzt aufgerufen am 18.06.2021, 2008. [page 134]
- M. Bastian, S. Heymann, M. Jacomy, et al. Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON WEB AND SOCIAL MEDIA (ICWSM)*, 8:361–362, 2009. [page 95]
- S. Bateman, C. Gutwin, and M. Nacenta. Seeing things in the clouds: the effect of visual features on tag cloud selections. In *Conference on Hypertext and Hypermedia (HT)*, pages 193–202. ACM, 2008. [page 29]

- M. Baumann, M. John, H. Pflüger, C. Herberichs, G. Viehhauser, W. Knopki, and T. Ertl. An interactive visualization for the analysis of annotated text variance in the legendary der Heiligen Leben, Redaktion. In *Leipzig Symposium on Visualization in Applications (LEVIA)*. Leipzig University, 2019. URL [https://levia19.vizcovery.org/papers/LEVIA19\\_paper\\_3.pdf/](https://levia19.vizcovery.org/papers/LEVIA19_paper_3.pdf/). [page 6]
- F. Beck, M. Burch, S. Diehl, and D. Weiskopf. A taxonomy and survey of dynamic graph visualization. *Computer Graphics Forum*, 36(1):133–159, 2017. [pages 35 and 36]
- T. Blascheck. *Understanding interactive visualizations: leveraging eye movements and visual analytics*. PhD thesis, University of Stuttgart, 2017. [page 74]
- T. Blascheck, M. John, S. Koch, L. Bruder, and T. Ertl. Triangulating user behavior using eye movement, interaction, and think aloud data. In *Proceedings of the Symposium on Eye Tracking Research & Applications*, pages 175–182. ACM, 2016a. [pages 73, 75, and 76]
- T. Blascheck, M. John, K. Kurzhals, S. Koch, and T. Ertl. VA<sup>2</sup>: A visual analytics approach for evaluating visual analytics applications. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 22(1):61–70, 2016b. [pages 73, 75, and 76]
- T. Blascheck, M. Schweizer, F. Beck, and T. Ertl. Visual comparison of eye movement patterns. *Computer Graphics Forum*, 36(3):87–97, 2017. [page 36]
- A. Blessing, N. Echelmeyer, M. John, and N. Reiter. An end-to-end environment for research question-driven entity extraction and network analysis. In *SIGHUM Workshop on Computational Linguistics for Cultural Heritage, Social Sciences, Humanities and Literature*, pages 57–67, 2017. [page 5]
- H. Bosch, D. Thom, F. Heimerl, E. Püttmann, S. Koch, R. Krüger, M. Wörner, and T. Ertl. ScatterBlogs2: Real-time monitoring of microblog messages through user-guided filtering. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 19(12):2022–2031, 2013. [pages 40 and 133]
- M. Bostock, V. Ogievetsky, and J. Heer. D<sup>3</sup> data-driven documents. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 17(12):2301–2309, 2011. [pages 35, 96, and 118]

- P. H. Bowdre Jr. Eye dialect as a literary device. *A various language: perspectives on American dialects*, 1:178–192, 1971. [page 166]
- U. Brandes and B. Nick. Asymmetric relations in longitudinal social networks. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 17(12):2283–2290, 2011. [page 37]
- U. Brandes, T. Dwyer, and F. Schreiber. Visualizing related metabolic pathways in two and a half dimensions. In *Symposium on Graph Drawing*, pages 111–122. Springer, 2003. [page 37]
- M. Brehmer and T. Munzner. A multi-level typology of abstract visualization tasks. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 19(12):2376–2385, 2013. [page 73]
- E. Brill. A simple rule-based part of speech tagger. In *Applied Natural Language Processing Conference (ANLP)*, pages 152–155. Association for Computational Linguistics (ACL), 1992. [page 14]
- M. Burch, S. Lohmann, D. Pompe, and D. Weiskopf. Prefix tag clouds. In *International Conference on Information Visualisation (IV)*, pages 45–50. IEEE, 2013. [page 31]
- M. Burch, S. Lohmann, F. Beck, N. Rodriguez, L. D. Silvestro, and D. Weiskopf. RadCloud: Visualizing multiple texts with merged word clouds. In *International Conference on Information Visualisation (IV)*, pages 108–113. IEEE, July 2014. [page 32]
- C. J. Burges. A tutorial on support vector machines for pattern recognition. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 2:121–167, 1998. [page 154]
- N. Cao, Y.-R. Lin, L. Li, and H. Tong. g-Miner: Interactive visual group mining on multivariate graphs. In *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, pages 279–288. ACM, 2015. [pages 36 and 38]
- S. K. Card, J. D. Mackinlay, and B. Shneiderman, editors. *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think*. Morgan Kaufmann, 1999. ISBN 1-55860-533-9. [pages vi, 10, 11, and 13]
- D. B. Carr, R. J. Littlefield, W. Nicholson, and J. Littlefield. Scatterplot matrix techniques for large N. *Journal of the American Statistical Association*, pages 424–436, 1987. [page 140]
- R. Carroll and S. Prickett. *The Bible: Authorized King James Version*. OUP Oxford, 2008. [page 39]

- B. W. Chen, J. C. Wang, and J. F. Wang. A novel video summarization based on mining the story-structure and semantic relations among concept entities. *Transactions on Multimedia*, 11(2):295–312, 2009. [page 44]
- F. Y. Y. Choi. Advances in domain independent linear text segmentation. In *North American Chapter of the Association for Computational Linguistics on Human Language Technology (NAACL-HLT)*, pages 26–33. Association for Computational Linguistics (ACL), 2000. [pages 65 and 77]
- A. Cockburn, A. Karlson, and B. B. Bederson. A review of overview+detail, zooming, and focus+context interfaces. *Computing Surveys*, 41(1):2–31, 2009. [page 62]
- C. Collins, S. Carpendale, and G. Penn. Visualization of uncertainty in lattices to support decision-making. In *Eurographics Conference on Visualization (EuroVis)*, pages 51–58. Eurographics Association and Blackwell Publishing Ltd., 2007. [page 152]
- C. Collins, F. B. Viégas, and M. Wattenberg. Parallel tag clouds to explore and analyze facted text corpora. In *Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST)*, pages 91–98. IEEE, 2009. [pages 19 and 32]
- M. Correll, D. Moritz, and J. Heer. Value-suppressing uncertainty palettes. In *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, page 642. ACM, 2018. [page 152]
- CRETA. CRETA: Center for reflected text analytics. <https://www.creta.uni-stuttgart.de/en/>, zuletzt aufgerufen 18.06.2021, 2015. [pages 2 and 17]
- D. Das, D. Chen, A. F. Martins, N. Schneider, and N. A. Smith. Frame-semantic parsing. *Computational Linguistics*, 40(1):9–56, 2014. [pages 15 and 48]
- R. Däßler. Informationsvisualisierung: Stand, Kritik und Perspektiven. *Methoden/Strategien der Visualisierung in Medien, Wissenschaft und Kunst*, 1999. [page 10]
- R. H. Dekker and G. Middell. Computer-supported collation with collatex: managing textual variance in an environment with varying requirements. *Supporting Digital Humanities*, pages 17–18, 2011. [page 39]
- N. Diakopoulos, D. Elgesem, A. Salway, A. Zhang, and K. Hofl. Compare clouds: Visualizing text corpora to compare media frames. In *Workshop on Visual Text Analytics (IUI)*, pages 121–128, 2015. [page 32]

- C. Dickens. *The posthumous papers of the Pickwick Club*. Carey, Lea and Blanchard, 1838. [page 166]
- A. Don, E. Zheleva, M. Gregory, S. Tarkan, L. Auvil, T. Clement, B. Shneiderman, and C. Plaisant. Discovering interesting usage patterns in text collections: Integrating text mining with visualization. In *International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM)*, pages 213–222. ACM, 2007. [page 34]
- M. Dörk, S. Carpendale, C. Collins, and C. Williamson. VisGets: Coordinated visualizations for web-based information exploration and discovery. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 14(6):1205–1212, 2008. [pages 31 and 32]
- W. Dou, X. Wang, D. Skau, W. Ribarsky, and M. X. Zhou. Leadline: Interactive visual analysis of text data through event identification and exploration. In *Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST)*, pages 93–102. IEEE, 2012. [page 134]
- S. Eick, J. Steffen, and J. Sumner, E. Seesoft—a tool for visualizing line oriented software statistics. *Transactions on Software Engineering*, 18(11):957–968, 1992. [page 34]
- M. El-Assady, V. Gold, M. John, T. Ertl, and D. A. Keim. Visual text analytics in context of digital humanities. In *Workshop on Visualization for the Digital Humanities (VIS4DH)*. IEEE, 2016. URL <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:352-2-1eepz0cjvy4q10/>. [page 6]
- M. El-Assady, R. Sevastjanova, B. Gipp, D. Keim, and C. Collins. NER-Ex: Named-entity relationship exploration in multi-party conversations. In *Computer Graphics Forum*, volume 36, pages 213–225. Eurographics Association and Blackwell Publishing Ltd., 2017. [page 37]
- G. Ellis and A. Dix. Enabling automatic clutter reduction in parallel coordinate plots. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 12(5):717–724, 2006. [page 40]
- ePoetics. epoetics. <http://epoetics.visus.uni-stuttgart.de/>, zuletzt aufgerufen 18.06.2021, 2013. [pages 2 and 17]
- U. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, and P. Smyth. From data mining to knowledge discovery in databases. *AI Magazine*, 17(3):37, 1996. [page 12]

- P. Federico, W. Aigner, S. Miksch, F. Windhager, and L. Zenk. A visual analytics approach to dynamic social networks. In *Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies*, pages 47:1–47:8. ACM, 2011. [page 37]
- J.-D. Fekete, J. J. Van Wijk, J. T. Stasko, and C. North. The value of information visualization. *Information Visualization*, pages 1–18, 2008. [page 10]
- C. Felix, S. Franconeri, and E. Bertini. Taking word clouds apart: An empirical investigation of the design space for keyword summaries. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 24(1):657–666, 2018. [page 30]
- C. Fillmore. Frame semantics. *Linguistics in the morning calm*, pages 111–137, 1982. [page 15]
- F. Fischer, J. Fuchs, and F. Mansmann. Clockmap: Enhancing circular treemaps with temporal glyphs for time-series data. In *Eurographics Conference on Visualization (EuroVis)*, pages 97–101. Eurographics Association and Blackwell Publishing Ltd., 2012. [page 148]
- A. Fouse, N. Weibel, E. Hutchins, and J. D. Hollan. Chronoviz: a system for supporting navigation of time-coded data. In *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 299–304, 2011. [page 44]
- M. Franke, M. John, M. Knabben, J. Keck, T. Blascheck, and S. Koch. Lily-Pads: Exploring the spatiotemporal dissemination of historical newspaper articles. In *Conference on Information Visualization Theory and Applications (IVAPP)*, pages 17–28. Scitepress, 2020. [page 6]
- P. Gambette and J. Véronis. Visualising a text with a tree cloud. In *Classification as a Tool for Research: Proceedings of the 11th IFCS Biennial Conference and 33rd Annual Conference of the Gesellschaft für Klassifikation e. V.*, pages 561–569. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. ISBN 978-3-642-10745-0. [page 31]
- GATE ANNIE. Gate annie. <https://gate.ac.uk/ie/annie.html>, zuletzt aufgerufen 18.06.2021, 2000. [pages 22, 81, and 159]
- M. Ghoniem, J.-D. Fekete, and P. Castagliola. On the readability of graphs using node-link and matrix-based representations: A controlled experiment and statistical analysis. *Symposium on Information Visualization (InfoVis)*, 4(2):114–135, 2005. [pages 35, 94, 101, and 147]



- M. Gleicher, D. Albers, R. Walker, I. Jusufi, C. D. Hansen, and J. C. Roberts. Visual comparison for information visualization. *Symposium on Information Visualization (InfoVis)*, 10(4):289–309, 2011. [page 36]
- Google. Google books. <https://books.google.com/>, zuletzt aufgerufen 18.06.2021, 2008. [page 1]
- H. Griethe and H. Schumann. Visualizing uncertainty for improved decision making. In *Conference on Business Informatics Research (BIR)*, pages 1–11. Springer, 2005. [page 152]
- G. Groh, H. Hanstein, and W. Wörndl. Interactively visualizing dynamic social networks with dyson. In *Workshop on Visual Interfaces to the Social and the Semantic Web*, volume 2, pages 2–9. ACM, 2009. [page 36]
- Gutenberg. Project gutenber. <http://www.gutenberg.org/>, zuletzt aufgerufen 18.06.2021, 1971. [page 1]
- M. Hall, E. Frank, G. Holmes, B. Pfahringer, P. Reutemann, and I. H. Witten. The WEKA data mining software: an update. *SIGKDD Exploration Newsletter*, 11(1):10–18, 2009. [page 154]
- G. Halter, R. Ballester-Ripoll, B. Flueckiger, and R. Pajarola. VIAN: A visual annotation tool for film analysis. In *Computer Graphics Forum*, volume 38, pages 119–129. Eurographics Association and Blackwell Publishing Ltd., 2019. [page 44]
- M. J. Halvey and M. T. Keane. An assessment of tag presentation techniques. In *International Conference on the World Wide Web (WWW)*, pages 1313–1314. ACM, 2007. [page 30]
- Q. Han, M. John, S. Koch, I. Assenov, and T. Ertl. Labeltransfer - integrating static and dynamic label representation for focus+context text exploration. In *Symposium on Big Data Visual and Immersive Analytics (BDVA)*, pages 1–8. IEEE, 2018a. [page 6]
- Q. Han, M. John, K. Kurzhals, J. Messner, and T. Ertl. Visual interactive labeling of large multimedia news corpora. In *Leipzig Symposium on Visualization in Applications (LEVIA)*. Leipzig University, 2018b. URL <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:15-qucosa2-328046/>. [pages 6 and 153]
- Q. Han, D. Thom, M. John, S. Koch, F. Heimerl, and T. Ertl. Visual quality guidance for document exploration with focus+ context techniques.

- Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 26(8):2715–2731, 2019. [page 6]
- M. Harrower and C. A. Brewer. Colorbrewer.org: An online tool for selecting colour schemes for maps. *Cartographic Journal*, 40(1):27–37, 2003. [pages 81, 98, 122, and 135]
- J. Hawthorn. *A concise glossary of contemporary literary theory*. Edward Arnold London, 1992. [page 19]
- M. A. Hearst. TileBars: visualization of term distribution information in full text information access. In *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, pages 59–66, New York, NY, USA, 1995. ACM. [page 34]
- J. Heer, M. Bostock, and V. Ogievetsky. A tour through the visualization zoo. *Communications of the ACM*, 53(6):59–67, 2010. [page 32]
- F. Heimerl. *Exploratory visual text analytics in the scientific literature domain*. PhD thesis, University of Stuttgart, 2017. [page 125]
- F. Heimerl, S. Koch, H. Bosch, and T. Ertl. Visual classifier training for text document retrieval. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(12):2839–2848, 2012. [pages 41 and 153]
- F. Heimerl, S. Lohmann, S. Lange, and T. Ertl. Word Cloud Explorer: Text analytics based on word clouds. In *Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, pages 1833–1842, Jan 2014. [pages 19 and 31]
- F. Heimerl, M. John, Q. Han, S. Koch, and T. Ertl. DocuCompass: Effective exploration of document landscapes. In *Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST)*, pages 11–20. IEEE, Oct 2016. [pages 6, 41, 137, and 143]
- N. Henry, J.-D. Fekete, and M. McGuffin. NodeTrix: a hybrid visualization of social networks. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 13(6):1302–1309, 2006. [pages 37 and 38]
- IMSDB. The internet movie script database. <https://www.imsdb.com/>, zuletzt aufgerufen am 18.06.2021, 1990. [page 45]
- A. Inselberg. The plane with parallel coordinates. *The visual computer*, 1: 69–91, 1985. [page 32]
- H. Jänicke, R. Borgo, J. S. D. Mason, and M. Chen. SoundRiver: Semantically-rich sound illustration. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 29(2):357–366, 2010. [page 44]

- S. Jänicke and J. Focht. Untangling the social network of musicians. In *International Conference on Digital Humanities (DH)*. Alliance of Digital Humanities Organizations, 2017. URL <https://dh2017.adho.org/abstracts/002/002.pdf>. [page 38]
- S. Jänicke and G. Scheuermann. On the visualization of hierarchical relations and tree structures with TagSpheres. *Computer Vision, Imaging and Computer Graphics - Theory and Application*, pages 199–219, 2016. [pages 31 and 32]
- S. Jänicke, C. Heine, R. Stockmann, and G. Scheuermann. Comparative visualization of geospatial-temporal data. In *Proceedings of the 4th International Conference on Information Visualization Theory and Applications*, pages 613–625, 2012. [page 19]
- S. Jänicke, G. Franzini, M. F. Cheema, and G. Scheuermann. On close and distant reading in digital humanities: A survey and future challenges. In R. Borgo, F. Ganovelli, and I. Viola, editors, *EuroVis State-of-the-Art Reports*, pages 83–103. The Eurographics Association, 2015a. [page 19]
- S. Jänicke, A. Geßner, G. Franzini, M. Terras, S. Mahony, and G. Scheuermann. TRAViz: A visualization for variant graphs. *Digital Scholarship in the Humanities*, 30(1):83–99, 2015b. [page 39]
- S. Jänicke, M. John, and A. Geßner. The value of tag cloud visualizations for textual analysis. In *International Conference on Digital Humanities (DH)*. Alliance of Digital Humanities Organizations, 2019. URL <https://dev.clariah.nl/files/dh2019/boa/0449.html>. [page 5]
- F. Jannidis, H. Kohle, and M. Rehbein. *Digital Humanities: Eine Einführung*. J.B. Metzler, 2017. [pages 16, 21, 22, and 150]
- R. Jianu, K. Yu, L. Cao, V. Nguyen, A. R. Salomon, and D. H. Laidlaw. Visual integration of quantitative proteomic data, pathways, and protein interactions. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 16: 609–620, 2010. [page 36]
- M. John, F. Heimerl, A. Müller, and S. Koch. A visual focus+context approach for text comparison tasks. In *Visualization as Added Value in the Development, Use and Evaluation of Language Resources (VisLR)*, pages 29–32. European Language Resources Association, 2014.
- M. John, S. Koch, F. Heimerl, A. Müller, T. Ertl, and J. Kuhn. Interactive visual analysis of german poetics. In *International Conference on Digital*

- Humanities (DH)*. Alliance of Digital Humanities Organizations, 2015. URL <https://dh-abstracts.library.cmu.edu/works/2280>. [page 5]
- M. John, S. Lohmann, S. Koch, M. Wörner, and T. Ertl. Visual analysis of character and plot information extracted from narrative text. *Computer Vision, Imaging and Computer Graphics - Theory and Applications*, pages 220–241, 2016a. [page 5]
- M. John, S. Lohmann, S. Koch, M. Wörner, and T. Ertl. Visual analytics for narrative text - visualizing characters and their relationships as extracted from novels. In *Conference on Information Visualization Theory and Applications (IVAPP)*, pages 27–38. Scitepress, 2016b. [page 5]
- M. John, S. Koch, and T. Ertl. Uncertainty in visual text analysis in the context of the digital humanities. In *Designing for Uncertainty in HCI: When does Uncertainty Help?* ACM, 2017a.
- M. John, K. Kurzhals, S. Koch, and D. Weiskopf. A visual analytics approach for semantic multi-video annotation. In *Workshop on Visualization for the Digital Humanities (VIS4DH)*, volume 2. IEEE, 2017b. URL [https://www.informatik.uni-leipzig.de/~stjaenicke/vis4dh/Vis4DH2017\\_paper\\_5.pdf/](https://www.informatik.uni-leipzig.de/~stjaenicke/vis4dh/Vis4DH2017_paper_5.pdf/). [page 4]
- M. John, M. Bender, S. Alscher, A. Müller, S. Koch, J. Kuhn, S. Richter, A. Rapp, and T. Ertl. Korpuserschließung und Visualisierung deutschsprachiger Poetiken. In *Digital Humanities - Perspektiven der Praxis*, pages 100–116. Frank & Timme, 2018a.
- M. John, F. Heimerl, B.-A. Vu, and T. Ertl. Visual analysis and exploration of entity relations in document collections. In *Conference on Information Visualization Theory and Applications (IVAPP)*, pages 244–251. Scitepress, 2018b. [page 5]
- M. John, E. Marbach, S. Lohmann, F. Heimerl, and T. Ertl. MultiCloud: Interactive word cloud visualization for the analysis of multiple texts. In *Proceedings of Graphics Interface 2018*, pages 34 – 41. Canadian Human-Computer Communications Society / Société canadienne du dialogue humain-machine, 2018c. [page 5]
- M. John, M. Baumann, D. Schütz, S. Koch, and T. Ertl. A visual approach for the comparative analysis of character networks in narrative texts. In *Pacific Visualization Symposium (PacificVis)*, pages 41–48. IEEE, 2019a. [page 5]

- M. John, F. Heimerl, C. Sudra, and T. Ertl. Visual interactive comparison of part-of-speech models for domain adaptation. In *Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, pages 1570–1579, 2019b.
- M. John, K. Kurzhals, and T. Ertl. Visual exploration of topics in multimedia news corpora. In *International Conference on Information Visualisation (IV)*, pages 241–248. IEEE, 2019c. [page 5]
- M. John, C. Richter, S. Koch, A. Kuczera, and T. Ertl. Interactive visual exploration of the regesta imperii. In *International Conference on Digital Humanities (DH)*. Alliance of Digital Humanities Organizations, 2019d. URL <https://dh-abstracts.library.cmu.edu/works/3962>. [pages 6 and 19]
- B. Johnson and B. Shneiderman. Tree-maps: A space-filling approach to the visualization of hierarchical information structures. In *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, page 284–291. IEEE, 1991. [page 31]
- D. Jurafsky and J. H. Martin. *Speech and Language Processing (2nd Edition)*. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA, 2009. ISBN 0131873210. [page 14]
- O. Kaser and D. Lemire. Tag-cloud drawing: Algorithms for cloud visualization. In *WWW Workshop on Tagging and Metadata for Social Information Organization*, 2007. URL [https://www2007.org/workshops/paper\\_12.pdf](https://www2007.org/workshops/paper_12.pdf). [page 31]
- D. Keim and D. Oelke. Literature fingerprinting: A new method for visual literary analysis. In *Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST)*, pages 115–122. IEEE, 2007. [pages 33 and 82]
- D. Keim, F. Mansmann, J. Schneidewind, J. Thomas, and H. Ziegler. Visual Analytics: Scope and challenges. In *Visual Data Mining*, volume 4404 of *Lecture Notes in Computer Science*, chapter 6, pages 76–90. Springer, 2008. [pages vi, 12, and 13]
- D. Keim, J. Kohlhammer, G. Ellis, and F. Mansmann, editors. *Mastering The Information Age: Solving Problems with Visual Analytics*. Eurographics Association, 2010. ISBN 978-3-905673-77-7. [page 26]
- K. Kim, S. Ko, N. Elmqvist, and D. S. Ebert. WordBridge: Using composite tag clouds in node-link diagrams for visualizing content and relations in text corpora. In *Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, pages 1–8, 2011. [page 37]

- M. Kim, K. Kang, D. Park, J. Choo, and N. Elmqvist. TopicLens: Efficient multi-level visual topic exploration of large-scale document collections. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 23(1):151–160, 2016. [page 41]
- M. Kipp. Anvil: A universal video research tool. <https://www.anvil-software.org/>, zuletzt aufgerufen 18.06.2021, 2014. [page 44]
- L. F. Klein. Social network analysis and visualization in “the papers of thomas jefferson”. In *International Conference on Digital Humanities (DH)*. Alliance of Digital Humanities Organizations, 2012. URL <https://dh-abstracts.library.cmu.edu/works/1499>. [page 38]
- S. Koch. *Visual search and analysis of documents in the intellectual property domain*. PhD thesis, University of Stuttgart, 2012. [page 12]
- S. Koch, H. Bosch, M. Giereth, and T. Ertl. Iterative integration of visual insights during scalable patent search and analysis. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 17(5):557–569, May 2011. [page 31]
- S. Koch, M. John, M. Wörner, A. Müller, and T. Ertl. VarifocalReader – in-depth visual analysis of large text documents. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 20(12):1723–1732, 2014. [page 5]
- M. Krstajic, E. Bertini, and D. Keim. CloudLines: Compact display of event episodes in multiple time-series. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 17(12):2432–2439, 2011. [page 134]
- R. Krüger, D. Thom, M. Wörner, H. Bosch, and T. Ertl. TrajectoryLenses – a set-based filtering and exploration technique for long-term trajectory data. In *Computer Graphics Forum*, volume 32, pages 451–460. Eurographics Association and Blackwell Publishing Ltd., 2013. [page 40]
- J. Kuhn, A. Blessing, M. John, S. Koch, and T. Ertl. Reflected text analytics through interactive visualisation. In *Lingvis: Visual Analytics for Linguistics*, pages 100–116. De Gruyter, 2020. [pages 22 and 149]
- K. Kurzhals. *Visual analytics of eye-tracking and video data*. PhD thesis, University of Stuttgart, 2019. [page 45]
- K. Kurzhals, M. John, F. Heimerl, P. Kuznecov, and D. Weiskopf. Visual movie analytics. *Transactions on Multimedia*, 18(11):2149–2160, 2016. [pages 4 and 45]

- B. Lee, N. H. Riche, A. K. Karlson, and S. Carpendale. SparkClouds: Visualizing trends in tag clouds. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 16(6):1182–1189, 2010. [pages 30 and 31]
- W. Li and A. McCallum. Pachinko allocation: Dag-structured mixture models of topic correlations. In *International Conference on Machine Learning (ICML)*, pages 577–584. ACM, 2006. [page 135]
- Y. Li, S.-H. Lee, C.-H. Yeh, and C. C. J. Kuo. Techniques for movie content analysis and skimming: tutorial and overview on video abstraction techniques. *Signal Processing Magazine*, 23(2):79–89, 2006. [page 44]
- R. Lienhart, S. Pfeiffer, and W. Effelsberg. The moCA workbench: Support for creativity in movie content analysis. In *Conference on Multimedia Computing and Systems*, pages 314–321. IEEE, 1996. [page 44]
- A. Liu and Z. Yang. Watching, thinking, reacting: A human-centered framework for movie content analysis. *Digital Content Technology and its Applications (JDCTA)*, 4(5):23–37, 2010. [page 44]
- B. Liu. Opinion mining, sentiment analysis, and opinion spam detection. <https://www.cs.uic.edu/~liub/FBS/sentiment-analysis.html/lexicon>, zuletzt aufgerufen 18.06.2021, 2004. [page 96]
- S. Liu, M. X. Zhou, S. Pan, Y. Song, W. Qian, W. Cai, and X. Lian. TIARA: Interactive, topic-based visual text summarization and analysis. *Transactions on Intelligent Systems and Technology*, 3(2):25:1–25:28, 2012. [page 134]
- S. Liu, Y. Wu, E. Wei, M. Liu, and Y. Liu. Storyflow: Tracking the evolution of stories. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 19(12):2436–2445, 2013. [pages 34, 51, and 53]
- S. Lohmann, J. Ziegler, and L. Tetzlaff. Comparison of tag cloud layouts: Task-related performance and visual exploration. In *International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT)*, pages 392–404. Springer, 2009. [page 30]
- S. Lohmann, M. Burch, H. Schmauder, and D. Weiskopf. Visual analysis of microblog content using time-varying co-occurrence highlighting in tag clouds. In *International Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI)*, pages 753–756. ACM, 2012. [page 31]

- S. Lohmann, F. Heimerl, F. Bopp, M. Burch, and T. Ertl. ConcentriCloud: Word cloud visualization for multiple text documents. In *International Conference on Information Visualisation (IV)*, pages 114–120. IEEE, July 2015. [pages 32 and 125]
- H. Luo, J. Fan, J. Yang, W. Ribarsky, and S. Satoh. Exploring large-scale video news via interactive visualization. In *Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST)*, pages 75–82. IEEE, 2006. [page 133]
- A. M. MacEachren, A. Jaiswal, A. C. Robinson, S. Pezanowski, A. Saveliev, P. Mitra, X. Zhang, and J. Blanford. Senseplace2: Geotwitter analytics support for situational awareness. In *Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST)*, pages 181–190. IEEE, Oct 2011. [page 133]
- A. M. MacEachren, R. E. Roth, J. O’Brien, B. Li, D. Swingley, and M. Gahagan. Visual semiotics & uncertainty visualization: An empirical study. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(12):2496–2505, 2012. [page 152]
- C. D. Manning and H. Schütze. *Foundations of statistical natural language processing*. MIT Press, 1999. ISBN 0-262-13360-1. [page 159]
- C. D. Manning, M. Surdeanu, J. Bauer, J. Finkel, S. J. Bethard, and D. McClosky. The Stanford CoreNLP natural language processing toolkit. In *Association for Computational Linguistics (ACL) System Demonstrations*, pages 55–60, 2014. [pages 15, 66, 81, 96, 117, 135, and 159]
- M. P. Marcus, M. A. Marcinkiewicz, and B. Santorini. Building a large annotated corpus of english: The penn treebank. *Computational Linguistics*, 19(2):313–330, 1993. [pages 14 and 159]
- A. K. McCallum. Mallet: A machine learning for language toolkit (2002). <https://mallet.cs.umass.edu/>, zuletzt aufgerufen 18.06.2021, 2002. [page 135]
- H. Melville. *Moby-Dick*. Richard Bente, 1851. [pages 163 and 168]
- D. Mimno, W. Li, and A. McCallum. Mixtures of hierarchical topics with pachinko allocation. In *International Conference on Machine Learning (ICML)*, pages 633–640. ACM, 2007. [page 135]
- F. Moretti. *Graphs, maps, trees: abstract models for a literary history*. Verso, 2005. [page 19]



- S. Mori, H. Nishida, and H. Yamada. *Optical character recognition*. John Wiley & Sons, Inc., 1999. [page 150]
- A. Müller, M. John, S. Koch, T. Ertl, and J. Kuhn. Erkennung und Visualisierung attribuerter Phrasen in Poetiken. In *Conference on Digital Humanities im deutschsprachigen Raum (DHd)*, pages 166–171. Alliance of Digital Humanities Organizations, 2015. [page 22]
- R. Munroe. Movie narrative charts. <http://xkcd.com/657/>, zuletzt aufgerufen am 18.06.2021, 2009. [page 34]
- W. S. Noble. What is a support vector machine? *Nature biotechnology*, 24(12):1565, 2006. [page 153]
- C. North. Toward measuring visualization insight. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 26(3):6–9, May 2006. [page 12]
- D. Oelke, D. Spretke, A. Stoffel, and D. A. Keim. Visual readability analysis: How to make your writings easier to read. In *Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST)*, pages 123–130. IEEE, 2010. [page 62]
- D. Oelke, H. Janetzko, S. Simon, K. Neuhaus, and D. Keim. Visual boosting in pixel-based visualizations. *Computer Graphics Forum*, 30(3):871–880, 2011. [page 34]
- D. Oelke, D. Kokkinakis, and D. A. Keim. Fingerprint matrices: Uncovering the dynamics of social networks in prose literature. In *Computer Graphics Forum*, volume 32, pages 371–380. Eurographics Association and Blackwell Publishing Ltd., 2013. [pages 33 and 38]
- J. A. Perez-Ortiz and M. L. Forcada. Part-of-speech tagging with recurrent neural networks. In *International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN)*, pages 1588–1592. IEEE, 2001. [page 14]
- P. Pirolli and S. Card. The sensemaking process and leverage points for analyst technology as identified through cognitive task analysis. In *International Conference on Intelligence Analysis*, volume 5, pages 2–4, 2005. [page 13]
- C. Plaisant, J. Rose, B. Yu, L. Auvil, M. G. Kirschenbaum, M. N. Smith, T. Clement, and G. Lord. Exploring erotics in Emily Dickinson’s correspondence with text mining and visual interfaces. In *Proceedings of the 6th ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries, JCDL ’06*, pages 141–150. ACM, 2006. ISBN 1-59593-354-9. [page 81]

- A. Pope et al. *The Iliad of Homer*. Belford, Clarke, 1884. [page 63]
- S. Ramsay. *Reading machines: Toward an algorithmic criticism*. University of Illinois Press, 2011. [page 17]
- R. Rao and S. K. Card. The table lens: merging graphical and symbolic representations in an interactive focus+ context visualization for tabular information. In *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 318–322. ACM, 1994. [page 101]
- F. Reitz. A framework for an ego-centered and time-aware visualization of relations in arbitrary data repositories. *Computing Research Repository (CoRR)*, 2010. [page 36]
- S. Richter. *A History of Poetics: German Scholarly Aesthetics and Poetics in International Context, 1770-1960*. De Gruyter, 2010. ISBN 9783110222456. [page 17]
- A. W. Rivadeneira, D. M. Gruen, M. J. Muller, and D. R. Millen. Getting our head in the clouds: toward evaluation studies of tagclouds. In *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, pages 995–998. ACM, 2007. [page 30]
- G. Robertson, S. K. Card, and J. D. Mackinlay. The cognitive coprocessor architecture for interactive user interfaces. In *Proceedings of the 2nd annual ACM SIGGRAPH symposium on User interface software and technology*, pages 10–18. ACM, 1989. [page 10]
- Y. Rochat. *Character networks and centrality*. PhD thesis, University of Lausanne, 2014. [page 37]
- C. Rohrdantz, S. Koch, C. Jochim, G. Heyer, G. Scheuermann, T. Ertl, H. Schütze, and D. A. Keim. Visuelle Textanalyse. *Informatik-Spektrum*, 33(6):601–611, 2010. [page 20]
- J. K. Rowling. *Harry Potter Saga*. Bloomsbury publishing, 2007. [pages 87, 105, 122, and 146]
- J. Ruppenhofer, M. Ellsworth, M. R. Petruck, C. R. Johnson, and J. Scheffczyk. Framenet ii: Extended theory and practice. International Computer Science Institute, Berkeley, CA, 2006. [page 15]
- J. Sang and C. Xu. Character-based movie summarization. In *International Conference on Multimedia*, pages 855–858. ACM, 2010. [page 44]

- H. Schmid. TreeTagger - a part-of-speech tagger for many languages. <https://www.cis.uni-muenchen.de/~schmid/tools/TreeTagger/>, zuletzt aufgerufen 18.06.2021, 1994. [page 159]
- D. Schmidt and R. Colomb. A data structure for representing multi-version texts online. *International Journal of Human-Computer Studies*, 67(6): 497–514, 2009. [page 39]
- K. Schoeffmann, M. A. Hudelist, and J. Huber. Video interaction tools: A survey of recent work. *Computing Surveys*, pages 14:1–14:34, 2015. [page 133]
- W. Shakespeare. *The Tragedy of Macbeth*. Ed. Nicholas Brooke. London: Oxford UP, 1606. [pages 159 and 160]
- J. Sinclair and M. Cardew-Hall. The folksonomy tag cloud: when is it useful? *Journal of Information Science*, 34(1):15–29, 2008. [page 30]
- A. Slingsby, J. Dykes, and J. Wood. Exploring uncertainty in geodemographics with interactive graphics. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 17(12):2545–2554, 2011. [page 152]
- E. Staiger. *Grundbegriffe der Poetik*. Atlantis Verlag Zürich, 1946. [pages 66 and 154]
- StanfordCore NLP Pipeline. Introduction to pipelines. <https://stanfordnlp.github.io/CoreNLP/pipelines.html>, zuletzt aufgerufen 18.06.2021, 2014. [page 13]
- J. Stasko, C. Görg, and Z. Liu. Jigsaw: Supporting investigative analysis through interactive visualization. *Information Visualization*, 7(2):118–132, 2008. [pages 38, 62, and 79]
- Tagxedo. Word cloud with styles. <http://www.tagxedo.com>, zuletzt aufgerufen 18.06.2021, 2016. [page 30]
- Y. Tanahashi and K.-L. Ma. Design considerations for optimizing storyline visualizations. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 18(12):2679–2688, 2012. [page 34]
- M. Tapaswi, M. Bauml, and R. Stiefelhagen. StoryGraphs: Visualizing character interactions as a timeline. In *The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pages 827–834, June 2014. [page 34]

- J. Thomas and J. Kielman. Challenges for visual analytics. *Information Visualization*, 8(4):309–314, 2009. [page 11]
- J. J. Thomas and K. A. Cook. *Illuminating the path*. IEEE, 2005. ISBN 0769523234. [page 11]
- Thomisticus. Index thomisticus. <http://www.corpusthomisticum.org/>, zuletzt aufgerufen 18.06.2021, 2005. [page 16]
- J. R. R. Tolkien. *The Lord of the Rings*. Allen & Unwin London, 1954. [page 125]
- J. R. R. Tolkien. *The Hobbit*. Houghton Mifflin Harcourt, 2012. [page 89]
- C. Tominski, S. Gladisch, U. Kister, R. Dachsel, and H. Schumann. A survey on interactive lenses in visualization. In R. Borgo, R. Maciejewski, and I. Viola, editors, *EuroVis State-of-the-Art Reports*, pages 43–62. The Eurographics Association, 2014. [page 40]
- P. Trilcke, F. Fischer, and D. Kampkaspar. Digital network analysis of dramatic texts. In *International Conference on Digital Humanities (DH)*. Alliance of Digital Humanities Organizations, 2015. URL <https://dh2016.adho.org/abstracts/360>. [page 38]
- B. T. Truong and S. Venkatesh. Video abstraction: A systematic review and classification. *Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, 3(1):(3)1–37, 2007. [page 44]
- E. R. Tufte. *The visual display of quantitative information*, volume 2. Graphics press Cheshire, CT, 1986. [page 10]
- L. van der Maaten and G. Hinton. Visualizing data using t-SNE. *Journal of Machine Learning Research*, 9:2579–2605, 2008. [page 40]
- J. Verne. *Around the world in eighty days*. Oxford Paperbacks, 1999. [page 81]
- F. B. Viegas, M. Wattenberg, F. van Ham, J. Kriss, and M. McKeon. ManyEyes: a site for visualization at internet scale. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 13(6):1121–1128, 2007. [page 32]
- W. von Eschenbach. *Parzival*. Walter de Gruyter, 2003. [pages 18, 107, and 128]
- J. W. von Goethe. *Die Leiden des jungen Werthers*. Weygand, 1774. [page 18]

- T. Von Landesberger, A. Kuijper, T. Schreck, J. Kohlhammer, J. J. van Wijk, J.-D. Fekete, and D. W. Fellner. Visual analysis of large graphs: state-of-the-art and future research challenges. *Computer Graphics Forum*, 30(6):1719–1749, 2011. [page 35]
- R. Vuillemot, T. Clement, C. Plaisant, and A. Kumar. What’s being said near “Martha”? Exploring named entities in literary text collections. In *Symposium on Visual Analytics Science and Technology (VAST)*, pages 107–114. IEEE, 2009. [pages 31 and 38]
- H. D. Wactlar. The challenges of continuous capture, contemporaneous analysis and customized summarization of video content. In *Workshop on Defining a Motion Imagery Research and Development Program*, 2001. URL <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.469.3777&rep=rep1&type=pdf>. [page 44]
- Y. Wang, X. Chu, C. Bao, L. Zhu, O. Deussen, B. Chen, and M. Sedlmair. EdWordle: Consistency-preserving word cloud editing. *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 24(1):647–656, 2018. [page 31]
- C. Ware. *Information Visualization: Perception for Design*. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, USA, 3rd edition, 2012. ISBN 9780123814647, 9780123814654. [page 11]
- M. Wattenberg. Arc diagrams: Visualizing structure in strings. In *Symposium on Information Visualization (InfoVis)*, pages 110–116. IEEE, 2002. [page 38]
- J. A. Wise, J. J. Thomas, K. Pennock, D. Lantrip, M. Pottier, A. Schur, and V. Crow. Visualizing the non-visual: spatial analysis and interaction with information from text documents. In *Symposium on Information Visualization (InfoVis)*, pages 51–58. IEEE, Oct 1995. [page 62]
- L. Wissler, M. Almashraee, D. M. Díaz, and A. Paschke. The gold standard in corpus annotation. In *Germany Student Conference (GSC)*. IEEE, 2014. [page 157]
- S. Wold, K. Esbensen, and P. Geladi. Principal component analysis. *Chemometrics and intelligent laboratory systems*, 2(1-3):37–52, 1987. [page 40]
- P. C. Wong and J. Thomas. Visual analytics. *Computer Graphics and Applications*, 24(5):20–21, Sept 2004. [page 11]
- Wordle. Beautiful word clouds. <http://www.wordle.net>, zuletzt aufgerufen 18.06.2021, 2014. [pages 30 and 31]

M. Wörner and T. Ertl. SmoothScroll: A multi-scale, multi-layer slider. *Computer Vision, Imaging and Computer Graphics - Theory and Applications*, 274:142–154, 2013. [pages 63 and 64]

XKCD. Tcomic book narrative charts. [https://csclub.uwaterloo.ca/~n2iskand/?page\\_id=13/](https://csclub.uwaterloo.ca/~n2iskand/?page_id=13/), zuletzt aufgerufen 18.06.2021, 2019. [page 85]

J. S. Yi, N. Elmqvist, and S. Lee. TimeMatrix: Analyzing temporal social networks using interactive matrix-based visualizations. *Human-Computer Interaction*, 26(11-12):1031–1051, 2010. [page 37]