Perspektiven der automatischen Texterfassung als Grundlage wissenschaftlicher Editionen

am Beispiel der Brief- und Schriftenausgabe der Bernd Alois Zimmermann-Gesamtausgabe

Matthias Boenig & Kay-Michael Würzner
{boenig|wuerzner}@bbaw.de

Geisteswissenschaftliche Forschungsdaten.
Methoden zur digitalen Erfassung, Aufbereitung und Präsentation
19. Oktober 2017

Übersicht

- Einleitung
  - die Bernd Alois Zimmermann-Gesamtausgabe
  - Motivation
  - automatische Texterfassung
- Workflowbeschreibung
  - Bildvorverarbeitung
  - Layoutanalyse
  - Zeichenerkennung
  - Textbearbeitung
- Perspektiven
  - Volltextverbesserung
  - OCR-D
  - Editionsunterstützung

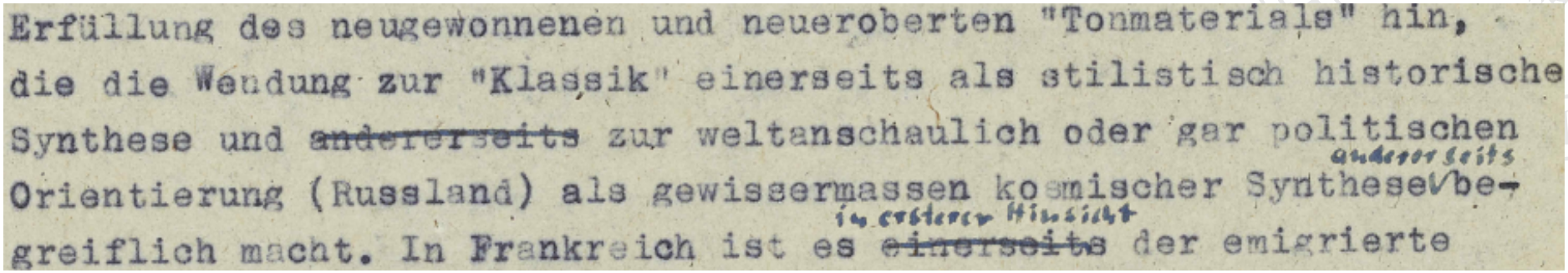
Einleitung

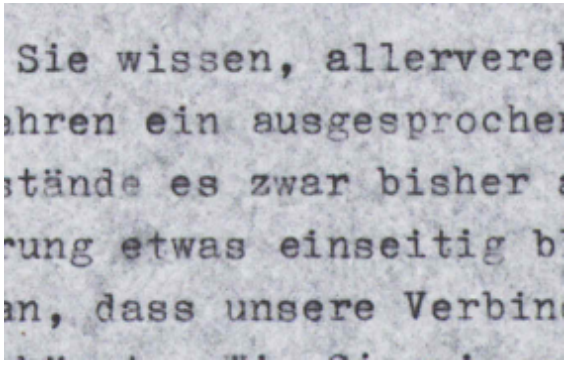
Die Bernd Alois Zimmermann-Gesamtausgabe

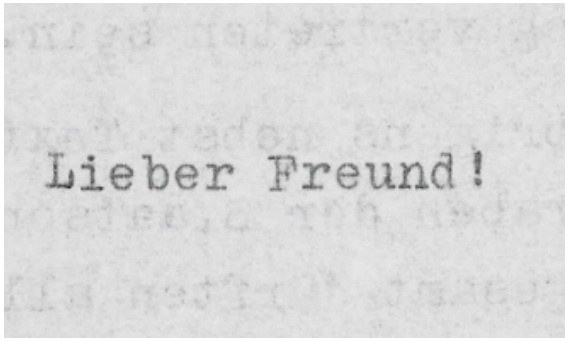
- gemeinsames **Langzeitvorhaben** der Akademien in Mainz und Berlin
- jüngste musikwissenschaftliche Gesamtausgabe
- Ziele:
  - Edition der Kompositionen
  - Herausgabe der **Schriften** und **repräsentativer Teile** der Korrespondenz („Spiegel der breiteren Debattengeschichte der zweiten Hälfte des 20. Jh.“)
- Anwendung computergestützter Methoden bei **Erfassung** und Auswertung
- bisher ca. 6000 Objektseiten in der Abteilung Schriften und Briefe digitalisiert

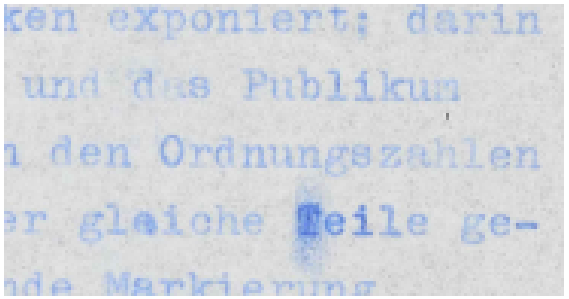
Die Bernd Alois Zimmermann-Gesamtausgabe

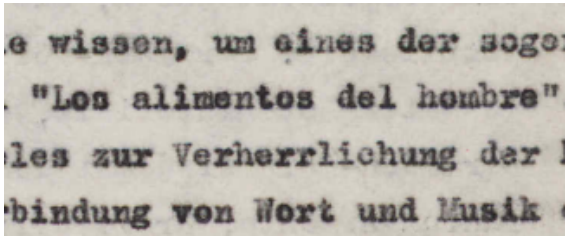
Beispiele:


Erfüllung des neugewonnenen und neueroberten "Tonmaterials" hin,
die die Wendung zur "Klassik" einerseits als stilistisch historische
Synthese und ~~andererseits~~ zur weltanschaulich oder gar politischen
Orientierung (Russland) als gewissermassen kosmischer Synthese ~~be-~~
greiflich macht. In Frankreich ist es ~~einerseits~~ der emigrierte


Sie wissen, allerverel
ahren ein ausgesproche
stände es zwar bisher
rung etwas einseitig b
an, dass unsere Verbin


Lieber Freund!


ken exponiert; darin
und das Publikum
den Ordnungszahlen
er gleiche Teile ge-
nde Markierung


e wissen, um eines der soge
"Los alimentos del hombre"
les zur Verherrlichung der
bindung von Wort und Musik

Motivation

- **Pilotstudie** zum Einsatz von automatischer Texterfassung zur Editionsvorbereitung
- Kooperation der Bernd Alois Zimmermann-Gesamtausgabe mit OCR-D (DFG-Koordinationsprojekt zur Verbesserung von OCR-Verfahren)
- Fragestellungen:
  1. Vorteile grundständig **manueller Erfassung vs. automatischer Erfassung** mit anschließender Expertenbearbeitung
  2. **Einfluss** der opportunistischen Texterfassung (vs. vorausgehender gezielter Textauswahl) **auf den Editionsprozess**

Automatische Texterfassung

- Textquellen mehrheitlich nicht in *digitaler* Form verfügbar
  - historische Bücher, Zeitungen und andere Druckerzeugnisse
  - handgeschriebene Manuskripte und Briefe
- Bewahrung/Konservierung durch Scan oder Foto
  - Bilder sind **kein Text**

  ⇒ Textsuche oder quantitative Auswertung nicht möglich
- Automatische Erfassung von **Text** in Bildern (aka. **O**ptical **C**haracter **R**ecognition)
- Automatische Erfassung des **Layouts** in Bildern (aka. **O**ptical **L**ayout **R**ecognition)

"All the News That's Fit to Print."

The New York Times.

THE WEATHER

NEW YORK, MONDAY, NOVEMBER 11, 1918. TWENTY-FOUR PAGES.

ARMISTICE SIGNED, END OF THE WAR!
BERLIN SEIZED BY REVOLUTIONISTS;
NEW CHANCELLOR BEGS FOR ORDER;
OUSTED KAISER FLEES TO HOLLAND

SON FLEES WITH EX-KAISER

Hindenburg Also Believed to be Among Those in His Party.

ALL ARE HEAVILY ARMED

Automobiles Bristle with Rifles as Fugitives Arrive at Dutch Frontier.

ON THEIR WAY TO DE STEEG

Belgians Yell to Them, "Are You On Your Way to Paris?"

Kaiser Fought Hindenburg's Call for Abdication; Failed to Get Army's Support in Keeping Throne

By GEORGE SEWELL

BERLIN TROOPS JOIN REVOLT

Reds Shell Building in Which Officers Vainly Resist.

THRONES DEMAND REPUBLIC

Revolutionary Flag on Royal Palace—Crown Prince's Palace Also Seized.

GENERAL STRIKE IS BEGUN

Burgomaster and Police Submit—War Office Now Under Socialist Control.

Socialist Chancellor Appeals to All Germans To Help Him Save Fatherland From Anarchy

WAR ENDS AT 6 O'CLOCK THIS MORNING

The State Department in Washington Made the Announcement at 2:45 o'Clock.

ARMISTICE WAS SIGNED IN FRANCE AT MIDNIGHT

Terms Include Withdrawal from Alsace-Lorraine, Disarming and Demobilization of Army and Navy, and Occupation of Strategic Naval and Military Points.

By The Associated Press.

WASHINGTON, Monday, Nov. 11, 2:45 A. M.—The armistice between Germany, on the one hand, and the allied Governments and the United States, on the other, has been signed.

The State Department announced at 2:45 o'clock this morning that Germany had signed.

The department's announcement simply said: "The armistice has been signed."

The world war will end this morning at 6 o'clock, Washington time, 11 o'clock Paris time.

The armistice was signed by the German representatives at midnight.

This announcement was made by the State Department at 2:50 o'clock this morning.

The announcement was made verbally by an official of the State Department in this form:

"The armistice has been signed. It was signed at 5 o'clock A. M., Paris time, [midnight, New York time,] and hostilities will cease at 11 o'clock this morning, Paris time, [6 o'clock, New York time.]

The terms of the armistice, it was announced, will not be made public until later. Military men here, however, regard it as certain that they include:

Immediate retirement of the German military forces from France, Belgium, and Alsace-Lorraine.

Disarming and demobilization of the German armies.

Occupation by the allied and American forces of such strategic points in Germany as will make impossible a renewal of hostilities.

Delivery of part of the German High Seas Fleet and a certain number of submarines to the allied and American naval forces.

Disarmament of all other German warships

GERMAN DYNASTIES BEING WIPED OUT

King of Wuerttemberg Abdicates—Sovereign of Saxony to Follow Suit.

PRINCES MAY BE EXILED

Socialists Are Demanding That Every Sovereign in the Empire Shall Be Dethroned.

MORE WARSHIPS JOIN THE REDS

Four Dreadnoughts in Kiel Harbor for Expense Its Revolutionary Cause.

GUARDSHIPS ALSO GO OVER

Those Protecting Mines in the Great Belt and the Baltic Abandon Their Posts.

Kaiser Skimmed as He Signed Abdication

Workflowbeschreibung

Übersicht

- Ziel: Definition und Implementierung eines Workflows
  - möglichst **Open Source**
  - möglichst ohne Programmierkenntnisse einsetzbar
  - **lokal** installierbar
  - Textergebnis als **Grundlage einer Edition** verwendbar
- Komponenten
  - Bildvorverarbeitung
  - Layoutanalyse
  - Zeichenerkennung
  - Textbearbeitung

Übersicht


Bild
Bildoptimierung
Zuschnitt
Bitonalisierung
Bereinigung
Begradigung
Layouterkennung
automatisches Zoning
manuelle Korrektur und Ergänzung
Zeichenerkennung
Tesseract
FineReader
Vereinigung
Ground-Truth-Daten
Text
Forschungsdaten
Edition

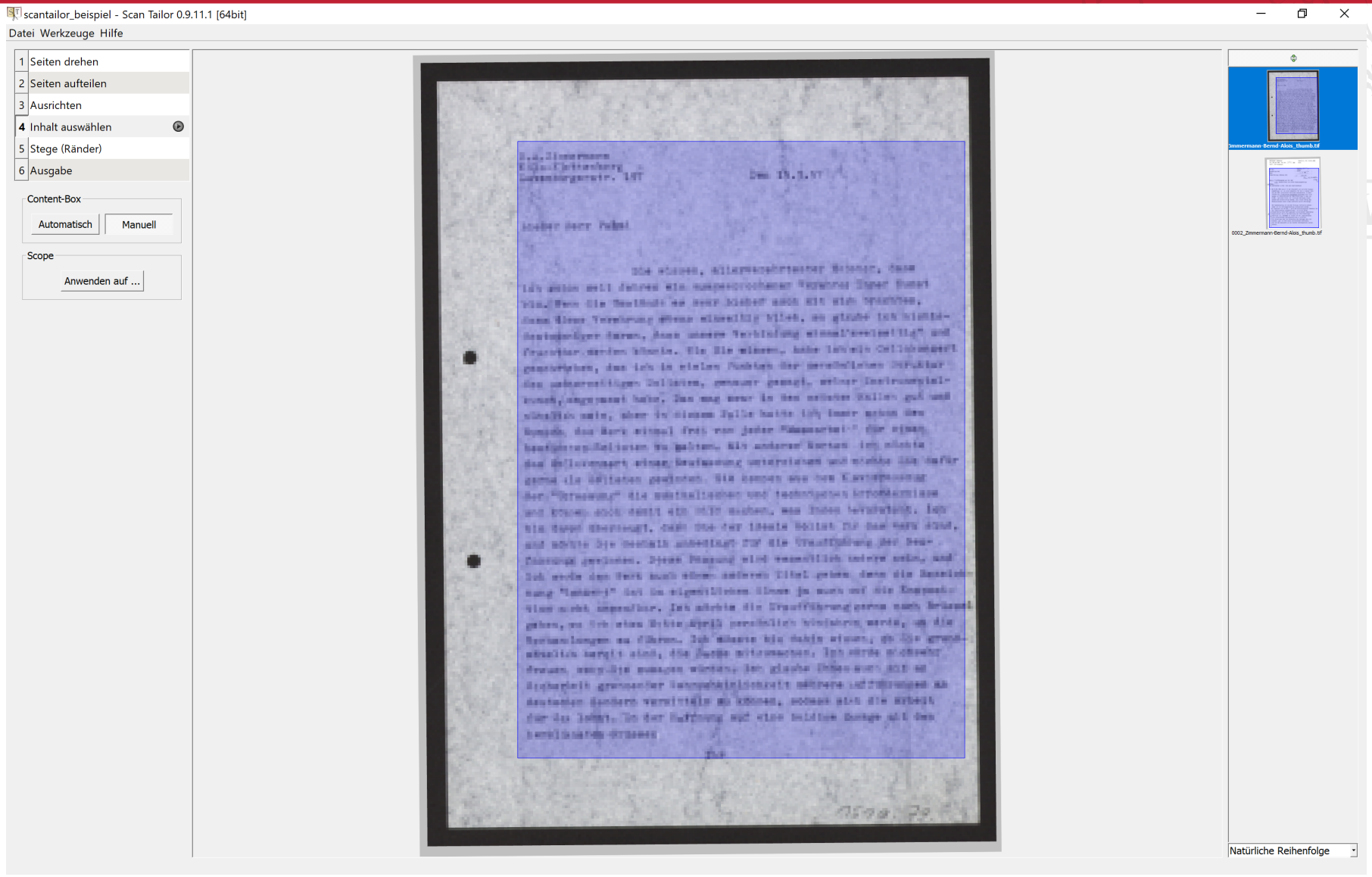
Bildvorverarbeitung

- Prozesse zur bestmöglichen Vorbereitung der Digitalisate für OLR und OCR
  - **Cropping:** Beschneidung des Digitalisats auf den Druckbereich
  - **Deskewing:** Rotation des Digitalisats zur Begradigung von Schrägstellungen
  - **Binarization:** Binäre Kodierung der Pixel (bedruckte Bereiche schwarz, nicht-bedruckte Bereiche weiß)
  - **Despeckling:** Entfernung von Bildartefakten (Verschmutzungen, sichtbare Papiermaserung etc.)
  - **Dewarping:** Begradigung von Wellen auf Zeilenebene
- starker Einfluss auf die Erkennungsqualität
- besondere Relevanz für historische Vorlagen

Bildvorverarbeitung: ScanTailor

- umfassendes, frei verfügbares Werkzeug
  `https://github.com/scantailor/scantailor`
  + graphische Benutzerschnittstelle (GUI)
  + Kommandozeileninterface (CLI)
  - keine Programmierschnittstelle (API)
- weitgehend **automatisiert**
- erlaubt Stapelverarbeitung
- manuelle Korrektur möglich

Bildvorverarbeitung: ScanTailor



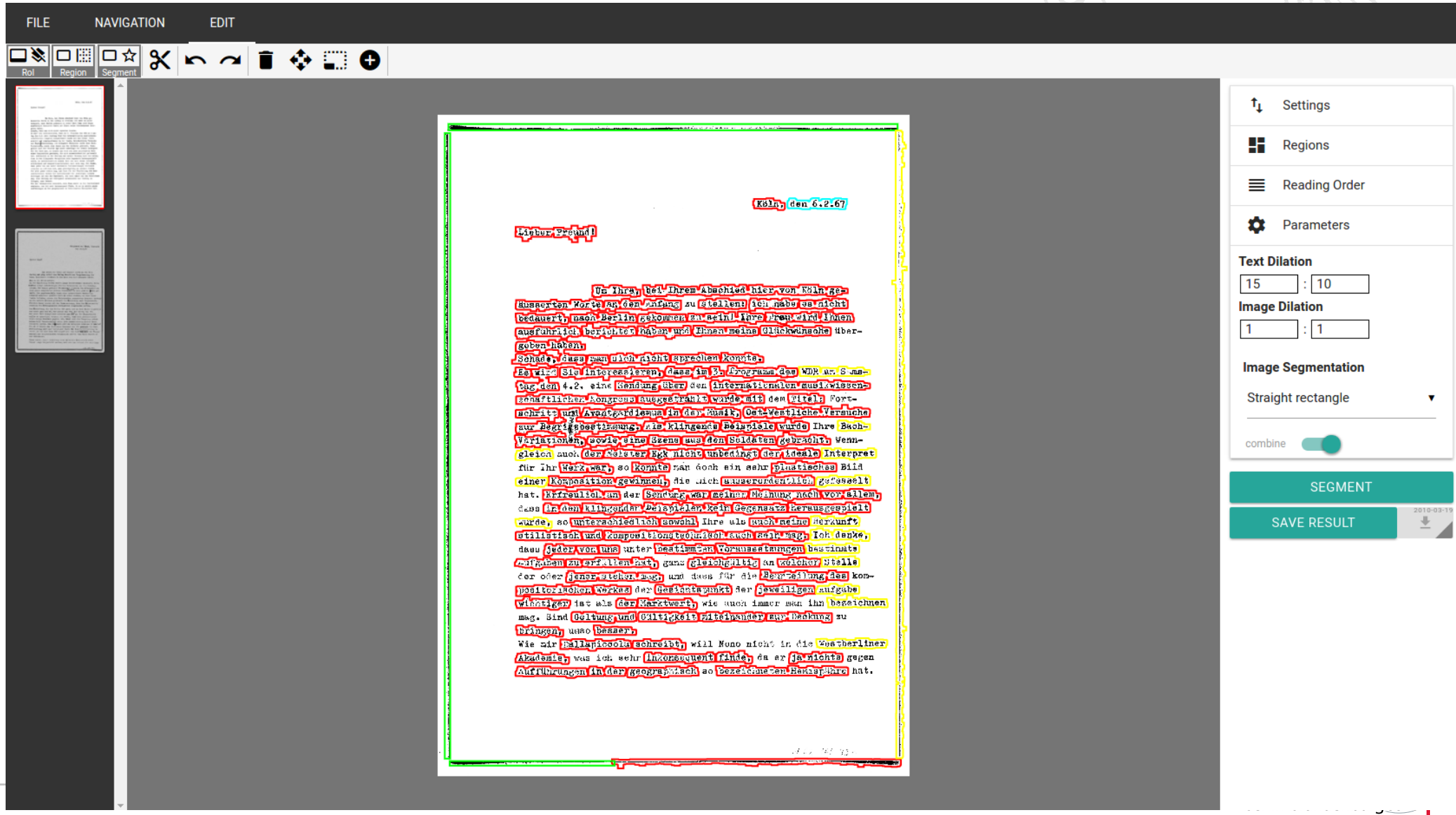
Layoutanalyse

- Prozesse zur Erkennung der Struktur auf Seiten- und Dokumentebene
  - **Page Segmentation:** Lokalisierung von zusammenhängenden Text- und Nichttextbereichen
  - **Region Classification:** Typisierung von Textbereichen
  - **Line/Character Splitting:** Lokalisierung der einzelnen Zeilen/Zeichen
  - **Document Analysis:** Konstruktion der logischen Dokumentstruktur (METS!)
- entscheidend für die korrekte **Rekonstruktion des Textflusses** und damit für maschinelle Auswertungen

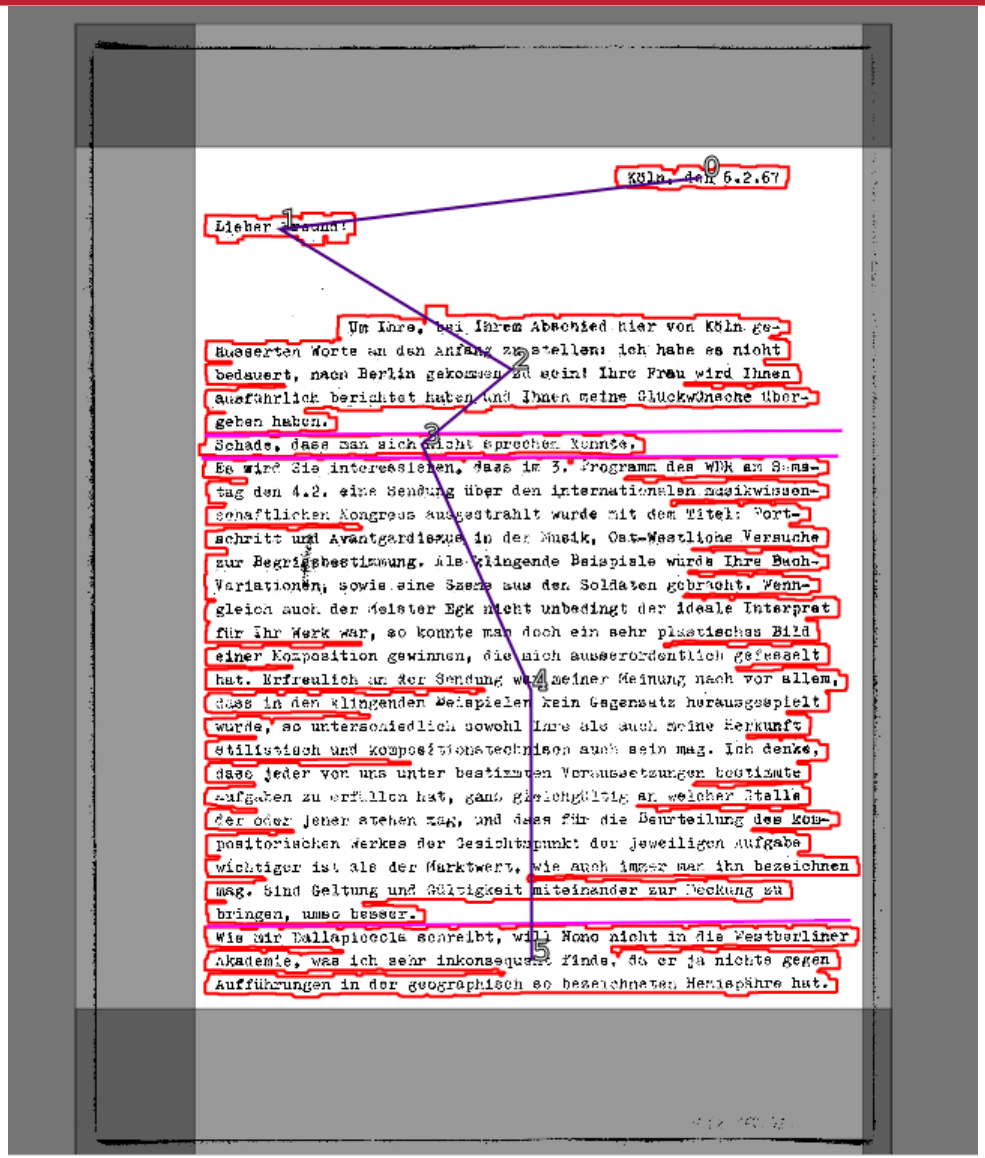
Layoutanalyse: LAREX

- umfassendes, frei verfügbares Werkzeug
  `https://github.com/chreul/LAREX`
  + graphische Benutzerschnittstelle (GUI)
  - Kommandozeileninterface (CLI)
  - keine Programmierschnittstelle (API)
- teilweise **automatisiert**
- erlaubt Stapelverarbeitung
- manuelle Korrektur **nötig**

Bildvorverarbeitung: LAREX



Bildvorverarbeitung: LAREX



Zeichenerkennung

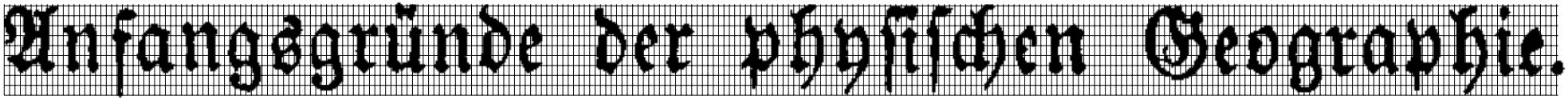
- Kernkomponente der OCR
- Genauigkeit beeinflusst vom Typ des zugrundeliegenden **Algorithmus** und vom eingesetzten **Modell**
- aktuell Paradigmenwechsel: **zeichenorientiert** → **zeilenorientiert**
  - **Deep learning:** Tiefe (i.e. vielschichtige) neuronale Netzwerke zur Sequenzklassifizierung *(Hochreiter und Schmidhuber 1997)*
  - wesentlich weniger anfällig für **Zeichenvarianz**
  - eingebautes **Sprachmodell**
- auch schwierige historische Vorlagen in „OCR-Reichweite“ *(Springmann 2016)*

Zeilenorientierte Zeichenerkennung

- Bearbeitungsebene sind **Glyphensequenzen**

  Skalierung: einheitliche Höhe für alle Textzeilen

  Merkmalsextraktion: fixe Anzahl horizontaler Zeilen, variable Anzahl vertikaler Spalten:
  Textzeilen als binärwertige Vektoren



- kontextabhängige (i.e. *Übergangswahrscheinlichkeiten*) Erkennung (größere Mengen an Trainingsmaterial nötig als bei zeichenorientierten Verfahren)
- Zeilenerkennung als notwendiger Vorverarbeitungsschritt
- Glyphenlokalisierung geschieht en passant
- Einsatz neuronaler Netze für den Klassifizierungsschritt

Zeichenerkennung: Textvereinigung

- Prozesse zur **Vereinigung** verschiedener OCR-Ergebnisse **in einen Volltext**
- Fehler auch bei „optimaler“ Vorverarbeitung und Verwendung spezifischer Modelle
- **unterschiedliche Engines** bzw. Modelle haben **unterschiedliche Stärken** und machen unterschiedliche Fehler
- Idee: **Extraktion** korrekt erkannter Textbestandteile **aus mehreren OCR-Durchgängen** *(Handley 1998)*
- Vorteil: Integration vorhandener OCR ebenfalls möglich
- **Reduktion** der Anzahl der falsch erkannten Zeichen um 14 % erzielt *(Boenig et al. 2016)*

Zeichenerkennung: Werkzeuge

- ABBYY `FineReader`
  - kommerzielle Software, kaum Adaptionsmöglichkeiten
  - „Platzhirsch“: großflächiger Einsatz z.B. in Bibliotheken
  - GUI mit Möglichkeit der Stapelverarbeitung
- `Tesseract` *(Smith 2007)*
  - Open-Source-Software mit großer Entwicklercommunity
  - Integration zeilenorientierter Erkennung in Version 4
  - CLI und API mit weitreichenden Adaptionsmöglichkeiten
- `OCRMerger` *(Boenig et al. 2016)*
  - Eigenentwicklung
  - Textvereinigung auf Basis von `diff`
  - Konfliktauflösung mit Hilfe von *Ground Truth*

Zeichenerkennung: Ergebnisse

Evaluation anhand dreier manuell transkribierter Briefe

	FineReader		Tesseract		Merged
errors	302		297		188
missing	74		0		0
total	5856		5856		5856
err	5,157 %		5,072 %		3,210 %
errnomiss	3,893 %		5,072 %		3,210 %
11	s z	19	, .	9	, .
10	¬ -	4	m n	5	_
6	o e	3	s _	4	¬ -
5	« .	3	. _	4	s z
5	* .	3	z g	3	o e

Reduktion der Zeichenfehler um ca. 37 %.

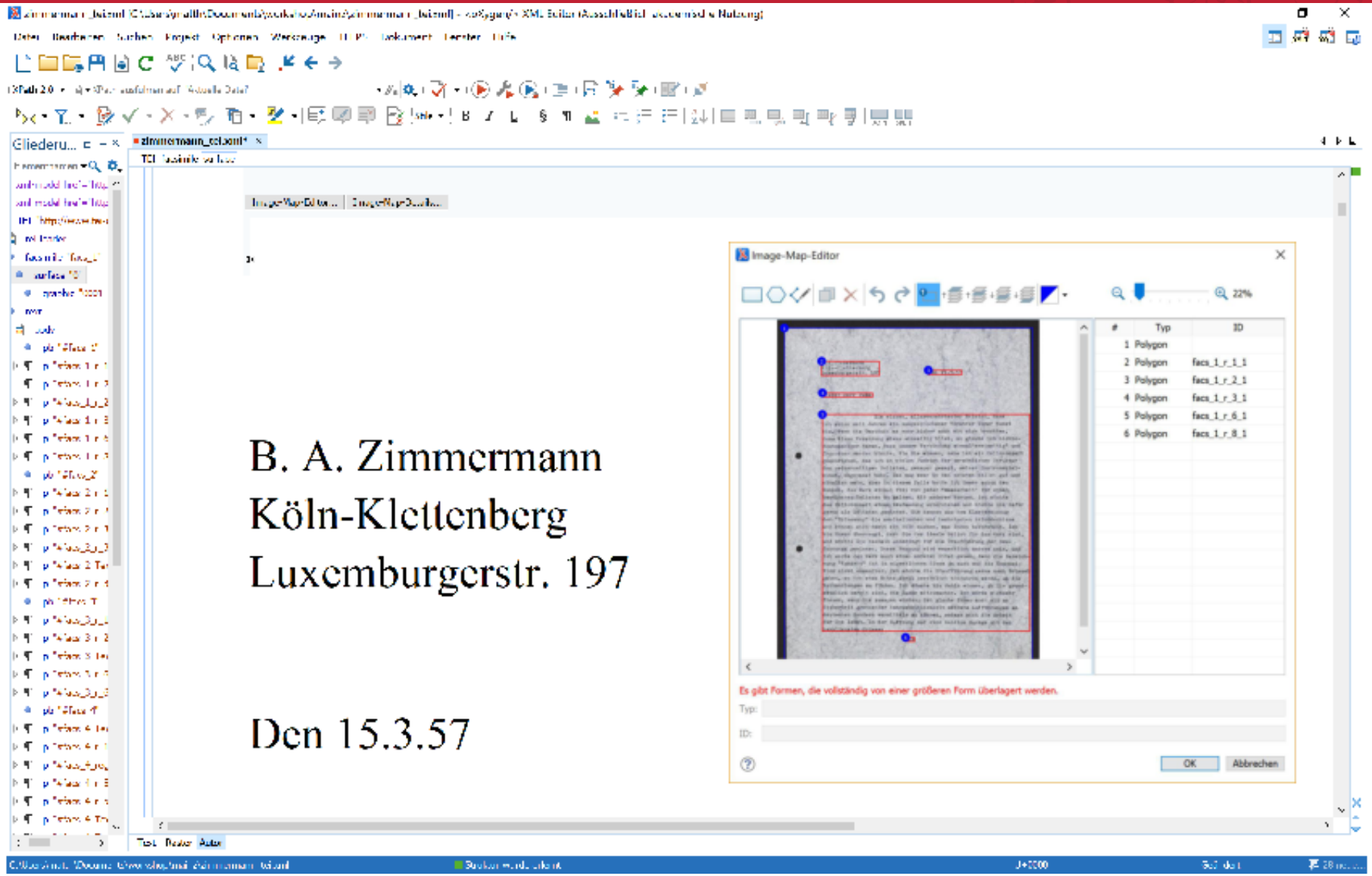
Textbearbeitung

- kritische **Textauswahl**
- Korrektur und tiefere **Erschließung**
  - Basis: Text-Bild-Ansicht
  - Auszeichnung von Personen, Orten, Querverweisen etc.
  - Erläuterungen und Anmerkungen zu spezifischen Sachverhalten und wissenschaftlichen Fragestellungen
- Transformation in spezifisches **Editionsformat**
  - Idealfall: nachnutzbares Standardformat (z.B. DTABf)
  - Normalfall: Verlagsvorgaben

Textbearbeitung: Oxygen

- kommerzieller `XML-Editor`
  - Marktführer mit großer Verbreitung (vgl. `ediarum`)
  - weitgehende Anpassungsmöglichkeiten
  - plattformübergreifend
- **Unterstützung** des Editionsprozesses durch **Text-Bild-Ansicht** unter Einbeziehung struktureller Annotationen
- **Operationalisierung** des Editionsprozesses
  - spezielle Frameworks
  - Transformationsszenarien
  - Einbindung spezieller Schematronregeln

Textbearbeitung: Oxygen



Perspektiven

Volltextverbesserung

- bisher kein spezifisches Modelltraining
  - „echtes“ Trainingsmaterial aus manuell erfassten Dokumenten
  - synthetisches Trainingsmaterial aus Text + Computerfont
- bisher kein spezifisches „Zimmermann-Vokabular“
  - genauere Zielhypothese bei der Textvereinigung
- bisher keine OCR-Nachkorrektur
  - `PoCoTo` *(Vobl et al. 2014)*
- bisher keine Voting-Verfahren
  - OCRopus als mögliche weitere OCR-Option *(Breuel 2008)*

OCR-D: Überblick

- **DFG-Initiative** zur Verbesserung von OCR-Methoden für historische Drucke, insbesondere für die Volltextdigitalisierung aller in den *Verzeichnissen der im deutschen Sprachraum erschienen Drucke* (VD16, VD17, VD18) nachgewiesenen Exemplare
- **Koordinationsprojekt** an der Herzog-August Bibliothek Wolfenbüttel, der Staatsbibliothek Berlin, dem Karlsruher Institut für Technologie und der BBAW → Implementierung einer Ausschreibung für methodische Projekte auf allen Ebenen eines optimierten OCR-Workflows
  - Bildvorverarbeitung
  - Layoutanalyse
  - Texterkennung/-optimierung
  - Modelltraining
  - Langzeitarchivierung
  - Qualitätssicherung

OCR-D: Projektprämissen

- **Lückenschluss** zwischen Forschung und Praxis
  - Transfer der Forschungsergebnisse
  - zugängliche und nachnutzbare Implementierungen
- **Methodenpluralismus**
  - insbesondere bei schwierigen Vorlagen: **kein** bester Algorithmus
  - Implementierung möglichst **vieler Ansätze** samt „Auswahlmechanismus“
- konsequent **Open Source**
  - Veröffentlichung des Quellcodes **und**
  - Anschluss an vorhandene Communities

Editionsunterstützung

- Text
  - Erfassung **großer Textmengen**
  - **kontinuierliche** Erfassung innerhalb des Förderungszeitraums (on Demand)
  - **geringe Kosten** nach Einrichtung des Workflows (Modelltraining, Framework)
- Forschungsdaten
  - Erfassung der Primärdaten **ohne Vorauswahl**
  - Erschließung der Texte durch **computerlinguistische Methoden**
  - schreibweisentolerante Suche
  - quantitative Datenanalyse
- Edition
  - Auswahl spezifischer und repräsentativer Korrespondenzbestandteile
  - **Aufwertung** durch die große Menge der zur Verfügung stehenden Forschungsdaten
  - **Dynamisierung** durch die Möglichkeit der situativen Erweiterung

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!