

Binsen, Bytes und Backups

Betrachtungen zum (Forschungs-)Datenmanagement im AKU-Projekt

Svenja A. Gülden 

Für Ulli – in langjähriger Freundschaft

Dieser Beitrag fällt innerhalb des vorliegenden Bandes aus der Reihe und zweifelsohne gilt das (Forschungs-)Datenmanagement eines Projekts bisweilen als ein sprödes Thema. Es wird aber auch die ägyptologische Forschung verändern und ist bereits jetzt ein wichtiger Prozess für alle (jüngeren) Forschungsprojekte, so auch für das von Ursula Verhoeven geleitete Forschungsvorhaben *Altägyptische Kursivschriften* (kurz: AKU-Projekt).¹ Nachfolgend möchte ich versuchen, einige Aspekte dieses Themenkomplexes am Beispiel des AKU-Projekts zu illustrieren, in der Hoffnung, dass die Jubilarin daran Gefallen finden möge.²

Was sind Forschungsdaten?

Der Begriff „Forschungsdaten“, der ursprünglich aus den Natur- und Sozialwissenschaften stammt, beschreibt dort Daten, die vor allem aus „Experimenten, Erhebungen, Simulatio-

¹ Das Forschungsvorhaben *Altägyptische Kursivschriften*. Digitale Paläographie und systematische Analyse des Hieratischen und der Kursivhieroglyphen, ist an der Akademie der Wissenschaften und der Literatur | Mainz (<https://www.adwmainz.de> [23.11.2022]) angesiedelt und wird von der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften (<https://www.akademienunion.de> [25.11.2022]) gefördert. Webpräsenzen des AKU-Projekts: Projektseiten (<https://aku.uni-mainz.de> und <https://www.adwmainz.de/projekte/altaegyptische-kursivschriften/informationen.html>), AKU-PAL (<https://aku-pal.uni-mainz.de>), Blog (<https://aku.hypotheses.org>), Bibliography of Ancient Egyptian Cursive Scripts (<https://www.zotero.org/groups/2413281>), Zugriff auf alle AKU Webpräsenzen: 23.11.2022.

² Eine umfängliche Darstellung des Datenmanagements des AKU-Projekts kann in diesem Rahmen nicht erfolgen und ist auch nicht angestrebt. Für einen allgemeinen Einstieg in die Thematik sei Cremer, Klaffki und Steyer 2018 mit der dort zitierten Literatur empfohlen.

nen und Messungen [stammen], welche numerische, d. h. aus Ziffern bestehende Daten liefern, die in Datenbanken gespeichert werden können“.³ Dass dieses aus den Natur- und Sozialwissenschaften stammende Konzept „Forschungsdaten“ – zusammen mit den damit verknüpften Termini „Primär-, Roh- und Sekundärdaten“ – in den Geisteswissenschaften als schwierig empfunden wird, zeigt die in den letzten Jahren geführte Diskussion innerhalb der (digitalen) Geisteswissenschaften zu dieser Thematik.⁴

Im Vergleich zur o. g. Begriffsbestimmung weiten die Definitionen verschiedener Institutionen die Bedeutung des Begriffs *Forschungsdaten* aus. In ihren „Leitlinien zum Umgang mit Forschungsdaten“⁵ hat die DFG nachfolgende Definition vorgelegt:

Zu Forschungsdaten zählen u. a. Messdaten, Laborwerte, audiovisuelle Informationen, Texte, Surveydaten, Objekte aus Sammlungen oder Proben, die in der wissenschaftlichen Arbeit entstehen, entwickelt oder ausgewertet werden. Methodische Testverfahren, wie Fragebögen, Software und Simulationen können ebenfalls zentrale Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung darstellen und sollten daher ebenfalls unter den Begriff Forschungsdaten gefasst werden.⁶

Ob es sich dabei ausschließlich um digitale oder auch um analoge Daten handelt, wird hier nicht explizit beschrieben. Die TU Darmstadt hat im Rahmen ihrer „Leitlinien zum Umgang mit digitalen Forschungsdaten an der TU Darmstadt“ Forschungsdaten wie folgt definiert:

Forschungsdaten sind alle digitalen Daten, die im Verlauf von Experimenten, Messungen, Simulationen, Computerprogramm-Entwicklungen, Quellenforschungen, Erhebungen oder Umfragen entstehen oder deren Ergebnis sind. Mit ihnen verbunden sind auch die zu ihrem Verständnis erforderliche Dokumentation und Software. Forschungsdaten liegen in jeder Wissenschaftsdisziplin in unterschiedlichen Aggregationsstufen und digitalen Formaten vor.⁷

Nach dieser Definition handelt es sich also um *digitale* Daten. Andere Definitionen wie bspw. „Forschungsdaten sind (digitale) Daten, die während wissenschaftlicher Tätigkeit (z. B. durch Messungen, Befragungen, Quellenarbeit) entstehen. Sie bilden eine Grundlage wissenschaftlicher Arbeit und dokumentieren deren Ergebnisse“ schließen analoge Daten nicht explizit aus.⁸

³ Hügi und Schneider 2013, 16.

⁴ Beispielhaft seien hier Hügi und Schneider 2013, Andorfer 2015, Stäcker 2015, Cremer, Klaffki und Steyer 2018 genannt.

⁵ Am 30.09.2015 durch den Senat der DFG verabschiedet.

⁶ https://www.dfg.de/download/pdf/foerderung/grundlagen_dfg_foerderung/forschungsdaten/leitlinien_forschungsdaten.pdf (25.11.2022).

⁷ Veröffentlicht am 16.12.2015 (https://www.tu-darmstadt.de/media/daa_responsives_design/03_forschung_medien/forschungsfoerderung_2/gute_wiss_praxis/Leitlinien_Forschungsdaten_2015.de.pdf [25. 11.2022]).

⁸ <https://forschungsdaten.info/praxis-kompakt/glossar/#c269821> (25.11.2022). Auch die Definitionen von Kindling und Schirnbacher 2013, 130 oder die von Puhl u. a. 2015, 14 verknüpfen

Eine nicht-digitale Variante von Forschungsdaten lehnt Stäcker dagegen explizit ab.⁹ Er weist darauf hin, „dass das Aufkommen des Begriffs ‚Forschungsdaten‘ in den Geisteswissenschaften elementar mit der Digitalisierung oder dem digitalen Paradigma zusammenhängt“. Geisteswissenschaftliche Forschungsdaten sind für ihn „nichts anderes als Quellen und Literatur oder auch Materialsammlungen, aber nicht als solche, sondern *übersetzt* in eine maschinenlesbare Form.“ Aber die Maschinenlesbarkeit allein ist nach Stäcker nicht das einzige Kriterium, denn Forschungsdaten könnten erst als solche bezeichnet werden, wenn „die Daten [...] eine für einen Algorithmus verwertbare Struktur haben“.

Der soeben zitierte Blogbeitrag Stäckers ist eine Erwiderung auf das *working paper* von Andorfer zu „Forschungsdaten in den (digitalen) Geisteswissenschaften“, worin dieser u. a. deutlich formuliert, dass mit dem Terminus *Forschungsdaten* nicht nur die Digitalität der Daten, sondern ein weiterer Aspekt verbunden ist – die „längerfristige und öffentliche Archivierung“¹⁰ von digitalen Daten, die im Rahmen einer geisteswissenschaftlichen Fragestellung erhoben werden. Für die traditionelle Geisteswissenschaft hinterfragt er allerdings „warum bei einem Schema, das eine ‚etablierte Struktur‘ des (geisteswissenschaftlichen) Forschens beschreibt, nicht auch etablierte Begriffe Verwendung finden können“¹¹? Er spricht sich dafür aus, gut etablierte Termini wie „Quelle“ und „Publikation“ zu verwenden, anstatt Begriffe wie „Primär-, Ausgangs- oder Rohdaten“ und „Ergebnisdaten“ einzuführen, die nicht aus den Geisteswissenschaften stammen und somit diese Forschung meist nur unzureichend beschreiben können. Andorfer weist zudem darauf hin, dass mit „den Begriffen ‚Quelle‘ und ‚Monographie/Aufsatz‘ [...] außerdem fest etablierte Institutionen verbunden“¹² sind: Quellen werden aus Archiven, Bibliotheken und Museen bezogen, unabhängig davon, ob diese analog oder digital vorliegen.¹³ Publikationen wie Monographien oder Aufsätze werden in Bibliotheken dauerhaft bewahrt und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Auch für digitale Publikationen haben die Bibliotheken diese Aufgabe übernommen.

Bei der Erforschung geisteswissenschaftlicher Quellen werden Informationen – einschließlich der Sekundärliteratur – unterschiedlicher Art und Aggregationsform zusammengetragen, die nicht unbedingt als eigenständiges Material betrachtet und veröffentlicht werden, sondern die vielmehr in der Publikation aufgehen. Für diese Daten verwendet Andorfer den traditionellen Begriff *Arbeitsdaten*, die sowohl analoger als auch digitaler Natur sein können. Von diesen Arbeitsdaten kann es solche geben, die relevant genug sind, um für eine Nachnutzung bewahrt und veröffentlicht zu werden. In digitalisierter und formalisierter Form aufbereitet, können diese – nach Andorfers Definition – zu Forschungsdaten werden (Abb. 1).¹⁴

explizit die Termini *digital* und *Forschungsdaten*, was im Umkehrschluss bedeuten würde, dass es auch nicht-digitale Forschungsdaten geben könnte.

⁹ Siehe dazu und zum Folgenden Stäcker 2015.

¹⁰ Andorfer 2015, 14.

¹¹ Andorfer 2015, 13.

¹² Andorfer 2015, 13.

¹³ In bspw. archäologischen Fächern selbstverständlich auch über Grabungen.

¹⁴ Andorfer 2015, 14 mit Anm. 6.

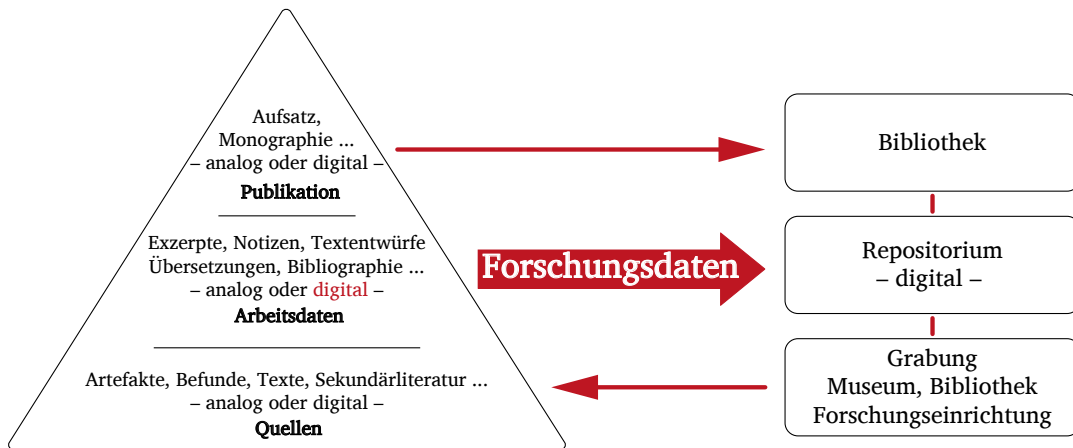


Abb. 1: Forschungsdaten in der Arbeitspyramide geisteswissenschaftlicher Forschung und der beteiligten Institutionen. Abbildung nach Andorfer 2015, 13 (Abb. 8) und 14 (Abb. 9)

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Definitionen kann also folgendes festgestellt werden: *Bei Forschungsdaten handelt es sich um digitale Daten, die aus Arbeitsdaten eines Forschungsvorhabens hervorgegangen und in einem digitalen Repositorium veröffentlicht sind. Idealerweise sollten diese Daten in Standardformaten vorliegen und so modelliert sein – ggf. zusammen mit der verwendeten Software –, dass eine digitale Nachnutzung bzw. Konvertierung in jeweils aktuelle Datenformate problemlos möglich ist.*

Forschungsdatenmanagement

Bevor Arbeitsdaten also zu Forschungsdaten werden können, müssen sie verschiedenen Bearbeitungsschritten unterzogen werden. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass Forschungsdaten, wenn sie mit Bezug zur Publikation veröffentlicht werden, diese die für das Verständnis der Daten notwendige Grundlage bietet. Sind Forschungsdaten dagegen von der Publikation isoliert veröffentlicht, fehlt dieser Kontext. Für die Interpretation der Daten ist in einem solchen Fall zumindest eine entsprechende Dokumentation vonnöten, die die Daten umfassend annotiert. Die Definition von „forschungsdaten.info“ fasst dies anschaulich zusammen:

Forschungsdatenmanagement (FDM) umfasst die Prozesse der Transformation, Selektion und Speicherung von Forschungsdaten mit dem gemeinsamen Ziel, diese langfristig und personenunabhängig zugänglich, nachnutzbar und nachprüfbar zu halten. Dazu können an allen Punkten des Datenlebenszyklus strukturierte Maßnahmen ergriffen werden, die geeignet sind, die wissenschaftliche Aussagekraft von Forschungsdaten zu erhalten, deren Zugänglichkeit durch Dritte für Auswertung und Analyse zu bewahren und die Nachweiskette zu sichern. [...] Gerade die vielseitigen technischen Möglichkeiten erfordern allerdings eine erhöhte Beachtung

der Themen Datenschutz und Urheberrecht, weswegen auch rechtliche Aspekte Beachtung finden sollten bzw. müssen. Darüber hinaus gilt es auch ethische Aspekte zu berücksichtigen und die gute wissenschaftliche Praxis zu wahren.¹⁵

Im Rahmen des Forschungsdatenmanagements sollten also zudem die FAIR- und CARE-Prinzipien Anwendung finden. „Das Akronym FAIR steht für *Findable* (Auffindbar), *Accessible* (Zugänglich), *Interoperable* (Interoperabel) und *Reusable* (Wiederverwendbar).“ Ziel soll vor allem sein, „dass Forschungsdaten für Menschen und Maschinen optimal aufbereitet und zugänglich sind“. Zudem „zielen die FAIR-Prinzipien darauf, im Rahmen des rechtlich und technisch Möglichen, Datenbestände für neue Nutzungsszenarien zu öffnen. Mit der Anwendung der FAIR-Prinzipien soll die Wiederverwendbarkeit von Datenbeständen verbessert werden.“¹⁶

Ergänzend zu den FAIR-Prinzipien hat die GIDA (*Global Indigenous Data Alliance*)¹⁷ 2019 die CARE-Prinzipien (*Collective Benefit, Authority of Control, Responsibility, Ethics*) entwickelt.¹⁸ Diese besagen u. a., dass Rechte und Interessen indigener Völker adäquat berücksichtigt werden sowie wissenschaftliche Daten auch auf Verbesserung des menschlichen Wohlbefindens ausgerichtet sein sollten.

Datenmanagement am Beispiel des AKU-Projekts

Forschungsdaten sollten im Datenmanagement eines Projekts von Beginn an mitbedacht werden, auch wenn sie – ein möglicherweise wertvolles, aber eben – nur ein Nebenprodukt sind. Auch im AKU-Projekt ist die Veröffentlichung von Forschungsdaten keine zentrale Aufgabe, diese liegt vielmehr in der Publikation der Digitalisate von Hieratogrammen und Kursivhieroglyphen.¹⁹

Anhand des Datenlebenszyklus, der meist im Kontext des Forschungsdatenmanagements herangezogen wird, sollen einzelne Aspekte des Datenmanagements besprochen werden. Datenlebenszyklen gibt es in unterschiedlichen Visualisierungen, die sich in ihrer Aus-

¹⁵ <https://forschungsdaten.info/themen/informieren-und-planen/was-ist-forschungsdatenmanagement/> (30.11.2022). Für das Forschungsdatenmanagement besteht – anders als für den Forschungsdatenbegriff in den Geisteswissenschaften – weniger Diskussionsbedarf, so dass hier diese Definition genügen möge. Siehe zum Forschungsdatenmanagement dennoch beispielhaft die Erläuterungen des BMBF <https://www.bildung-forschung.digital/digitalezukunft/de/wissen/forschungsdaten/forschungsdatenmanagement-fuer-freie-nutzbarkeit/forschungsdatenmanagement.html> (30.11.2022), der Ruhr Universität Bochum <https://www.ruhr-uni-bochum.de/researchdata/de/rdm.html> (30.11.2022) oder des Karlsruher Instituts für Technologie <https://www.bibliothek.kit.edu/forschungsdatenmanagement.php> (25.10.2022).

¹⁶ Für alle Zitate in diesem Absatz siehe <https://forschungsdaten.info/themen/veroeffentlichen-und-archivieren/faire-daten/> (24.12.2022). Hier finden sich auch weitere wertvolle Hinweise und Erläuterungen.

¹⁷ <https://www.gida-global.org> (31.12.2022).

¹⁸ <https://www.gida-global.org/care> (31.12.2022).

¹⁹ Siehe dazu weiter unten unter *Publish & Share*.



Abb. 2: Visualisierung des Datenlebenszyklus, RDM@KIT (https://www.rdm.kit.edu/img/FDM-Zyklus_CC.png [25.10.2022]), CC BY-SA 4.0

fürhlichkeit und Details unterscheiden, letztlich aber prinzipiell übereinstimmen.²⁰ Wie in Abb. 2 gut zu erkennen, greifen die verschiedenen Stadien des Datenlebenszyklus meist ineinander. Die Abläufe müssen nicht zwangsläufig stringent sein und auch ein Wechsel zwischen nicht benachbarten Bereichen ist möglich. Grundsätzlich gilt es zudem zu beachten, dass die Planung und definierte Workflows im Bereich des Datenmanagements nicht unbedingt fix sind, sondern flexibel an die aktuell gegebenen Möglichkeiten angepasst werden müssen – vor allem hinsichtlich der digitalen Aspekte.

Einige Workflows und *good practices* des AKU-Projekts wurden bereits anderenorts publiziert oder bei Tagungen präsentiert, nicht aber in den Datenlebenszyklus eingeordnet, so dass sie nachfolgend knapp erwähnt, aber nicht ausführlich beschrieben werden.

²⁰ Die nachfolgenden Ausführungen orientieren sich an der Visualisierung des Lebenszyklus von Forschungsdaten des Karlsruher Instituts für Technologie https://www.rdm.kit.edu/img/FDM-Zyklus_CC.png (25.10.2022). Für weitere Visualisierungen siehe z. B. <https://forschungsdaten.info/themen/informieren-und-planen/datenlebenszyklus> (24.12.2022) oder https://www.tu-darmstadt.de/tudata/datenmanagement/forschungsdatenmanagement_tudata/index.de.jsp (24.12.2022).

Plan & Fund

Grundlage für jedes Forschungsprojekt und seine Finanzierung ist selbstverständlich eine fundierte Planung. Auch im Bereich des Datenmanagements bedeutet dies zunächst die Aufarbeitung des Forschungsstandes, die Definition von Desiderata und darauf aufbauend die Formulierung von Forschungsfragen. Dafür müssen zudem die Kriterien für die Quellenauswahl bestimmt werden.²¹ Für das AKU-Projekt stand von Anfang an im Fokus, dass hieratische und kursivhieroglyphische Schriftzeichen in einer digitalen Paläographie publiziert werden und später auch vorzugsweise digital analysiert werden sollten. Daher kam der Digitalisierungsplanung eine wichtige Rolle zu. Das betraf die jeweils einzusetzende Software für die verschiedenen digitalen Aufgaben, z. B. die Faksimilierung der Schriftzeichen, die Annotation der Schriftzeichendigitalisate in der Projektdatenbank und die Veröffentlichung in einer Online-Datenbank. Zudem mussten Vorüberlegungen zu den Grafikformaten, Vektor- und Rastergrafiken,²² zur Beschaffenheit der Datenformate sowie für das Datenhosting angestellt werden.

Collect & Analyze

Die Erhebung der Arbeitsdaten ist ein zentraler Bereich eines Forschungsvorhabens. Auf der Basis von hochauflösenden Digitalisaten der Quellen in Form von Scans oder Fotos, werden im AKU-Projekt die Schriftzeichen digital umgezeichnet.²³ Bei der Weiterverarbeitung der Schriftzeichendigitalisate wird besonderes Augenmerk auf die Generierung von validen Standardformaten gelegt, die für eine Langzeitarchivierung geeignet sind.²⁴ Dadurch werden die Forschungsobjekte geschaffen, die das Projekt analysiert. Und obwohl sich das AKU-Projekt eher als ein geisteswissenschaftliches Projekt mit einem starken digitalen Anteil versteht und weniger als eines der *Digital Humanities*, bringt die Generierung digitaler Forschungsobjekte, also die Schriftzeichendigitalisate, die Forschung des AKU-Projekts in die Nähe zu den *Digital Humanities*.²⁵

Für eine digitale Analyse unabdingbar ist eine sorgfältige Annotation, bestenfalls unter Verwendung von Normdaten. So wurden in der AKU-Projektdatenbank z. B. Verknüpfungen

²¹ Siehe dazu Gülden 2016, Gülden 2022b.

²² Vgl. Gülden 2018, 91–102, Gülden 2022c.

²³ Der dafür entwickelte Leitfaden wird sukzessive im Projekt-Blog veröffentlicht und *good practices* mit der Community geteilt (Gülden 2022c).

²⁴ Entsprechend den IT-Empfehlungen für den nachhaltigen Umgang mit digitalen Daten in den Altertumswissenschaften, vgl. IANUS-Forschungsdatenzentrum für Archäologie & Altertumswissenschaften 2014, verwendet AKU für die Langzeitarchivierung von Vektorgrafiken den offenen Standard SVG 1.1 (*Scalable Vector Graphics*) siehe <https://www.w3.org/TR/SVG11/>, (30.11.2022), für Rastergrafiken ist es das Format TIFF 6.0 (*Tagged Image File Format*) siehe <http://dpfmanager.org/reference-documentation.html> (30.11.2022).

²⁵ In diesem Zusammenhang sei auf die Definition von Peursen 2010, 11 hingewiesen, die eine der wesentlichen Grundlagen der *Digital Humanities* beschreibt.

zu verschiedenen Normdatensammlungen erstellt, um eindeutige Identifizierungen in Bezug auf Topographie, Material- und Objektbeschreibungen zu gewährleisten.²⁶

Allerdings sind digitale Analysen hieratischer Schriftzeichen und der Kursivhieroglyphen neu – spezielle Tools müssen erst noch entwickelt werden. Daher testet das AKU-Projekt in Zusammenarbeit mit Kollegen aus dem Bereich der Informatik und des wissenschaftlichen Rechnens verschiedene Ansätze, so z. B. Zeichenklassifizierungen mit Hilfe künstlicher neuronaler Netze²⁷ oder einer Fallstudie, um grundlegende Techniken des maschinellen Lernens auf einem ausgewählten Datensatz kursiver Hieroglyphen zu erproben.²⁸ Mit diesen Verfahren konnten an ausgewählten Schriftzeichen bereits Zeichenformen digital geclustert und daraus Formklassen erstellt werden.

Preserve & Store

Unter diesen beiden Schlagworten ist die Sicherung der Arbeitsdaten zu verorten. Im AKU-Projekt werden die Metadaten zu den Schriftzeichendigitalisaten in den beiden Datenbanken – der internen Projektdatenbank und AKU-PAL als *open access* Ressource – auf Projektservern gespeichert. In beiden Systemen sind Exportmöglichkeiten in verschiedene digitale Standardformate vorbereitet.²⁹

Die Schriftzeichendigitalisate werden in Standard-Grafikformaten gesichert.³⁰ Insbesondere die Vektorgrafiken benötigen für die valide Sicherung im Standard SVG 1.1 eine Nachbehandlung, da die für die Umzeichnung verwendete Software diesen Standard nicht korrekt einhält.³¹ Die Speicherung der Grafikdateien erfolgt außerhalb der Datenbanksysteme, ebenfalls auf projekteigenen Servern und Festplatten.

Für die Erstellung einer Bibliographie zum Hieratischen und der Kursivhieroglyphen, die ebenfalls zu den Arbeitsdaten eines Projekts gehört, nutzt das AKU-Projekt die Literaturverwaltungssoftware *Zotero*.³²

²⁶ Derzeit sind dies: Pleiades (<https://pleiades.stoa.org> [30.11.2022]), iDAI.gazetteer des Deutschen Archäologischen Instituts (<https://gazetteer.dainst.org> [30.11.2022]), THOT-Thesaurus (<http://thot.philo.ulg.ac.be> [30.11.2022]), Art & Architecture Thesaurus® Online des Getty Research Instituts (<https://www.getty.edu/research/tools/vocabularies/aat/> [30.11.2022]).

²⁷ Bermeitinger, Gülden und Konrad 2021, Konrad 2022. Siehe auch die Testanalysen mit dem VIKUS Viewer (Gerhards und Konrad 2022, Gülden 2022a), der an der Universität Potsdam durch das Projekt *Visualisierung kultureller Sammlungen (VIKUS)* entwickelt wurde (Glinka, Pietsch und Dörk 2017, zum Aspekt der Nachnutzbarkeit des Tools Glinka, Pietsch und Dörk 2016). VIKUS Viewer (<https://vikusviewer.fh-potsdam.de> [26.12.2022]).

²⁸ Konrad im Druck.

²⁹ In Vorbereitung ist z. B. ein TEI XML Exportschema durch T. Konrad.

³⁰ Siehe dazu Gülden 2022a, 230–231. Zu den Datenformaten siehe Seite 139 mit Anm. 24.

³¹ Daher hat das Projekt XSL-Transformationen (*Extensible Stylesheet Language*, <https://www.w3.org/TR/xslt>) entwickelt, die die Bilddaten abschließend in den richtigen Standard transformieren. Die Validierung der Daten erfolgt mit *jhove* (Rastergrafiken) und *Oxygen XML Editor* (Vektorgrafiken). Die Entwicklung dieser Workflows erfolgte im Wesentlichen durch T. Konrad.

³² Bibliography of Ancient Egyptian Cursive Scripts 2019 https://www.zotero.org/groups/2413281/bibliography_of_ancient_egyptian_cursive_scripts/library (31.12.2022), siehe dazu auch Gülden und Konrad 2020.

Ein Aspekt, der oft außer Acht gelassen wird, aber zur Pflege der Arbeitsdaten eines Projekts und zur Vorbereitung der Forschungsdaten gehört, ist die Sichtung und Löschung von Material, das weder für die Publikation verwendet werden soll noch über die Wertigkeit verfügt, um als Forschungsdaten zur Nachnutzung bereit gestellt zu werden.³³

Publish & Share

Die Publikation der Forschungsergebnisse ist das wohl wichtigste „Produkt“ eines (geisteswissenschaftlichen) Forschungsprojekts. Für das AKU-Projekt ist diese Publikation in erster Linie das Webtool AKU-PAL mit der Online-Datenbank, die auf einer projekteigenen Webseite *open access* zugänglich gemacht sind.³⁴ In AKU-PAL sind die annotierten Schriftzeichendigitalisate veröffentlicht. Jeder Eintrag verfügt über eine persistente Adressierung mit einer stabilen ID und die Angabe der Lizenz, unter der die Digitalisate nachgenutzt werden können. So sind z. B. die Vektorgrafiken des AKU-Projekts mit einer CC BY 4.0 Lizenz versehen, um eine umfängliche Nachnutzungsmöglichkeit zu gewährleisten.

Wie in der weiter oben unter dem Punkt *Forschungsdatenmanagement* zitierten Definition betont, ist die Beachtung der Urheberrechte und des Copyrights gerade auch bei der digitalen Publikation von eminenter Bedeutung. Das hat für das AKU-Projekt zur Folge, dass nicht alle Retrodigitalisate aus gedruckten Paläographien, die in der (intern eingesetzten) Projektdatenbank erfasst wurden, in AKU-PAL öffentlich zugänglich gemacht werden können.³⁵ So können bspw. nur Retrodigitalisate der Paläographie Möllers³⁶ veröffentlicht werden, nicht aber die aus Goedicke³⁷ oder anderen Paläographien. Gerade auch beim IIIF-Server,³⁸ der es Nutzerinnen und Nutzern von AKU-PAL ermöglichen soll, die Faksimiles der Schriftzeichen mit dem Scan oder Foto der Quelle zu vergleichen, könn-

³³ Im AKU-Projekt betrifft dies bspw. Schriftzeichendigitalisate, die größere Zerstörungen aufweisen. Zu Beginn des Projekts war es sinnvoll diese aus dem Assiut-Projekt (siehe dazu Seite 142 mit Anm. 45) übernommenen Faksimiles in der Datenbank zu erfassen, weil es noch keine Beispiele besser erhaltener Zeichen gab. Im Laufe der Arbeit des AKU-Projekts konnten zunehmend gut erhaltene Allographe zu einem Graphem faksimiliert und in der Datenbank erfasst werden. Die teilzerstörten Belege wurden nach einer Revision daher gelöscht. Ein anderes Beispiel betrifft Faksimiles aus Möller 1927a; 1927b; 1936b; 1936a: Gelegentlich wurden Zeichen eines Schriftträgers durch das AKU-Projekt neu faksimiliert. Dabei konnten einige Faksimiles von Möller in Details korrigiert und/oder die Strichsequenz eines Zeichens dokumentiert werden. In diesen Fällen wurden Möllers Faksimiles durch die des AKU-Projekts ersetzt. Dieser Austausch wurde zudem entsprechend gekennzeichnet.

³⁴ Die Funktionalitäten des Webtools und der Datenbank werden hier nicht explizit beschrieben. Siehe dazu AKU-PAL 2022 <https://aku-pal.uni-mainz.de> (26.12.2022) und <https://aku-pal.uni-mainz.de/about> (29.12.2022).

³⁵ Möglich ist dies nur, wenn der Tod des Urhebers länger als 70 Jahre zurückliegt oder wenn das Projekt im Fall von jüngeren Veröffentlichungen über eine entsprechende Nutzungsberechtigung verfügt, in der geregelt ist, unter welcher Lizenz die Digitalisate veröffentlicht und von den Nutzerinnen und Nutzern von AKU-PAL nachgenutzt werden können.

³⁶ Möller 1927a; 1927b; 1936b; 1936a.

³⁷ Goedicke 1988.

³⁸ Cantaloupe Image Server: <https://aku-pal.uni-mainz.de:8183> (09.01.2023), für die Manifeste siehe z. B. <https://aku-pal.uni-mainz.de/manifests/a42ae84c-e27e-7442-85f8-445f8d5f3bfa3> (09.01.2023).

ten die Urheber- und Nutzungsrechte die Veröffentlichung dieser Vorlagendigitalisate einschränken.

Neben der Online-Datenbank sollen auch paläographische Listen im Druckformat publiziert werden.³⁹ Generiert werden diese Listen aus der Projektdatenbank heraus durch die projektinterne Entwicklung der Software *LaTeX-paleography* durch T. Konrad. Dabei handelt es sich um ein Kommandozeilenprogramm, das in der Programmiersprache Python geschrieben wurde. Die Software erstellt ein Textdokument, das mit Hilfe des Textsatzprogramms \LaTeX in ein PDF umgewandelt wird.⁴⁰

Weitere Veröffentlichungen, die in Vorbereitung sind, betreffen auch die Forschungsdaten des Projekts. So sind z. B. der Quellcode des Webportals AKU-PAL und der Online-Datenbank sowie die Software *LaTeX-paleography* in einem Repositorium dokumentiert und archiviert.⁴¹

Am Beispiel der Bibliographie zum Hieratischen und der Kursivhieroglyphen, die bereits weiter oben unter *Preserve & Store* erwähnt wurde, lässt sich deutlich zeigen, dass hier gleich vier Bereiche des Datenlebenszyklus ineinandergreifen. Durch die Wahl der Literaturverwaltungsdatenbank *Zotero* werden die Metadaten zur Literatur nicht nur dort erfasst und gespeichert, sondern zugleich veröffentlicht. Zur besseren Auffindbarkeit sind sie mit Tags versehen und durch die Exportmöglichkeiten, die *Zotero* bietet, sind sie auch zur Nachnutzung bereitgestellt – *Discover & Reuse*.⁴²

Discover & Reuse

Auch das AKU-Projekt konnte bereits digital vorliegende Daten nachnutzen und in die Datensammlung des Projekts aufnehmen:⁴³ die von der Verf. in Zusammenarbeit mit Ursula Verhoeven digital umgezeichneten Dipinti aus dem Grab N13.1 in Assiut.⁴⁴ Diese lagen allerdings nicht als Forschungsdaten publiziert, sondern als digitale Arbeitsdaten des Assiut-Projekts⁴⁵ vor. Weitere Arbeitsdaten, die das AKU-Projekt nachnutzen kann, wurden

³⁹ Zu den Gründen, nicht nur digital (AKU-PAL) sondern auch im Druckformat zu publizieren, siehe die Bemerkungen unter „Langzeitrepositorium?“.

⁴⁰ Für ein Beispiel einer so generierten Liste siehe Gülden 2022a, 253–271.

⁴¹ Genutzt wird dafür die Forschungsdateninfrastruktur *GitLab* der Rechenzentrumsallianz Rheinland-Pfalz.

⁴² Die Daten können in andere Literaturverarbeitungs-Software wie bspw. *EndNote* (<https://endnote.com/>, [24.12.2022]), *BibDesk* (<https://bibdesk.sourceforge.io/> [24.12.2022]), *Citavi* (<https://www.citavi.com/de> [24.12.2022]) oder *Mendeley* (<https://www.mendeley.com> [24.12.2022]) exportiert werden.

⁴³ Auch hier wird deutlich, dass manche Arbeitsvorgänge zugleich in verschiedene Bereiche des Datenlebenszyklus (hier z. B. auch *Collect & Analyze*) eingeordnet werden können.

⁴⁴ Publiziert von Verhoeven 2020.

⁴⁵ Geleitet wurde *The Asyut Project* von U. Verhoeven und J. Kahl, zum Projekt siehe <https://www.aegyptologie.uni-mainz.de/the-asyut-project-feldarbeiten-in-mittelaegyptenfield-work-in-middle-egypt/> (23.11.2022).

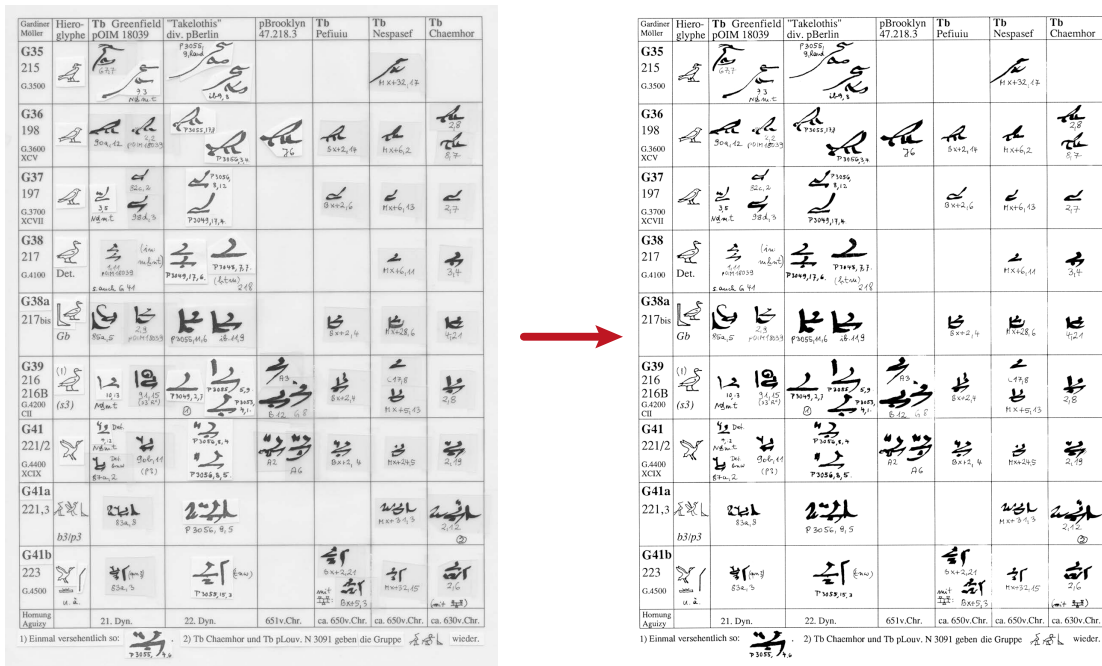


Abb. 3: Druckvorlage zu Verhoeven 2001, 142 im Originalscan und nach Tonwertkorrektur

auch von Kolleginnen und Kollegen zur Verfügung gestellt.⁴⁶ Um diese in der Projektdatenbank zu erfassen und zu annotieren, sind teilweise umfangreichere Nacharbeiten notwendig, aber sie tragen dazu bei, dass AKU-PAL ein Forschungstool unter Beteiligung der Hieratistik-Community sein wird. Auch die Leiterin des AKU-Projekts, Ursula Verhoeven, hat dem Projekt eigene Arbeitsdaten zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich um die manuell erstellten paläographischen Listen, die in ihrer Publikation zur späthieratischen Buchschrift veröffentlicht wurden (Abb. 3).⁴⁷ Diese wurden zwar beim Verlag digitalisiert, auf die digitalen Druckvorlagen kann aber nicht zugegriffen werden. Was zunächst wie ein Nachteil aussah, hat sich als vorteilhaft herausgestellt, weil die gedruckten paläographischen Listen in der Publikation Verhoeven 2001 minimal verkleinert veröffentlicht wurden. Die Hieratogramme hat U. Verhoeven aber von Fotos, die im 1:1 Format vorlagen, faksimiliert.⁴⁸ Die paläographischen Listen wurden daher erneut digitalisiert, werden sukzessive in der Projektdatenbank annotiert und können anschließend in der Originalgröße in AKU-PAL veröffentlicht werden.⁴⁹

⁴⁶ Im Namen des AKU-Projekts sei hier allen Kolleginnen und Kollegen, die AKU-PAL mit ihrem Material oder anderweitig unterstützen, herzlich gedankt. Siehe dazu AKU-PAL 2022 (<https://aku-pal.uni-mainz.de/about> [31.12.2022]).

⁴⁷ Verhoeven 2001.

⁴⁸ Verhoeven 2001, 83.

⁴⁹ Zum Umgang mit Retrodigitalisaten im AKU-Projekt siehe Gülden 2018, 99–102.

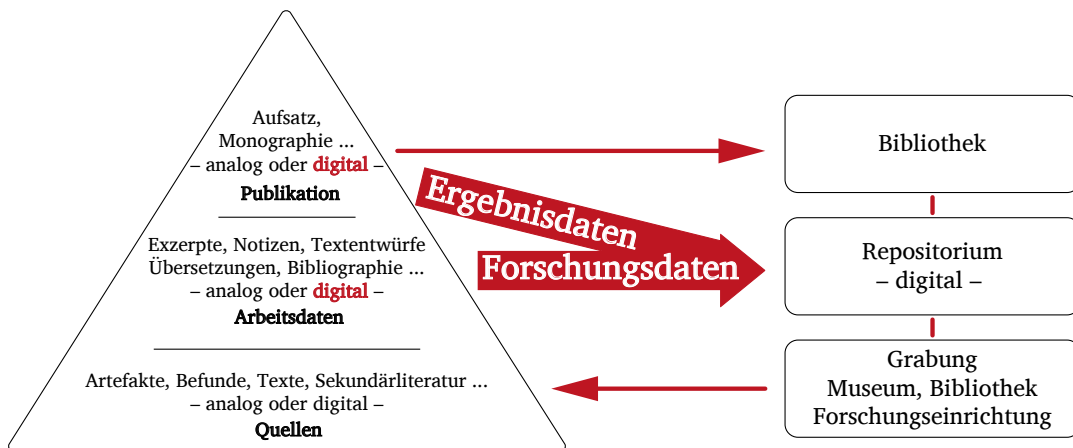


Abb. 4: Forschungsdaten und Ergebnisdaten in der Arbeitspyramide geisteswissenschaftlicher Forschung und der beteiligten Institutionen. Abbildung nach Andorfer 2015, 13 (Abb. 8) und 14 (Abb. 9)

Discover & Reuse von Daten aus dem AKU-Projekt ist für Forscherinnen und Forscher auch über AKU-PAL möglich. Die für die eigene Forschung relevanten Hieratogramme oder Kursivhieroglyphen können in den bereits veröffentlichten Schriftzeichendigitalisaten gesucht und individuell zusammengestellt werden. Durch die Datenstruktur, die vorhandenen Annotationen, die persistente Adressierung und die Lizenzangabe können diese Daten somit in einem anderen wissenschaftlichen Kontext nachgenutzt werden. Man könnte sie in diesem Zusammenhang auch als *Ergebnisdaten* bezeichnen, die wiederum zusammen mit den *Forschungsdaten* in den Pool eines digitalen Repositoriums einfließen. In Anlehnung an die Grafik, die Andorfer in seinem *working paper* veröffentlicht hat, könnte dieser Abschnitt des Datenlebenszyklus so visualisiert werden wie in Abb. 4.

Langzeitrepositorium?

Publikationen wie digitale Zeitschriften, Reihen etc. werden von den Bibliotheken dauerhaft bereitgestellt und sind über persistente *Identifier* referenzierbar.

Eine digitale Publikation z. B. in Form eines Webtools – wie AKU-PAL – birgt aber eine weitere Herausforderung, die von Andorfer wie folgt beschrieben wird:

Eine Veröffentlichung digitaler Editionen und Datenbanken analog zur Publikation geisteswissenschaftlicher Forschungsdaten [...], kann [...] aber nur bedingt als Lösung betrachtet werden. Denn während solche geisteswissenschaftlichen Forschungsdaten tatsächlich mehrheitlich voneinander unabhängige Einzeldateien sind, verfügen digitale Editionen und Datenbank meist über einen die Summe der Einzeldateien überschreitenden und häufig auch funktionellen Mehrwert. Ein Mehr-

wert, der beispielsweise durch verschiedene Darstellungs-, Analyse- und Abfragemöglichkeiten generiert wird.⁵⁰

Auch Cremer, Klaffki und Steyer beschreiben die große Herausforderung, dass nach Projektende die digitale Publikation mit ihren Funktionalitäten erhalten bzw. weiterentwickelt werden sollte. Sie betonen, dass die

Webseite mit zugehöriger Datenbank als wissenschaftliches Publikationsformat und komplexes Informationsobjekt zugleich impliziert, dass nicht nur die hinterlegten und präsentierten Daten, sondern die Präsentationsschicht und Softwarearchitektur selbst Informationsträger wissenschaftlicher Erkenntnis sind.⁵¹

Sie bezeichnen daher komplexe Webseiten geradezu als „echte Sorgenkinder für die Informationsinfrastruktureinrichtungen“.⁵²

Während eines laufenden Forschungsprojekts wird dafür Sorge getragen, dass ein möglichst benutzerfreundliches Webinterface mit Suchmöglichkeiten mittels Facetten, Verlinkungen zu Normdatenthesauri, anderen relevanten Projekten, bibliographischen Belegen etc. ausgestattet ist und dieses zudem weiterentwickelt und gepflegt wird. Mit dem Abschluss eines Projekts steht allerdings nicht nur die weitere Entwicklung und Pflege einer solchen Webpräsenz in Frage, sondern auch deren grundsätzliche Bereitstellung.⁵³

Für Projekte und fördernde Institutionen war – und ist es meist noch – unsicher, ob und wie eine komplexe Webpräsenz dauerhaft zugänglich gemacht werden kann. U. a. dieser Problematik hat sich der Verein *Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) e. V.*, der seit dem 12. Oktober 2020 offiziell besteht, angenommen.⁵⁴ Obwohl im Namen des Vereins der Terminus *Forschungsdaten* verwendet ist, beschränkt sich die NFDI nicht auf diesen wie oben definierten Datentyp:

In der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) werden wertvolle Datenbestände von Wissenschaft und Forschung für das gesamte deutsche Wissenschaftssystem systematisch erschlossen, vernetzt und nachhaltig sowie qualitativ nutzbar gemacht. Bislang sind sie zumeist dezentral, projektbezogen oder auf Zeit verfügbar. Mit der NFDI soll ein dauerhafter digitaler Wissensspeicher als unverzichtbare Voraussetzung für neue Forschungsfragen, Erkenntnisse und Innovationen geschaffen werden.⁵⁵

Hervorzuheben ist hier, dass nicht nur ganz allgemein von *wertvollen Datenbeständen von Wissenschaft und Forschung* gesprochen wird, sondern auch davon, dass ein *dauerhafter*

⁵⁰ Andorfer 2015, 22.

⁵¹ Cremer, Klaffki und Steyer 2018, 149.

⁵² Cremer, Klaffki und Steyer 2018, 149 mit Verweis auf Buddenbohm, Engelhardt und Wuttke 2017.

⁵³ Zu dieser Problematik und möglichen Lösungsansätzen siehe bspw. Cremer, Klaffki und Steyer 2018, 151–153.

⁵⁴ Angestoßen wurde die Gründung 2016 durch den Rat für Informationsinfrastrukturen, siehe <https://rfii.de/de/themen/> (31.12.2022).

⁵⁵ <https://www.nfdi.de/verein/> (20.12.2022).

Wissensspeicher angelegt werden soll. Die Dauerhaftigkeit ist ein sehr entscheidender Punkt, denn obwohl die „langfristige Nutzbarkeit über einen nicht definierten Zeitraum“ gelten sollte, hat sich in „vielen Fachdisziplinen [...] eine zehnjährige Aufbewahrungsfrist der Forschungsdaten als Standard etabliert“.⁵⁶ In einem Fach wie das der Ägyptologie wird ein Zeitraum von zehn Jahren sicher nicht als langfristig verstanden.⁵⁷ Blicke es bei einer solchen Strategie zur Datensicherung, würde dies die in unserer Disziplin langsam wachsende Akzeptanz von digitalen Publikationen – im Sinne von Online-Datenbanken, Recherchertools etc. – sicherlich (und m. E. zurecht) beeinträchtigen.

Daher ist es umso wichtiger, dass die Dauerhaftigkeit der Datenspeicherung von der NFDI thematisiert wird und zudem die unterschiedlichen Anforderungen und Bedarfe der verschiedenen Disziplinen berücksichtigt werden. Neben der Expertise hinsichtlich der digitalen Datenspeicherung und -verarbeitung, ist es dabei unbedingt erforderlich, dass auch die inhaltliche Bewertung der Daten durch die in den jeweiligen Disziplinen beheimateten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erfolgt, um den Wert der Daten für die zukünftige fachspezifische Forschung kompetent einschätzen zu können. Für unsere Disziplin müsste man also formulieren: nur eine Ägyptologin / ein Ägyptologe kann den Wert digitaler ägyptologischer (Forschungs-)Daten einschätzen.

Innerhalb der NFDI werden ca. 30 Konsortien gebildet, in denen Vertreter von Universitäten und weiteren Forschungszentren „gemeinsam an fachinternen- sowie übergreifenden Themen“⁵⁸ zusammenarbeiten.

Grundsätzlich vereinen die Konsortien Disziplinen und Fachgebiete übergreifend aus verschiedenen Wissenschaftsbereichen. Eine hohe Konzentration geisteswissenschaftlicher Fächer ist z. B. in den Konsortien Text+⁵⁹, NFDI4Objects⁶⁰ oder NFDI4Memory⁶¹ zu finden. Die Konsortien haben je nach Forschungsschwerpunkt unterschiedliche Ausrichtungen:

- ▶ Text+ widmet sich vor allem der sprach- und textbasierten Forschung,
- ▶ der Schwerpunkt des Konsortiums NFDI4Objects liegt auf dem materiellen Erbe der Menschheits- und Umweltgeschichte und
- ▶ das Konsortium NFDI4Memory beschäftigt sich mit historischen Daten, die verschiedene Disziplinen als Teil ihrer jeweiligen Methodik nutzen.

⁵⁶ <https://forschungsdaten.info/themen/veroeffentlichen-und-archivieren/langzeit-archivierung/> (31.12.2022).

⁵⁷ Dies gilt sicherlich ebenso für andere geisteswissenschaftliche Fächer.

⁵⁸ <https://www.nfdi.de/konsortien/> (20.12.2022), siehe hier auch die Übersicht über die verschiedenen Konsortien mit weiteren Informationen.

⁵⁹ Zu den Zielen von Text+, das offiziell seit 2021 besteht, siehe <https://www.text-plus.org> (20.12.2022).

⁶⁰ Das Konsortium NFDI4Objects soll ab März 2023 von der DFG gefördert werden, siehe dazu und zu den Zielen <https://www.nfdi4objects.net> (20.12.2022). Zusammen mit S. Gerhards hat die Verf. in der Arbeitsgruppe „Digitalität Hochschulen – Sektion Theorie + Methodenreflexion“ dieses Konsortiums bei einer Zoom Konferenz (09.12.2020) das AKU-Projekt, seine Methoden und Digitalisierungsansätze vorgestellt.

⁶¹ Das Konsortium NFDI4Memory soll ab März 2023 von der DFG gefördert werden, siehe dazu und zu den Zielen <https://4memory.de> (20.12.2022).

Auf den ersten Blick scheint das Dilemma des AKU-Projekts zu sein, dass es zu keinem der Konsortien zu 100 % passt:

- ▶ Das AKU-Projekt beschäftigt sich mit kursiven Schriftzeichen des alten Ägypten, also den Elementen, die einen Text formen, aber nicht unbedingt mit dem Text selbst.
- ▶ Die altägyptischen Texte finden sich auf unterschiedlichen materiellen Hinterlassenschaften. Und obwohl die Materialität dieser Objekte Schrift und Layout der Texte beeinflussen kann, sind die Objekte selbst nicht Forschungsgegenstand des AKU-Projekts.
- ▶ Auch der Fokus auf historische Daten gehört nicht zu den zentralen Aufgaben des AKU-Projekts.

Dennoch besteht die berechtigte Hoffnung, dass durch die Arbeit der NFDI-Konsortien, die ganz unterschiedliche Wissenschaftsbereiche und Disziplinen einschließt, Methoden und Techniken zur dauerhaften Speicherung digitaler Publikationen und Forschungsdaten entwickelt werden, die für die gesamte Forschungslandschaft nutzbar sind – auch für das von der Jubilarin geleitete Projekt *Altägyptische Kursivschriften*.

Literaturverzeichnis

- AKU-PAL. 2022. *AKU-PAL. Paläographie des Hieratischen und der Kursivhieroglyphen*. <https://aku-pal.uni-mainz.de>.
- Andorfer, Peter. 2015. *Forschungsdaten in den (digitalen) Geisteswissenschaften – Versuch einer Konkretisierung*. DARIAH-DE Working Papers 14. Göttingen: GEODEC, Dokumenten- und Publikationsserver der Georg-August-Universität. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:7-dariah-2015-7-2>.
- Art & Architecture Thesaurus® Online des Getty Research Instituts. 2017. <https://www.getty.edu/research/tools/vocabularies/aat/>.
- Bermeitinger, Bernhard, Svenja A. Gülden und Tobias Konrad. 2021. „How to Compute a Shape: Optical Character Recognition for Hieratic“. In *Handbook of Digital Egyptology. Texts*, herausgegeben von Carlos Gracia Zamacona und Jónatan Ortiz-García, 121–138. Monografías Del Oriente Antiguo 1. Alcalá de Henares: Editorial Universidad de Alcalá. <https://doi.org/10.25358/openscience-6757>.
- Bibliography of Ancient Egyptian Cursive Scripts. 2019. https://www.zotero.org/groups/2413281/bibliography_of_ancient_egyptian_cursive_scripts/library.
- Buddenbohm, Stefan, Claudia Engelhardt und Ulrike Wuttke. 2017. „Angebotsgenese für ein geisteswissenschaftliches Forschungsdatenzentrum“. *Zeitschrift für digitale Geisteswissenschaften*. https://doi.org/10.17175/2016_003.
- Cremer, Fabian, Lisa Klaffki und Timo Steyer. 2018. „Der Chimäre auf der Spur: Forschungsdaten in den Geisteswissenschaften“. *o-bib. Das offene Bibliotheksjournal* 5 (2): 142–162. <https://doi.org/10.5282/O-BIB/2018H2S142-162>.
- Gerhards, Simone und Tobias Konrad. 2022. „Von Bildern und Bienen – Methodenreflexionen zur digitalen paläografischen Analyse des Hieratischen“. In *Ägyptologische*

- „Binsen“-Weisheiten IV. Hieratisch des Neuen Reiches: Akteure, Formen und Funktionen. Akten der internationalen Tagung in der Akademie der Wissenschaften und der Literatur | Mainz im Dezember 2019, herausgegeben von Svenja A. Gülden, Tobias Konrad und Ursula Verhoeven, 183–219. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz. Geistes- und Sozialwissenschaftliche Klasse. Einzelveröffentlichung 17. Stuttgart: Steiner.
- Glinka, Katrin, Christopher Pietsch und Marian Dörk. 2016. „Von sammlungsspezifischen Visualisierungen zu nachnutzbaren Werkzeugen“. In *Konferenzband zur DHD 2017 Bern - Digitale Nachhaltigkeit*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4646134>
- Glinka, Katrin, Christopher Pietsch und Marian Dörk. 2017. „Past Visions and Reconciling Views: Visualizing Time, Texture and Themes in Cultural Collections“. *Digital Humanities Quarterly* 11 (2). <http://www.digitalhumanities.org/dhq/vol/11/2/000290/000290.html>.
- Goedicke, Hans. 1988. *Old Hieratic Paleography*. Baltimore: Halgo.
- Gülden, Svenja A. 2016. Ein „nouveau Möller“?: Grenzen und Möglichkeiten. Ein working paper zum gleichnamigen Vortrag. Hieratic Studies Online 1. Mainz: Akademie der Wissenschaften und der Literatur | Mainz. <http://doi.org/10.25358/openscience-811>.
- Gülden, Svenja A. 2018. „Paläographien und Hieratogramme – digitale Herausforderungen“. In *Ägyptologische „Binsen“-Weisheiten III. Formen und Funktionen von Zeichenliste und Paläographie. Akten der internationalen und interdisziplinären Tagung in der Akademie der Wissenschaften und der Literatur | Mainz im April 2016*, herausgegeben von Svenja A. Gülden, Kyra van der Moezel und Ursula Verhoeven, 83–109. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz. Geistes- und Sozialwissenschaftliche Klasse. Einzelveröffentlichung 15. Stuttgart: Steiner. <http://doi.org/10.25358/openscience-390>.
- Gülden, Svenja A. 2022a. „Materialität, Textsorten, Schreiberhände – eine experimentelle digitale Analyse zu Schriftzeichen der 18. Dynastie“. In *Ägyptologische „Binsen“-Weisheiten IV. Hieratisch des Neuen Reiches: Akteure, Formen und Funktionen. Akten der internationalen Tagung in der Akademie der Wissenschaften und der Literatur | Mainz im Dezember 2019*, herausgegeben von Svenja A. Gülden, Tobias Konrad und Ursula Verhoeven, 221–278. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz. Geistes- und Sozialwissenschaftliche Klasse. Einzelveröffentlichung 17. Stuttgart: Steiner.
- Gülden, Svenja A. 2022b. „Welche Quellen, welche Zeichen? Zur Auswahl von Schriftträgern und Hieratogrammen im AKU-Projekt“. *Hieratisch AKUell* (blog). 21.09.2022. <http://aku.hypotheses.org/3017>.
- Gülden, Svenja A. 2022c. „Digitale Faksimiles oder: grafische Annotation – Teil 1: Einführung“. *Hieratisch AKUell* (blog). 12.10.2022. <https://aku.hypotheses.org/2700>.
- Gülden, Svenja A. und Tobias Konrad. 2020. „Bibliographie zum Hieratischen und den Kursivhieroglyphen“. *Hieratisch AKUell* (blog). 28.07.2020. <https://aku.hypotheses.org/320>.
- Hügi, Jasmin und René Schneider. 2013. *Digitale Forschungsinfrastrukturen für die Geistes- und Geschichtswissenschaften*. Genf: Haute école de gestion de Genève.

- https://infoclio.ch/sites/default/files/standard_page/studie_forschungsinfrastrukturen_small.pdf
- IANUS – Forschungsdatenzentrum für Archäologie & Altertumswissenschaften. 2014. „IT-Empfehlungen für den nachhaltigen Umgang mit digitalen Daten in den Altertumswissenschaften“. Herausgegeben von M. Heinrich, F. Schäfer und M. Trognitz. <https://doi.org/10.13149/000.111000-A>.
- iDAI.gazetteer des Deutschen Archäologischen Instituts. O. J. <https://gazetteer.dainst.org/>
- Kindling, Maxi und Peter Schirmbacher. 2013. „Die digitale Forschungswelt‘ als Gegenstand der Forschung“. *Information - Wissenschaft & Praxis* 64 (2–3): 127–136. <https://doi.org/10.1515/iwp-2013-0017>.
- Konrad, Tobias. 2022. „Deep Learning Hieratisch“. *Hieratisch AKUell* (blog). 05.10.2022. <https://aku.hypotheses.org/2771>.
- Konrad, Tobias. Im Druck. „Hieroglyphs in a Multidimensional Space. A Case Study on the Applicability of Digital Paleography to Cursive Hieroglyphs“. In *Proceedings of the XII International Congress of Egyptologists, 03–08 Nov. 2019 in Cairo*, herausgegeben von Ola el-Aguizi und Burt Kasparian.
- Möller, Georg. 1927a. *Hieratische Paläographie. Die aegyptische Buchschrift in ihrer Entwicklung von der fünften Dynastie bis zur römischen Kaiserzeit*. Bd. 1, *Bis zum Beginn der achtzehnten Dynastie*. 2. Aufl. Leipzig: Hinrichs.
- Möller, Georg. 1927b. *Hieratische Paläographie. Die aegyptische Buchschrift in ihrer Entwicklung von der fünften Dynastie bis zur römischen Kaiserzeit*. Bd. 2, *Von der Zeit Thutmosis' III bis zum Ende der einundzwanzigsten Dynastie*. 2. Aufl. Leipzig: Hinrichs.
- Möller, Georg. 1936a. *Hieratische Paläographie. Die aegyptische Buchschrift in ihrer Entwicklung von der fünften Dynastie bis zur römischen Kaiserzeit*. *Ergänzungsheft zu Band I und II*. Leipzig: Hinrichs.
- Möller, Georg. 1936b. *Hieratische Paläographie. Die aegyptische Buchschrift in ihrer Entwicklung von der fünften Dynastie bis zur römischen Kaiserzeit*. Bd. 3, *Von der zweiundzwanzigsten Dynastie bis zum dritten Jahrhundert nach Chr.* 2. Aufl. Leipzig: Hinrichs.
- Peursen, Wido van. 2010. „Text Comparison and Digital Creativity: An Introduction“. In *Text Comparison and Digital Creativity. The Production of Presence and Meaning in Digital Text Scholarship*, herausgegeben von Wido van Peursen, Ernst D. Thoutenhoofd und Adriaan van der Weel, 1–27. *Scholarly Communication. Past, Present and Future of Knowledge Inscription* 1. Leiden: Brill. <https://doi.org/10.1163/ej.9789004188655.i-328.6>.
- Pleiades. O. J. <https://pleiades.stoa.org/>
- Puhl, Johanna, Peter Andorfer, Mareike Höckendorff, Stefan Schmunk, Juliane Stiller und Klaus Thoden. 2015. *Diskussion und Definition eines Research Data LifeCycle für die digitalen Geisteswissenschaften*. DARIAH-DE Working Papers 11. Göttingen: GEO-DEC, Dokumenten- und Publikationsserver der Georg-August-Universität. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:7-dariah-2015-4-4>.
- Stäcker, Thomas. 2015. „Noch einmal: Was sind geisteswissenschaftliche Forschungsdaten?“ *DHdBlog* (blog). 06.12.2015. <https://dhd-blog.org/?p=5995>.

- THOT-Thesaurus. 2018. *THOT – Thesauri & Ontology for Documenting Ancient Egyptian Resources*. <http://thot.philo.ulg.ac.be>.
- Verhoeven, Ursula. 2001. *Untersuchungen zur späthieratischen Buchschrift*. Orientalia Lovaniensia Analecta 99. Leuven: Peeters.
- Verhoeven, Ursula. 2020. „Besuchertexte, Lehren und Lieder des Neuen Reiches“. In *Dipinti von Besuchern des Grabes N13.1 in Assiut*, herausgegeben von Ursula Verhoeven, 1–323, Taf. 1–343. The Asyut Project 15. Wiesbaden: Harrassowitz.