

Paläographien und Hieratogramme – digitale Herausforderungen

SVENJA A. GÜLDEN

Abstract

Seit Beginn der Erforschung der altägyptischen Sprache und der hieratischen Schrift wurden paläographische Listen zusammengestellt, die die kursiven Einzelzeichen des Hieratischen (Hieratogramme) bestimmten Standardhieroglyphen zuweisen. Während traditionelle, gedruckte Paläographien von Natur aus statisch sind, ermöglicht eine digitale Paläographie – zunächst auf quantitativer Ebene – die flexible Erweiterung des erfassten Zeichenmaterials. Darüber hinaus bedingen Methoden, mit denen die Hieratogrammdigitalisate erstellt bzw. abgebildet werden, die Bandbreite der späteren Auswertungen. Zudem kann der Rückgriff auf das Originalzeichen und dessen Kontext auf digitalem Weg erleichtert werden. Die unterschiedlichen Arbeitsweisen werden im Hinblick auf die Anforderungen einer digitalen Paläographie und Erfahrungen mit dem nötigen Workflow vorgestellt und diskutiert.

Paläographien – von der Liste zur Datenbank

Die Zusammenstellung von Schriftzeichen in Listen und die Zuweisung von Hieratogrammen¹ zu den entsprechenden Hieroglyphen sind so alt wie die Erforschung der altägyptischen Schrift und Sprache.

Offenbar bestand bereits im Alten Ägypten die Notwendigkeit oder der Wunsch, die eigenen Schriftzeichen (Hieroglyphen und Hieratisch) einander gegenüberzustellen und zu beschreiben. In dem sog. Zeichenpapyrus aus Tanis, der aus dem 2. Jh. n. Chr. stammt, haben sich ca. 230 Gegenüberstellungen von Hieroglyphen und Hieratogrammen erhalten.² In einer Kolumne, die rechts und links jeweils durch eine senkrechte Linie eingefasst wird, ist zunächst je ein hieroglyphisches Zeichen geschrieben, links davon – also der hieratischen Schriftrichtung entsprechend – das jeweilige hieratische Pendant sowie eine kurze Beschreibung bzw. Benennung dessen, was das Zeichen darstellt (Abb. 1).

1 Zur Definition von Termini, die im Mainzer Akademieprojekt „Altägyptische Kursivschriften. Digitale Paläographie und systematische Analyse des Hieratischen und der Kursivhieroglyphen“ (abgekürzt: AKU; vgl. <https://aku.uni-mainz.de/>) Verwendung finden, siehe das Glossar am Ende dieses Beitrags.

2 GRIFFITH & PETRIE, *Two hieroglyphic papyri*, 1–17. Griffith schätzt, dass es in diesem Papyrus 462 Zuordnungen von hieroglyphischen und hieratischen Zeichen gegeben haben muss (S. 4).

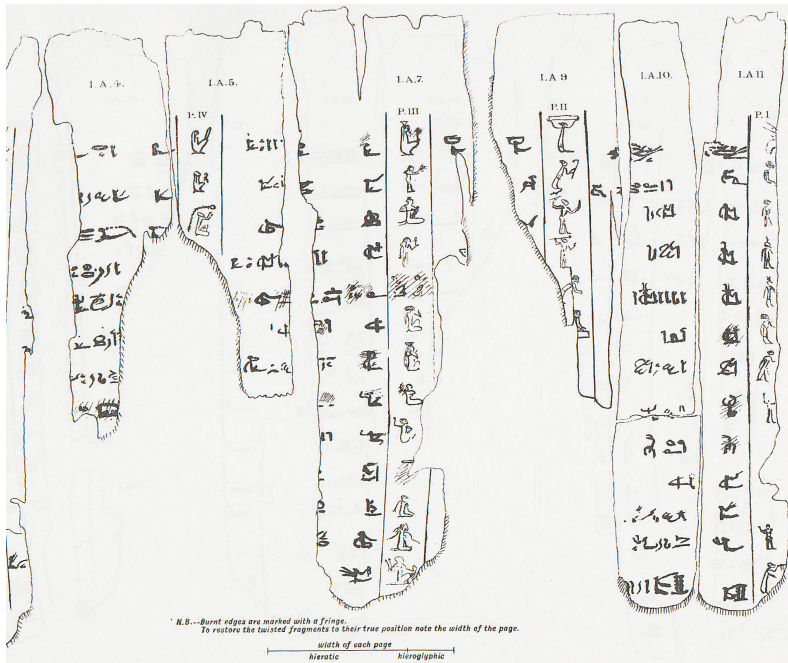


Abb. 1: Umzeichnung eines Teils des sog. Zeichenpapyrus, P. London BM EA 10672 (GRIFFITH, PETRIE, *Two hieroglyphic papyri*, Tf. I).

Ein anderer Papyrus, in dem hieroglyphische Schriftzeichen – allerdings ausführlicher und weniger im Sinne einer Zeichenliste – erläutert werden, ist der Papyrus Carlsberg 7, ebenfalls aus dem 2. Jh. n. Chr.³

Auch in der neuzeitlichen Erforschung der altägyptischen Schrift und Sprache gab es stets Zeichenlisten, in denen die verschiedenen Schriften einander gegenübergestellt wurden. Eine Zeichenliste mit über 100 hieroglyphischen Zeichenentsprechungen hat Champollion 1824 vorgelegt.⁴ Er stellte hebräische, koptische und griechische Schriftzeichen den ägyptischen gegenüber, wobei er sich nicht nur auf die Hieroglyphen beschränkte, sondern diese auch den kursivhieroglyphischen, hieratischen und demotischen Entsprechungen zuordnete (Abb. 2).

Diese Übersicht diente nicht nur der Identifikation der Zeichen, sondern zeigte bereits verschiedene Allographen eines hieratischen Zeichens. Wenige Jahrzehnte

3 Siehe dazu IVERSEN, *Papyrus Carlsberg No. VII*; QUACK, in: BÖTTNER et al. (edd.), *5300 Jahre Schrift*; QUACK, in: RYHOLT (ed.), *The Carlsberg Papyri 16* (in Vorbereitung).

4 CHAMPOLLION, *Précis du Système II*, Tf. A–K. <http://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/champollion1824bd2>. Vgl. dazu POSENER, in: *Textes et langages I*, 25.



Abb. 2: Ausschnitt aus der Zeichenliste Champollions
 (CHAMPOLLION, *Précis du Système*, Tf. A).

später hat Levi eine knapp 70 Seiten umfassende Paläographie veröffentlicht.⁵ Anders als Champollion bildete er Kategorien zur Ordnung der Schriftzeichen (z. B. *I. Persone et Divinità*), aber ebenso wie dieser vergab er für jeden Eintrag eine eigene Nummer und benannte zudem die Lautwerte der Zeichen. Innerhalb dieser Liste ist nicht unmittelbar ersichtlich, welcher Quelle welches Zeichen entnommen ist, aber zumindest führte er diese Details in einer vorangehenden Liste auf, die die Quellen in abgekürzter Form zitiert (Abb. 3 a–b).

Möller bezeichnete diese Publikation als „anspruchlose(s) Schriftchen“⁶, das eher als „Hilfsmittel für den Anfänger“⁷ geeignet sei, wohl weil ihm die Variationsbreite der zugrundeliegenden Quellen nicht ausreichte. Dennoch ist anzuerkennen, dass Levi 613 hieroglyphisch-hieratische Zuordnungen auflistet und dabei den Hieroglyphen oft mehrere Hieratogramme gegenüberstellt. Außerdem listet er weitere 62 hieratische Grapheme auf, für die er weitestgehend keine hieroglyphische Entsprechung angibt, allerdings in 12 Fällen vermutete Lesungen bzw. mögliche hieroglyphischen Zuordnungen benennt.

5 LEVI, *Raccolta*.

6 MÖLLER, *Paläographie I*, V.

7 *Ibid.* V.

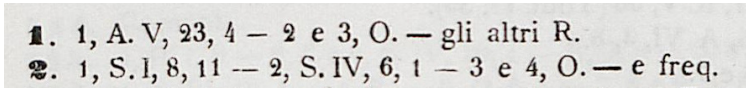


Abb. 3 a: Ausschnitt aus der Belegliste (Zeichen 1 und 2) der paläographischen Liste von Levi (LEVI, *Raccolta*, 5).

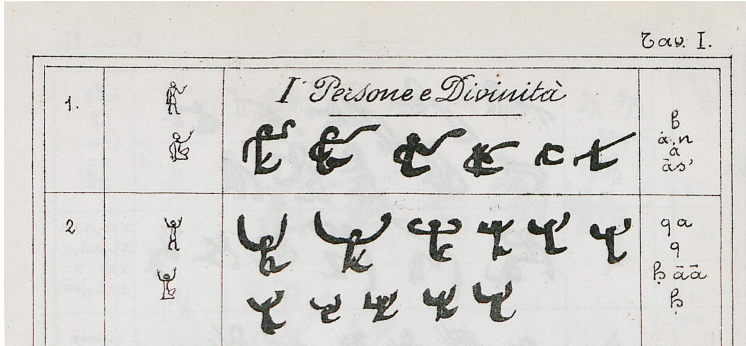


Abb. 3 b: Ausschnitt aus der paläographischen Liste von Levi (LEVI, *Raccolta*, Tf. 1).

Weitaus weniger Grapheme (ca. 70) hat Erman im zweiten Band seiner Publikation der Märchen des Papyrus Westcar in einer paläographischen Liste präsentiert und teilweise beschrieben.⁸ Allerdings ist seine Quellenauswahl chronologisch breiter angelegt und auch in der Art der Zeichenprsentation hat Erman eine Vorlage geliefert, die Mller in seiner *Hieratische(n) Palographie*⁹ weiterentwickelte (Abb. 4).

Wie Erman benannte Mller in der obersten Zeile seiner Liste die verwendete Quelle und direkt unterhalb der Hieratogramm-Faksimiles die jeweiligen Belegstellen. Während Erman die Zeichen entsprechend der sog. *Theinhardt Liste*¹⁰ nummerierte, ordnete Mller diese teilweise um und vergab neue, durchgehend gezählte Zeichennummern. In Band II und III stellte er beide Systeme in einer Konkordanz gegenüber.¹¹

Mllers palographisches Standardwerk zum Hieratischen ist inzwischen über 100 Jahre alt und wird nach wie vor bei der Bearbeitung hieratischer Texte konsultiert. Bereits 1973 sah Posener nicht nur die Notwendigkeit eines *nouveau Mller*, sondern formulierte zudem die Anforderungen an die Hieratistik.¹² Jüngere Paläo-

8 ERMAN, *Westcar* II, insbes. Schrifttafel I–VII.

9 MLLER, *Palographie* I–III.

10 ANONYMUS, *Theinhardt Liste*.

11 MLLER, *Palographie* II, 71–74 und III, 60–72.

12 POSENER, in: *Textes et langues* I, 25–30, insbes. 29–30. Siehe dazu und zu einem ersten Ent-

SCHRIFTTAFEL I

	Simulke	Bond. 18	Math.	Westc.	Clars.	Tain. 1	Bond. 18	Bond. 10	J. & Ch.	3' Ostr.	Om. 1.	Om. 2.	Süll. 3.	Flann.	Althott.	Abb. 8	Bond. Papyrus

Abb. 4: Ausschnitt aus der paläographischen Liste von ERMAN, *Westcar*, Tf. 1.

graphien bieten zwar mehr Material und Zeichenbeispiele, können aber nur Teilbereiche von Möllers Paläographie ersetzen.¹³ Prinzipiell folgen diese Teilpaläographien in Struktur und Zeichenpräsentation zumeist dem Vorbild Möllers, allerdings orientieren sich diese jüngeren Paläographien bei der Ordnung der Zeichen an der *Sign-list* Gardiners. Damit verbunden sind die Probleme, die die Gardiner-Zeichennummern mit sich bringen. Sie sind zwar seit langem Standard in der Ägyptologie, berücksichtigen aber nur eine Auswahl von Hieroglyphen¹⁴ und sind für das Hieratische nur bedingt geeignet. Nicht alle Hieratogramme finden in Gardiners Liste eine Entsprechung. Die dadurch oftmals notwendigen Ergänzungen werden in den verschiedenen Paläographien nach unterschiedlichen Prinzipien nummeriert. Dies behindert eine Zusammenführung der Zeichenlisten und bedeutet für das AKU-Projekt nicht nur die Zusammenstellung einer Konkordanz hieroglyphischer Zeichenlisten und hieratischer Paläographien sowie der jeweiligen Zuordnung, sondern legt auch die Entwicklung einer neuen Zeichenliste mit einer erweiterungsfähigen Kodierung, die sich speziell auf das Hieratische bezieht, nahe.¹⁵

wurf einer digitalen Paläographie GÜLDEN, *Ein „nouveau Möller“?* sowie GÜLDEN & VERHOEVEN, in: ROSATI & GUIDOTTI (edd.), *Proceedings*, 617–675. Für eine aktuelle Standortbestimmung der Hieratistik siehe VERHOEVEN, in: VERHOEVEN (ed.), *„Binsen“-Weisheiten I–II*.

13 Als Beispiele für Teilpaläographien, die sich auf einen ausgewählten Zeitraum oder spezielle Quellen beziehen, seien hier genannt DOBREV et al., *Old Hieratic Palaeography*; GASSE, *Un papyrus et son scribe*; GOEDICKE, *Old Hieratic Paleography*; LENZO, *Manuscripts hiératiques*; REGULSKI, *Palaeographic Study*; VERHOEVEN, *Buchschrift*; WIMMER, *Hieratische Paläographie*.

14 Zudem beruhen die Standardhieroglyphen der *Sign-list* (GARDINER, *Egyptian Grammar*, 438–548) auf Zeichenformen der 18. Dynastie, die vielfach nicht den Vorlagen, auf die sich z. B. das Hieratische des Mittleren Reiches bezieht, entsprechen. Grundsätzlich wäre es wünschenswert, die zeitgleichen Schriftformen einander gegenüberzustellen. Inzwischen gibt es einige Initiativen im Bereich der hieroglyphischen Paläographie, z. B. MEEKS (ed.), *Paléographie hiéroglyphique*; MOJE, *Privatstelen*; KAHL et al., *The god's words* (in Vorbereitung).

15 Zum Zeicheninventar, zur Problematik der Konkordanz und zum ersten Entwurf einer neuen Nummerierung siehe den Beitrag von VAN DER MOEZEL in diesem Band.

Eine solche Liste, die alle Zeichenformen für das hieratische Repertoire berücksichtigt (und kodiert), könnte selbstverständlich in Form einer gedruckten Paläographie erscheinen. Abgesehen davon, dass dieses Format recht übersichtlich ist, setzt es jedoch Grenzen. Nach wie vor könnten nur ausgewählte Hieratogramme den Hieroglyphen gegenübergestellt werden. Auch die Belege für die unterschiedlichen und durchaus variantenreichen Formausprägungen eines Graphems wären auf wenige Beispiele begrenzt.¹⁶ Hinzu kommt, dass die Dynamik einer auf Erweiterungsfähigkeit ausgelegten Kodierung verloren ginge – diese paläographischen Listen wären nach wie vor statisch.

Die digitale Version – eine Datenbank

Die zeitgemäße Form einer Paläographie ist zweifelsohne digital, weil die Einschränkungen gedruckter Paläographien und Zeichenlisten überwunden werden können. Eine Datenbank ist dynamisch und bietet daher folgende Vorteile:

- Die Konkordanz publizierter hieratischer Paläographien kann nicht nur stetig erweitert werden, sondern ermöglicht auch die Suche nach den von den jeweiligen Autoren sehr unterschiedlich vorgenommenen Kodierungen,
- Kodierungen neuer hieroglyphischer Zeichenlisten¹⁷ können erfasst, verlinkt und mit den hieratischen Graphemen verknüpft werden,
- die Materialbasis kann kontinuierlich mit der Erfassung neuer Schriftträger ausgebaut werden und neue Zeichenformen können hinzukommen,
- bereits erfasste Hieratogrammdigitalisate können ggf. durch qualitativ bessere ersetzt werden,
- die Annotationen der einzelnen Hieratogramme können modifiziert oder korrigiert werden,
- aus der Datenbank heraus können Verlinkungen auf die Fotos der Originalhandschriften gesetzt werden, um die Faksimiles mit diesen vergleichen zu können sowie Position und Kontext eines Zeichens leicht erkennen zu lassen.

Die Datenbank des AKU-Projekts soll außerdem dazu dienen, paläographische Listen für den Druck auszugeben, beispielsweise zur Erstellung von Teilpaläographien für eine bestimmte Zeitspanne oder ein ausgewähltes Textcorpus. Auch für die Bildschirmanzeige ist eine Listenansicht eine von mehreren Optionen, wobei in diesem

16 Auch wenn eine Paläographie, wie die von WIMMER, *Hieratische Paläographie*, einem Graphem eine ganze DIN A4-Seite widmet, ist der zur Verfügung stehende Raum auf das jeweilige Papierformat beschränkt.

17 Vgl. dazu den Beitrag von HAFEMANN in diesem Band.

Fall die Möglichkeiten des digitalen Mediums zu nutzen sind, indem sie dynamisch generiert werden und über Verlinkungen zu weiteren Daten verfügen.

Außerdem soll die Datenbank dazu verwendet werden, die Hieratogrammdigitalisate für eine digitale Auswertung aufzubereiten. Dazu gehören die Metadaten der Schriftträger, von denen sie stammen, u. a. mit Angaben zu Material, Herkunft und Datierung, zum Layout und Genre sowie zur Funktion des Textes, ebenso wie die Metadaten zu den einzelnen Hieratogrammen wie z. B. Zeichengröße, Position auf dem Schriftträger, Schriftrichtung und Strichführung (Abb. 5).

Abb. 5: Layout zur Erfassung von Hieratogrammdigitalisaten und dazugehörigen Metadaten in der Paläographie-Datenbank des AKU-Projekts (© AKU-Projekt).

Der für die Nutzer zunächst interessanteste Aspekt ist die Möglichkeit, das Zeichenmaterial anforderungsgenau abfragen zu können. Sie können sich die abgefragten Zeichen nach unterschiedlichen Aspekten sortieren, entsprechend anzeigen und auch drucken lassen. Somit können die Datenbankabfragen bereits erste Analysen zur hieratischen Schriftkultur unterstützen.¹⁸ Dadurch, dass die annotierten Zeichen aus der Datenbank heraus aber auch in andere Dateiformate exportiert werden

18 Für einige beispielhafte Abfragekombinationen siehe GÜLDEN, *Ein „nouveau Möller“?*, 7.

können, bieten sich weitere digitale Analyse- und Visualisierungsmöglichkeiten wie eine zweidimensionale Visualisierung (beispielsweise eine einfache Raum-Zeit-Visualisierung in einem Geobrowser), dreidimensionale Visualisierungen (Clusteranalyse oder Netzwerkvisualisierung) oder weitere multidimensionale Visualisierungen.

Solche Analysen benötigen zuverlässige Daten, weshalb es in einem prinzipiell chaotischen Ablagesystem wie dem einer Datenbank notwendig ist, die (Meta-) Daten sorgfältig miteinander zu verknüpfen sowie die Zeichen selbst sehr knapp und aussagekräftig zu beschreiben. Um letzteres gewährleisten zu können, wird ein Thesaurus entwickelt, der die Kategorisierung der Zeichen unterstützt und mit dessen Hilfe die Hieratogramme in der Datenbank annotiert werden.¹⁹

Für die Entwicklung einer Zeichenliste für das Hieratische und damit einhergehend eines neuen Kodierungssystems kann die Datenbank aber nicht eingesetzt werden.²⁰ Wollte man für diesen Arbeitsschritt digitale Tools einsetzen, wie z. B. einen Mustererkennungs-Algorithmus oder andere Zeichenerkennungssoftware, wäre es notwendig, das breit gefächerte Spektrum der Hieratogramme bereits digitalisiert vorliegen zu haben. Da dies aber im notwendigen Umfang noch nicht der Fall ist, erarbeitet das AKU-Projekt die neue Liste für die hieratischen Zeichen derzeit mit Hilfe eines optisch-strukturellen Vergleichs der Zeichen.

19 Dazu ist eine Publikation durch die Verf. in Vorbereitung. Für erste Überlegungen zu diesem Aspekt auch im Hinblick auf die Umsetzung in XML/TEI siehe GÜLDEN, KRAUSE & VERHOEVEN, in: BUSCH, FISCHER & SAHLE (edd.), *Kodikologie und Palographie* 4, 2017, 261–266.

20 Die neue Kodierung/Nummer ist letztlich nichts anderes als ein weiteres Metadatum. Ebenso wie andere Metadaten kann sie für eine individuelle Sortierung herangezogen werden, da sie das Hieratogramm einem Graphem und einer Formklasse zuweist. Sie dient aber nicht als Identifikationsnummer für ein einzelnes Hieratogramm. Gewährleistet wird die eindeutige Identifizierbarkeit eines Hieratogramms (mitsamt der ihm zugewiesenen Metadaten) durch die jeweilige AKU HT_ID und HT_UUID. Eine ID (meist rein numerisch) ist innerhalb einer Datenbank/Datenbanktabelle eine eindeutige Kenn-Nummer für einen Datensatz. Diese Eindeutigkeit ist aber nicht mehr gegeben, wenn dieser Datensatz aus seiner generierenden Einheit (Datenbank) ohne sein Präfix (in unserem Fall z. B. AKU HT_) entfernt wird. Dies wäre beispielsweise bei der Zusammenführung von Datenbanken (jede Datenbank/Datenbanktabelle wird z. B. eine ID „1“ haben) der Fall oder wenn die Datensätze aus der Datenbank in andere Formate exportiert werden. Die UUID (*Universally Unique Identifier*) ist eine Zahl; meist in hexadezimaler Darstellung (z. B. 94699965-B212-4D9C-9B92-9FC455ADE084), wobei die einzelnen Komponenten durch verschiedene Verfahren zufällig gebildet werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass weltweit zwei exakt gleiche UUIDs generiert werden ist so klein, dass Daten, die mit einer UUID gekennzeichnet sind, eine einzigartige Markierung haben. Siehe dazu die aktuellen Empfehlungen der ITU (*International Telecommunication Union*) <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11746>.

Hieratogramme in einer Paläographie – Faksimile oder Foto?

Faksimiles

Die klassische Form, in der Hieratogramme in einer Paläographie präsentiert werden, sind Faksimiles, die in unterschiedlichen Verfahren erstellt und bislang vorzugsweise für gedruckte Publikationen verwendet werden. Sehr gängig sind auch heute noch traditionelle Techniken zur Anfertigung von Faksimiles. Dabei werden Folien verwendet, die unterschiedlich beschaffen sein können, z. B. Kunststoff-Zeichenfolien für anlösende Tusche, hochtransparente Folien für wasserlösliche Tusche oder milchige Folie, die sich auch zur Beschriftung mit dem Bleistift eignet (Abb. 6).

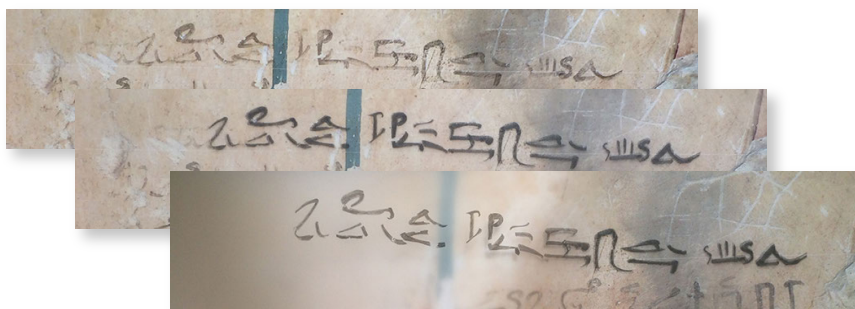


Abb. 6: Klassische Faksimilierung mit Folie und Bleistift (© Svenja A. Guldén). Ausschnitt des Dipintos TN18 aus dem Grab N13.1, Assiut. Foto: J. Kahl, © The Asyut Project.

Als Vorlagen dienen dabei meist Fotografien im 1:1 Format, im Einzelfall wird sogar direkt vom Original faksimiliert.²¹ Für die Publikation der Hieratogramme, z. B. im Rahmen einer Paläographie, werden diese Faksimiles schließlich eingescannt und als Rastergrafiken gedruckt. Gelegentlich wandelt man diese Rastergrafiken vor dem Druck in Vektorgrafiken um.²² Inzwischen werden Faksimiles immer häufiger auf der Basis von Scans oder Fotos direkt digital gezeichnet, wobei diese Zeichnungen zumeist für eine klassische Printpublikation, aber weniger für eine digitale Auswertung vorgesehen sind.

Zu unterscheiden sind die durchgehend schwarz gezeichneten Faksimiles von denen, die die Zeichen in abgestuften Grauschattierungen wiedergeben. Letztere

²¹ Dieses Verfahren wird gerne bei Aufschriften angewandt, die auf unebene bzw. gewölbte Objekte geschrieben wurden, wie z. B. Gefäßaufschriften.

²² Zu der Problematik bei einem solchen Vorgehen, siehe weiter unten.

können sowohl traditionell (z. B. mit Bleistift auf Folie) als auch digital erstellt werden.²³ Ziel dieser Methode ist es, mit dem Faksimile möglichst nah am Erscheinungsbild – so wie es sich uns heute darstellt – zu bleiben, wobei sowohl der Erhaltungszustand der Tusche auf dem Schriftträger als auch die regelmäßig abnehmende Intensität der Tusche dokumentiert werden, um die *Dippings*²⁴ im Faksimile nachvollziehbar zu machen. Das klassische Faksimile mit einheitlich schwarzen Schriftzeichen dient dagegen einerseits als Lesehilfe bei stark verblasster Schrift, andererseits entspricht es der idealen Form der Beschriftung mit gleichmäßig schwarzer (bzw. roter) Tusche. Auch wenn es schon früh in der Geschichte der Ägyptologie Publikationen mit Fotoreproduktionen gab, waren Faksimiles oft ein Ersatz für den zu kostspieligen Abdruck von (Farb-)Fotografien.²⁵

Der Wert eines Faksimiles hängt immer stark von dessen Präzision ab. Grundsätzlich ist das Faksimile als Ergänzung zu einem Foto zu betrachten.²⁶ Im Rahmen einer Paläographie aber liegt der Vorteil bei der Darstellung der Hieratogramme als gleichmäßig schwarzes Faksimile vor allem darin, dass die homogene Darstellungsform die unterschiedlichen Formausprägungen deutlich sichtbar und somit gut vergleichbar macht.

Ausschnitte aus einem Digitalisat

Eine andere Art, Hieratogramme in eine Paläographie aufzunehmen besteht darin, die Zeichen als Ausschnitte eines digitalen Fotos oder eines Scans des Schriftträgers selbst einzufügen.²⁷ Der Vorteil dieser Methode ist, dass eine solche Paläographie

23 Für die Methode mit Bleistift auf Folie vgl. z. B. die Faksimiles bei DORN, *Arbeiterhütten* III, beispielsweise Tf. 568, Nr. 690 vso. Für die digitale Methode siehe ALLEN, *Hegankhbt*, Tf. 25–57, für die Grauschattierungen siehe z. B. Tf. 27.

24 PARKINSON, *Reading Ancient Egyptian Poetry* kennzeichnet die Dippings in der Transkription (z. B. S. 92) sowie in der Übersetzung (S. 280–322) durch einen senkrechten Strich. RAGAZZOLI, in: LEPPER (ed.), *Forschung der Papyrussammlung*, 213 markiert die Dippings und ggf. mit diesen einhergehend den Beginn einer grammatikalischen Einheit mit Grauschattierungen in der hieroglyphischen Transliteration.

25 CAMINOS, *Literary fragments*, hat im Tafelteil seiner Publikation sowohl Fotos als auch Faksimiles (als Fotoersatz) verwendet.

26 So z. B. BURKARD, WIMMER & GOECKE-BAUER in: EL DAMATY & TRAD (edd.), *Egyptian museum collections*, 202.

27 Diese Vorgehensweise wird in jüngeren Publikationen öfters verwendet, insbesondere, wenn es sich um Teil-Paläographien zu ausgewählten Zeichen(folgen) handelt. Beispiele dafür mit z. T. sehr unterschiedlichen Qualitäten des Bildmaterials sind ALBERT, *Aset-Ouret*, 159–190; BACKES, *Papyrus Schmitt*, 893–945; MUNRO, *Hor*, 8–13; VERHOEVEN, *Chambor C*, 57–63.

relativ schnell zu erstellen ist und das Hieratogramm in seinem derzeitigen Zustand auf dem Schriftträger gezeigt wird. Es entfällt zudem die Gefahr, dass das Hieratogramm beim Zeichenvorgang bewusst oder unbewusst verändert wird. Eine Voraussetzung ist dabei allerdings, dass den Foto- oder Scanausschnitten hochauflösende Digitalisate zugrunde liegen, denn nur eine sehr gute Bildqualität kann die Details der Formausprägung der Zeichen vermitteln.

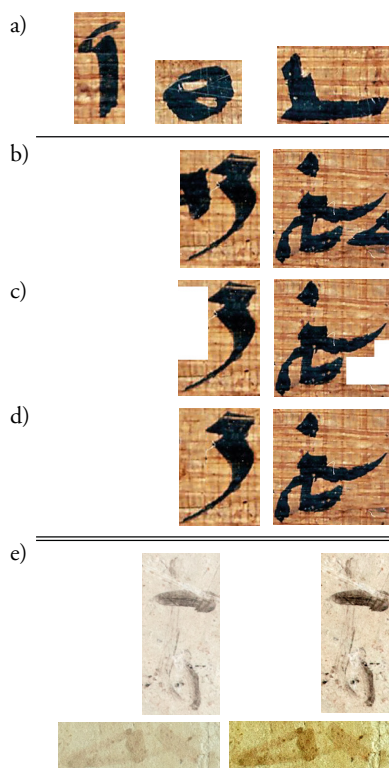


Abb. 7: Präsentationsarten von Hieratogrammen als Ausschnitte aus Digitalisaten (mit und ohne Manipulation). Die Beispiele a)–d) stammen aus dem P. Colon. Aeg. 10207 (Tb der Iahtesnacht, <https://papyri.uni-koeln.de/stueck/tm57143>, CC-BY 4.0), e) von Dipinti aus dem Grab N13.1 in Assiut. Fotos: J. Kahl, S. A. Gülden © The Asyut Project.

Bei gut erhaltenen Schriftträgern, auf denen der Zustand der Tusche deutliche Kontraste aufweist, können Zeichen, die nicht durch benachbarte Hieratogramme beeinträchtigt sind, gut isoliert und präsentiert werden (Abb. 7a). Sollten Nachbarzeichen in das relevante Zeichen hineinragen, oder dieses sogar durchschneiden, hat man mehrere Möglichkeiten. Entweder man bildet die relevante Stelle so ab

wie sie ist (Abb. 7b), man schneidet die störenden Elemente im Fotoausschnitt aus (Abb. 7c) oder „löscht“ mit Hilfe eines Bildbearbeitungsprogramms die Schrift (Abb. 7d). Allerdings wird das Original in den beiden letzten Fällen verändert. Problematisch wird es, wenn die Schrift auf dem Schriftträger verblasst, abgerieben oder nicht sehr kontrastreich erhalten ist. Auch hier könnte man mit einem Bildbearbeitungsprogramm nachhelfen und z. B. den Kontrast verstärken, das Bild invertieren o. ä., aber eine ideale Darstellungsform für den Zeichen- bzw. Schriftvergleich ist dies kaum (Abb. 7e).²⁸

Welche Vorgehensweisen eignen sich für eine digitale Paläographie?

Um Schriftzeichen in die Paläographie-Datenbank aufnehmen zu können, ist es erforderlich, alle Hieratogramme zu digitalisieren. Prinzipiell bieten sich dafür alle oben beschriebenen Möglichkeiten an, auch die Verwendung von Fotoausschnitten eines hochauflösenden Digitalisates (Foto oder Scan des Schriftträgers).²⁹ Kombiniert man diese unterschiedlichen Darstellungsformen und Formate – je nach Beschaffenheit der digitalen Vorlage – könnte innerhalb relativ kurzer Zeit viel Datenmaterial in die Datenbank einfließen. Auch wenn dies zunächst vorteilhaft erscheint, liegt ein Nachteil darin, dass die Zeichen kein einheitliches optisches Erscheinungsbild haben (Abb. 8).

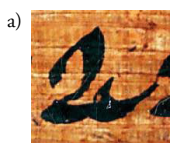
Eine homogene Darstellungsform ist aber in jeder Paläographie – egal ob analog oder digital – für den Vergleich der Formausprägungen einzelner Hieratogramme vorteilhaft. Doch welche Form ist für eine *digitale* Paläographie geeignet?

Unter Abwägung aller oben genannten Argumente fiel im AKU-Projekt die Entscheidung für die Verwendung von Faksimiles, und zwar zunächst in der Variante schwarz gezeichneter Faksimiles, um eben die Formausprägung der Zeichen auf diese Weise deutlich und normalisiert zu dokumentieren.³⁰ Dafür eignen sich

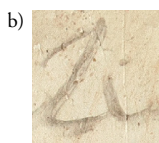
28 Dennoch sind diese Methoden (z. B. Kontrastverstärkung, Invertierung oder auch die Infrarotfotografie) sehr gut, um schlecht sichtbaren Text lesbar zu machen. Siehe dazu beispielsweise GOURDON, in: *BSFE* 189; <http://www.ifao.egnet.net/image/52/>; EVANS & MOURAD, in: *Journal of Archaeological Science: Reports* 18, 2018.

29 Die Kombination von Faksimile und Ausschnitt aus einem Digitalisat in einer Paläographie wurde bereits auch in Printpublikationen angewandt, siehe z. B. REGULSKI, *Palaeographic Study*, 332–765.

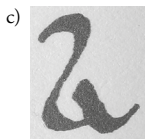
30 Dadurch, dass vorgesehen ist, den Textzusammenhang mit Hilfe des digitalisierten Originals (Foto oder Scan) zu dokumentieren, kann zudem der Originalzustand eingesehen und das Faksimile damit jederzeit verglichen werden. Voraussetzung für den *open access* Zugang ist aber, dass das AKU-Projekt die Rechte für die Veröffentlichung der Digitalisate im Netz durch die jeweiligen Museen, Sammlungen etc. erhält.



Scanausschnitt: Papyrus
(P. Colon. Aeg. 10207, Kol. 10, Zeile 3)



Fotoausschnitt: Dipinto
(Assiut, Grab N13.1, TN18, Zeile 1)



Scanausschnitt: publizierte Paläographie
(MÖLLER, *Paläographie* 1, Nr. 192B, S. 18,
P. Ebers, Kol. 1, Z. 1)



Faksimile: Dipinto
(Assiut, Grab N13.1, TN18, Zeile 1)

Abb. 8: Beispiele von unterschiedlichen Darstellungsmöglichkeiten hieratischer Zeichen in einer Paläographie (a) <https://papyri.uni-koeln.de/stueck/tm57143>, CC-BY 4.0; b) und d) © The Asyut Project, Foto: J. Kahl, Faksimile: S. A. Gülden).

prinzipiell sowohl S/W-Scans (Rastergrafiken) als auch digitale Umzeichnungen als Vektorgrafiken. Für eine digitale Auswertung ist eine einheitliche Farbgebung (z. B. wie hier schwarz-weiß) durchaus von Vorteil, wichtiger ist aber die digitale Vergleichbarkeit der Daten, d. h. die Verwendung gleicher Datenformate.

Digitale Umzeichnungen des AKU-Projekts

Zunächst werden die Hieratogramme digital als Vektorgrafiken umgezeichnet. Um eine möglichst große Präzision zu gewährleisten, arbeiten wir mit hochauflösenden Digitalisaten, die im Zeichenprogramm auf mindestens 1200 % skalierbar sind.³¹ Die durchaus zeitaufwändige Faksimilierung erfolgt dabei in der Regel in drei Schritten. Zunächst werden die Umrisslinien gezeichnet, wobei statt des Umrisses des gesamten Hieratogramms der der Einzelstriche, aus denen es sich zusammensetzt, faksimiliert wird, sofern die Einzelstriche erkennbar sind.³² Standardmäßig

31 Für die digitalen Umzeichnungen des AKU-Projekts und auch für die weiter unten behandelte Retrodigitalisierung wurde ein Leitfaden entwickelt, GÜLDEN, *Leitfaden* (in Vorbereitung), der interessierten Kooperationspartnern zur Verfügung gestellt werden kann. Derzeit wird dieser Leitfaden erprobt, ggf. modifiziert und erweitert. Die überarbeitete Fassung soll in absehbarer Zeit über die Webpräsenz des AKU-Projekts für alle Interessierten abrufbar sein.

32 So z. B. auch ALLEN, *Heqanakht*, 193–226, für wenige Einzelbeispiele siehe auch RAGAZZOLI, in: LEPPER (ed.), *Forschung in der Papyrussammlung*, 229–230.

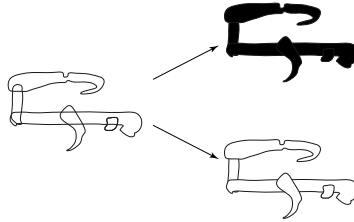


Abb. 9: Verschiedene Stufen der Faksimilierung am Beispiel des Zeichens Gardiner Y5 aus dem Dipinto TN18 aus dem Grab N13.1 in Assiut (© S. A. Gülden).

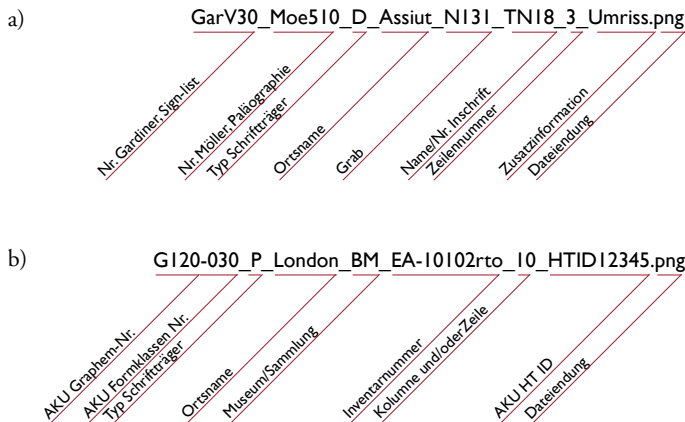


Abb. 10: Beispiele für die Strukturierung der Dateinamen, die möglichst sprechend sein sollen – a) die derzeitige Version, b) eine der geplanten Varianten.

werden die Flächen danach schwarz eingefärbt. Für die Dokumentation der Strichanordnung eines Hieratogramms werden die durch die Umrisslinien erzeugten Flächen in einer weiteren Version zusätzlich auch weiß gefärbt. Die Dateien beider Faksimilevarianten werden in der Datenbank des Projekts erfasst (Abb. 9).

Zur Vorbereitung der Zeichenerfassung in der Datenbank werden die einzelnen Zeichen aus der Umzeichnung des Textes extrahiert, in Einzeldateien abgespeichert und mit einem (vorläufigen) einheitlich strukturierten Dateinamen versehen (Abb. 10).

Die Vektorgrafiken werden derzeit in zwei Formaten gespeichert, als *.eps- und als *.svg-Dateien. Beide Formate erlauben eine Skalierung und den Druck der Zeichen ohne jeglichen Qualitätsverlust, wobei die *.eps-Dateien u. a. wegen ihrer Größe datenbankextern gespeichert werden. Die *.svg-Formate sind dagegen so komprimiert, dass sie in die Datenbank importiert werden können. Ein weiterer Vorteil ist, dass den *.svg-Dateien ein XML-Code hinterlegt ist, der die Umrisse der Schriftzeichen im Pfaddatenelement <path/> nach dem Attribut „d“ als Vektoren

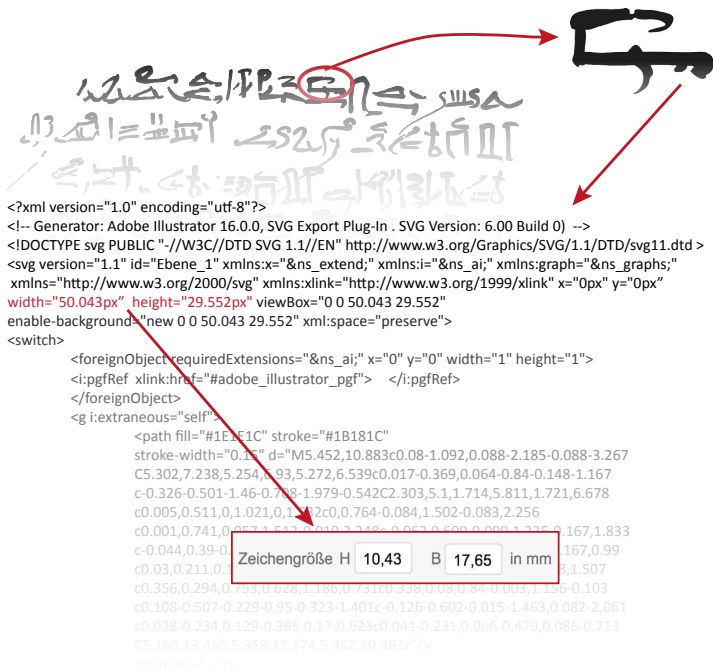


Abb. 11: Visualisierung des Workflows im AKU-Projekt: Extraktion des Hieratogramms aus dem Gesamtfaksimile, Import in die Datenbank und Auslesen der im XML-Code erfassten Zeichengröße (© S. A. Gülden & C. Krause).

mathematisch präzise beschreibt und somit unmittelbar digital ausgewertet werden kann. Er enthält unter anderem genaue Angaben zur Zeichengröße (Attribute *width* und *height* in px). Dadurch ist es möglich, die tatsächliche Größe des Zeichens auf dem Schriftträger im Verhältnis 1:1 zu ermitteln. Bereits beim Import der Zeichen in die Datenbank wird mit der folgenden Formel die Zeichengröße errechnet und in der Datenbank gespeichert (Abb. 11):

$$cm = \frac{Pixel \times 2.54\text{ cm}}{72\text{ ppi}}$$

Parallel zur Speicherung der Faksimiles als Vektorgrafiken erfolgt in einem (ebenfalls) halbautomatisierten Verfahren zudem die Speicherung als Rastergrafiken. Auch hier verwendet das AKU-Projekt hauptsächlich zwei Formate (*.tif und *.png), die sich u. a. in ihrer Dateigröße und in ihrer Eignung zur Langzeitarchivierung unterscheiden. Das *.tif-Format ist definiert, nicht proprietär und ohne Komprimierung sehr robust. Wie die *.eps-Dateien werden auch die *.tif-Dateien datenbankextern gespeichert, während die *.png-Dateien in die Datenbank importiert werden können.

Auch wenn es aufwendig scheinen mag, die Faksimiles in verschiedenen Dateiformaten bzw. Formattypen (Vektor- und Rastergrafik) zu speichern, liegt der große Vorteil darin, dass die Hieratogrammdigitalisate dadurch mit unterschiedlichen digitalen Ansätzen bearbeitet werden können. Sie stehen somit zukünftigen Entwicklungen zur digitalen Auswertung wie z. B. Mustererkennungs-Algorithmen oder anderen Tools zur Erkennung speziell hieratischer (und kursivhieroglyphischer) Zeichen sowie deren unterschiedlichen Formausprägungen zur Verfügung. Ein weiterer wichtiger Aspekt in diesem Zusammenhang, der hier aber nicht weiter ausgeführt werden soll, ist die Aufbereitung der Hieratogrammdigitalisate für ein Langzeitrepositorium.³³

Hinsichtlich der digitalen Umzeichnung paläographisch neu zu erschließender Texte lässt sich der Workflow knapp zusammenfassen und in drei Arbeitsschritte gliedern:

- Arbeitsschritt 1: Umzeichnung der Hieratogramme im Umriss, bzw. der Einzelstrichfolge eines Zeichens, Fllung der Zeichen in schwarz und zusätzlich in weiß bei Dokumentation der Strichfolge.
- Arbeitsschritt 2: Extrahieren der Zeichen aus dem Textzusammenhang, Speicherung in Einzeldateien verschiedener Formate.
- Arbeitsschritt 3: Import der Hieratogrammdigitalisate in die Datenbank, Metadatenerfassung und Annotierung der Zeichen und der Schriftrger.

Integration von projektextern erstellten Faksimiles

Neben den Texten, die durch das Team des AKU-Projekts paläographisch neu bearbeitet werden, sollen auch die Hieratogramme berücksichtigt werden, die aus traditionell publizierten (Teil-)Paläographien stammen, sowie solche, die Kollegen aus ihren laufenden Arbeiten für die Datensammlung der digitalen hieratischen Palographie zur Verfügung stellen.³⁴ Dieses Material ist heterogen und daher unterschiedlichen Bearbeitungsprozessen unterworfen.

33 Dies betrifft die verschiedenen Dateiformate und die dazugehörige Annotierung. Siehe dazu und zum Forschungsdatenmanagement im AKU-Projekt GÜLDEN, *Von Binsen, Bytes und Backups* (in Vorbereitung).

34 Jedes einzelne hieratische Zeichen, das Eingang in die digitale Palographie findet, wird mit dem Namen des jeweiligen Bearbeiters oder Urhebers der Umzeichnung gekennzeichnet. Wir danken an dieser Stelle all unseren aktuellen Kooperationspartnern für die bereits erfolgte konstruktive Zusammenarbeit, vgl. <https://aku.uni-mainz.de/kooperationspartner/> [19.4.2017].

Digitale Formate

Die Weiterverarbeitung von bereits digitalen Formaten erspart die Arbeitsschritte der weiter unten beschriebenen Retrodigitalisierung. Liegen die Hieratogrammdigitalisate als Vektorgrafiken vor, können diese nach einigen vorbereitenden Arbeitsschritten³⁵ in der Datenbank erfasst und annotiert werden. Rastergrafiken werden ebenso in die Datenbank aufgenommen, wobei diese in einem weiteren Schritt zusätzlich in Vektorgrafiken umgewandelt werden.³⁶

*Retrodigitalisierung*³⁷

Zeichenlisten oder -zusammenstellungen, die analog vorliegen, müssen retrodigitalisiert werden. Zunächst werden diese in einer hohen Auflösung gescannt, dann werden die Schriftzeichen isoliert und in Einzeldateien (*.tif und *.png) abgespeichert. Damit die Hieratogramme bereits auch in dieser Bearbeitungsstufe in der Datenbank abgefragt werden können, wird dieses Material in der Paläographiedatenbank zwischengespeichert.

Da die Materialbeschaffenheit und -qualität der Vorlagen unterschiedlich ist, ergeben sich hier individuelle Arbeitsschritte, die nur selten (halb-)automatisiert werden können. So kann beispielsweise die Beschaffenheit des Papiers Nachbearbeitungen der Scans bzgl. der Graustufenwerte, Kontraste etc. erfordern.

Für die Digitalisierung handgepauster Zeichen, die in eine Druckvorlage geklebt sind, ergibt sich ein zusätzlicher Arbeitsschritt. Damit gewährleistet ist, dass keine Schwarzwerte aufgenommen werden, die nicht zum eigentlichen Hieratogramm gehören, werden bei den Zeichen, die über die Zellen einer Tabelle hinausragen, Papierstreifen unterlegt, sodass diese die Tabellenbegrenzung abdecken (Abb. 12). Die Kombination unterschiedlicher Materialien, z. B. Papier und Folie, die bei älteren Druckvorlagen auch vergilbt sein kann, macht oftmals weitere Nachbearbeitungen nötig.³⁸

35 Der Workflow gleicht dabei (abgesehen von der Umzeichnung) dem des AKU-Projekts: Arbeitsschritte 2 und 3 (siehe oben).

36 Siehe dazu etwas ausführlicher weiter unten.

37 Vgl. dazu auch Anm. 31.

38 Für die Kombination verschiedener Materialien siehe GÜLDEN, KRAUSE & VERHOEVEN, in: BUSCH, FISCHER & SAHLE (edd.), *Kodikologie und Paläographie* 4, 2017, 256, Abb. 3.

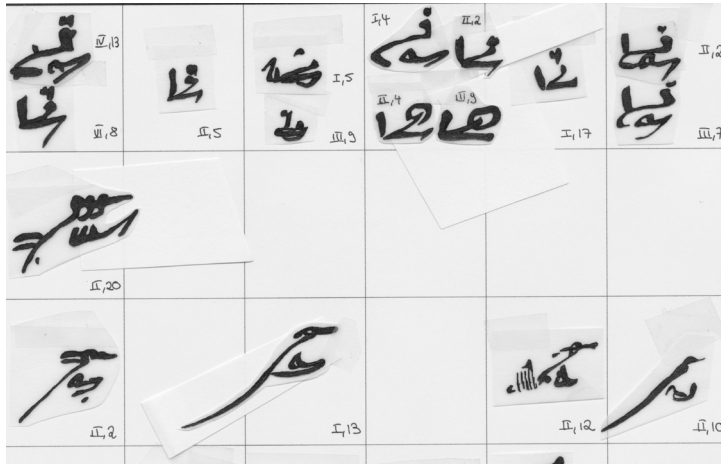


Abb. 12: Ausschnitt aus der Druckvorlage der Palographie von LENZO, *Manuscripts hiraticques*, mit Nachbearbeitungen innerhalb des AKU-Projekts.

Konvertierung von Rastergrafiken (Faksimiles) in Vektorgrafiken

Wie bereits erwähnt, ist die Vektorgrafik ein wichtiges Datenformat, das beispielsweise die automatisierte Grenberechnung eines Hieratogramms in der Datenbank ermöglicht. Um die zeitraubende Aufgabe der Konvertierung von Raster- in Vektorgrafiken zu verkürzen, werden auch hier einige Arbeitsschritte in (halb-)automatisierten Verfahren durchgeführt, wobei im letzten Schritt eine Sichtkontrolle und eine manuelle Pfadkorrektur erfolgen müssen (Abb. 13).

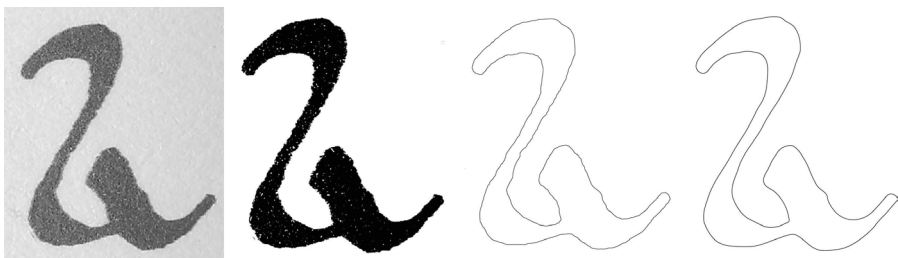


Abb. 13: Arbeitsschritte für die halbautomatische Vektorisierung von Rastergrafiken. Von links nach rechts: Scan des Originals, Tonwertspreizung, automatische Vektorisierung der Umrisslinien, Korrektur der Pfade per Hand ( T. Konrad).



Abb. 14: Vergleich der Hieratogrammfaksimiles für die Zeichen Gardiner U31 und Möller 491 aus MÖLLER, *Paläographie I*, 46, und den daraus (automatisiert?) erstellten Vektorgrafiken (RELATS-MONTSERRAT, in: *NeHeT 1*, 149, mit Hinweisen auf problematische Stellen).

Dass vor allem dieser letzte Schritt, die manuelle Pfadkontrolle und der Vergleich mit der Vorlage, bei der Retrodigitalisierung und vor allem bei der Umwandlung in Vektorgrafiken unbedingt notwendig ist, zeigt die Zusammenstellung in Abb. 14, in der erkennbar ist, dass die offensichtlich automatisierte Umzeichnung von Hieratogrammen aus der Paläographie Möllers nicht nur zu (vernachlässigenden) minimalen Abweichungen geführt hat, sondern zu im Detail deutlich deformierten Zeichen.

Angesichts des oben beschriebenen Arbeitsaufwandes bei der Retrodigitalisierung mag sich die Frage stellen, ob der Aufwand für diesen Arbeitsschritt gerechtfertigt ist oder ob es nicht besser wäre, die Hieratogramme direkt neu umzuzeichnen. Dieser Einwand ist auf den ersten Blick berechtigt. Allerdings ist auch das digitale Zeichnen ein zeitaufwendiger Vorgang, der zudem hochauflösende Digitalisate benötigt, wobei der Zugang zu diesen oder die Erstellung nicht immer unproblematisch ist. Hinzu kommt, dass die Zusammenstellung einer Paläographie weit mehr ist als die Faksimilierung einzelner Zeichen. Vor allem bei sehr langen Manuskripten ist es derzeit (noch) nicht realistisch, davon auszugehen, dass jedes einzelne Zeichen faksimiliert werden kann, um den Text eines Schriftträgers vollständig in einer Paläographie zu erfassen. Die Zeichenformen müssen zunächst gesichtet werden, um daraus sowohl repräsentative als auch außergewöhnliche Zeichen aus-

zuwählen und anschließend umzeichnen zu können. Diese wertvolle Arbeit wurde von den Autorinnen und Autoren im Zuge ihrer Bearbeitungen der Texte für eine Paläographie bereits geleistet. Der Fokus des AKU-Projekts liegt zudem darin, weitere Quellen paläographisch zu erfassen. Die Retrodigitalisierung dient zunächst der Bereitstellung des bereits bekannten und publizierten Materials in der Paläographiedatenbank, ohne dieses komplett neu aufzuarbeiten. Gleichwohl werden im Zuge dieser Retrodigitalisierung (derzeit vor allem die Paläographie Möllers) die Belegstellen verifiziert und ggf. korrigiert/ergänzt sowie, wenn möglich, auch die Zeichenformen überprüft.

Fazit

Mit der digitalen Paläographie möchte das AKU-Projekt bereits vorhandene Paläographien zusammenführen und zudem weitere Quellen paläographisch erfassen, um für die paläographische Arbeit eine breitere Materialbasis zu schaffen.

Zudem sollen die hieratischen (und kursivhieroglyphischen) Schriftzeichen digital ausgewertet und neue Fragestellungen an das Material entwickelt werden können. Dafür ist eine maschinenlesbare Aufbereitung der im AKU-Projekt erhobenen Daten grundlegend. Die Annotierung der Digitalisate der einzelnen Schriftzeichen als auch die der Schriftzeugen in der Datenbank erfolgt auf der Basis eines Beschreibungskonzepts, das den Erfordernissen einer digitalen Auswertung angepasst ist.

Die Visualisierungsmöglichkeiten sind dabei vielfältig. Sie umfassen traditionelle, statische und auch digitale, dynamische Listen mit einem Überblick über mehrere, chronologisch angeordnete Schriftzeugen. Darüber hinaus sind Zeichencluster, die sich speziell auf einen ausgewählten Textträger oder eine definierte Gruppe beziehen sowie einfache Raum-Zeit-Visualisierungen in einem Geobrowser naheliegend. Aber auch andere, multidimensionale Visualisierungen sind mit dem digitalen Material möglich.

Die Zweigleisigkeit hinsichtlich der Dateiformate (Vektor- und Rastergrafiken) soll die hieratische Schrift für die Auswertung mit unterschiedlichen digitalen Tools möglichst breit aufstellen, z. B. für eine Cluster- oder Netzwerkanalyse. Aber Mustererkennungs-Algorithmen für die hieratische Schrift sind noch nicht entwickelt und benötigen zumeist große Quantitäten an Hieratogrammdigitalisaten, um die Zeichen und ihre z.T. sehr unterschiedlichen Formen erlernen zu können, auch wenn die auf schwarz und weiß reduzierte Farbgebung der Faksimiles dabei vorteilhaft ist.

Die Digitalisierung eines jeden einzelnen Hieratogramms ist sowohl in genuin digitaler Umzeichnung als auch über den Weg der Retrodigitalisierung sehr aufwen-

dig. Dennoch scheint dieser Aufwand lohnend, denn digitale Analysen ermöglichen neue Forschungsansätze mit Hilfe derer man einen neuen Blick auf die hieratische Schrift gewinnen kann.

Glossar – im AKU-Projekt verwendete Termini

Da manche der verwendeten Termini in verschiedenen Disziplinen und/oder Projekten unterschiedliche Verwendung finden, sollen sie hier knapp erläutert und in Bezug auf das AKU-Projekt definiert werden.

Allograph. Variante zu einem *Graphen* bzw. die schriftliche Realisierung eines *Graphems*.³⁹

Faksimile. *Faksimile* bezeichnet eine „mit einem Original in Größe und Ausführung genau übereinstimmende Nachbildung“⁴⁰. Das AKU Projekt verwendet den Begriff gemäß der in der Ägyptologie üblichen Bedeutung als Umzeichnung (z. B. eines hieratisch geschriebenen Textes) und nicht in der Bedeutung einer fotografischen Reproduktion.

Formklasse. Eine Formklasse wird von Hieratogrammen⁴¹ gebildet, deren Elemente in ihrer Formausprägung übereinstimmen. Die Formklasse findet sich in der AKU-Nummer wieder und ist somit referenzierbar.

Graph. Als *Graph* bezeichnen wir das einzelne *Hieratogramm*, das in der Schrift das Konzept eines *Graphems* realisiert.⁴² N. B.: Wir verwenden bewusst **nicht** den in der Typographie für ein Buchstaben- oder Silbenzeichen etablierten Begriff *Glyphe* (griech. γλϕή „Eingeritztes“) bzw. den im englischen Sprachraum verwendeten Begriff *Glyph*, der dort u. a. auch für ägyptische Hieroglyphen oder Maya-Hieroglyphen⁴³ verwendet werden kann.

39 Siehe auch BUSSMANN, *Lexikon*, 68–69.

40 Duden, <https://www.duden.de/rechtschreibung/Faksimile> [19.09.2017].

41 Ein Hieratogramm setzt sich aus mehreren Elementen zusammen, wobei die Anzahl dieser Elemente je nach Komplexität des Zeichens variiert. Für die Bildung einer Formklasse werden diese Elemente definiert sowie deren jeweilige Formausprägung beschrieben. Wenn von diesen eine zuvor definierte Mindestanzahl übereinstimmt, kann das Zeichen einer Formklasse zugewiesen werden.

42 Vgl. BUSSMANN, *Lexikon*, 263, sowie die Definition im Duden, https://www.duden.de/rechtschreibung/Graph_Schriftzeichen_unklassifiziert [19.09.2017].

43 Vgl. <https://en.oxforddictionaries.com/definition/glyph> [19.09.2017]. Zur Kodierung und digitalen Erfassung der Maya Schrift siehe den Beitrag von GRONEMEYER/PRAGER in diesem Band.

Graphem. Ein *Graphem* ist die kleinste distinktive Einheit eines Schriftsystems.⁴⁴

Für das Hieratische verstehen wir darunter das Konzept eines Schriftzeichens. Realisiert wird dieses Konzept durch einzelne *Hieratogramme/Graphen/Allographen*.

Hieratogramm. Der Begriff Hieratogramm bezeichnet ein einzelnes hieratisches Schriftzeichen.⁴⁵ Dieser in der gyptologie etablierte Begriff entspricht einem *Graphen/Allographen*.

Hieratogrammdigitalisat. Unter Hieratogrammdigitalisat ist die digitalisierte Form eines hieratischen Schriftzeichens zu verstehen. Es kann sich dabei sowohl um eine Rastergrafik als auch um eine Vektorgrafik handeln.

Bibliographie

ALBERT, *Aset-Ouret*

ALBERT, FLORENCE, *Le Livre des Morts d'Aset-Ouret*, 2 Bde., Aegyptiaca Gregoriana 6, Vatikanstadt 2013.

ALLEN, *Hegankht*

ALLEN, JAMES P., *The Hegankht Papyri*, Publications of the Metropolitan Museum of Art. Egyptian Expedition 27, New York 2002.

ANONYMUS, *Theinhardt Liste*

ANONYMUS, *Liste der Hieroglyphischen Typen aus der Schriftgiesserei des Herrn F. Theinhardt in Berlin*, mit einem Vorwort von R. Lepsius, Berlin 1975.

BACKES, *Papyrus Schmitt*

BACKES, BURKARD, *Der „Papyrus Schmitt“ (Berlin P. 3057)*, 2 Bde., ägyptische und Orientalische Papyri und Handschriften des ägyptischen Museums und Papyrusammlung, Berlin 2016.

⁴⁴ BUSSMANN, *Lexikon*, 264, siehe auch Duden „Graphem: dem Phonem entsprechende Einheit des Schriftsystems“ und „Phonem: kleinster bedeutungsunterscheidender Sprachlaut“. <https://www.duden.de/sprachwissen/sprachratgeber/Grammatische-Fachausdrucke> [19.09.2017].

⁴⁵ VERHOEVEN, *Buchschrift*, 1. Vgl. auch die Anm. 41 zu dem Eintrag „Formklasse“.

BURKARD, WIMMER & GOECKE-BAUER in: ELDAMATY & TRAD (edd.), *Egyptian museum collections*

BURKARD, GÜNTER, WIMMER, STEFAN & MAREN GOECKE-BAUER, Editing hieratic ostraca: some remarks for the new centennium, in: ELDAMATY, MAMDOUH & MAI TRAD (edd.), *Egyptian museum collections around the world 1. Studies for the Centennial of the Egyptian Museum, Cairo*, Kairo 2002, 197–206.

BUSSMANN, *Lexikon*

BUSSMANN, HADUMOD, *Lexikon der Sprachwissenschaft*, Stuttgart ³2002.

CAMINOS, *Literary fragments*

CAMINOS, RICARDO A., *Literary fragments in the hieratic script*, Oxford 1956.

CHAMPOLLION, *Précis du système*

CHAMPOLLION, J. F., *Précis du système hiéroglyphique des anciens Égyptiens, ou recherches sur les éléments premiers de cette écriture sacrée, sur leurs diverses combinaisons, et sur les rapports de ce système avec les autres méthodes graphiques égyptiennes*, 2 Bde., Paris 1824.

<http://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/champollion1824ga>.

DOBREV et al., *Old Hieratic Palaeography*

DOBREV, VASSIL, VERNER, MIROSLAV & HANA VYMAZALOVÀ, *Old Hieratic Palaeography I. Builders' Inscriptions and Masons' Marks from Saqqara and Abusir*, Prag 2011.

DORN, *Arbeiterhütten*

DORN, ANDREAS, *Arbeiterhütten im Tal der Könige: ein Beitrag zur altägyptischen Sozialgeschichte aufgrund von neuem Quellenmaterial aus der Mitte der 20. Dynastie (ca. 1150 v. Chr.)*, 3 Bde., Aegyptiaca Helvetica 23, Basel 2011.

ERMAN, *Westcar*

ERMAN, ADOLF, *Die Märchen des Papyrus Westcar, Teil I. Einleitung und Commentar, Teil II. Glossar, palaeographische Bemerkungen und Feststellung des Textes*, Mitteilungen aus den orientalischen Sammlungen/Königliche Museen zu Berlin 5–6, Berlin 1890.

EVANS & MOURAD, in: *Journal of Archaeological Science: Reports* 18, 2018

EVANS, LINDA & ANNA-LATIFA MOURAD, DStretch® and Egyptian tomb paintings: A case study from Beni Hassan, in: *Journal of Archaeological Science: Reports* 18, 2018, 78–84. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.01.011>.

GASSE, *Un papyrus et son scribe*

GASSE, ANNIE, *Un papyrus et son scribe. Le Livre des Morts Vatican Museo Gregoriano Egizio 48832*, Paris 2002.

GARDINER, *Egyptian Grammar*

GARDINER, SIR ALAN, *Egyptian Grammar. Being an Introduction to the Study of Hieroglyphs*, 3rd edition, London 1973.

GOEDICKE, *Old Hieratic Paleography*

GOEDICKE, HANS, *Old Hieratic Paleography*, Baltimore 1988.

GOURDON, in: *BSFE* 189

GOURDON, YANNIS, Les nouvelles inscriptions rupestres de Hatnoub, in: *Bulletin de la Société française d'égyptologie* 189, 2014, 26–45.

GRIFFITH & PETRIE, *Two hieroglyphic papyri*

GRIFFITH, FRANCIS LLEWELLYN & WILLIAM MATTHEW FLINDERS PETRIE, *Two hieroglyphic papyri from Tanis: I. The sign papyrus (a syllabary); II. The geographical papyrus (an almanack)*, Egypt Exploration Fund Memoirs 9, London 1889.

GÜLDEN, *Ein „nouveau Möller“?*

GÜLDEN, SVENJA A., Ein „nouveau Möller“? Grenzen und Möglichkeiten. Ein *working paper* zum gleichnamigen Vortrag, Ägyptologische „Binsen“-Weisheiten I, Mainz 2011, Hieratic Studies Online 1, Mainz 2016.

<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hebis:77-publ-557584>; <urn:nbn:de:hebis:77-publ-557584> [8.8.2017].

GÜLDEN, *Von Binsen, Bytes und Backups* (in Vorbereitung)

GÜLDEN, SVENJA A., *Von Binsen, Bytes und Backups – Forschungsdatenmanagement im AKU-Projekt*, in: Hieratic Studies Online (in Vorbereitung).

GÜLDEN, *Leitfaden* (in Vorbereitung)

GÜLDEN, SVENJA A., *Leitfaden zu Hieratogrammdigitalisaten im AKU-Projekt. Zeichnungen – Scans – Datenformate* (in Vorbereitung).

GÜLDEN, KRAUSE & VERHOEVEN, in: BUSCH, FISCHER & SAHLE (edd.), *Kodikologie und Paläographie* 4, 2017

GÜLDEN, SVENJA A., KRAUSE, CELIA & URSULA VERHOEVEN, Prolegomena zu einer digitalen Paläographie des Hieratischen, in: BUSCH, HANNA, FISCHER, FRANZ & PA-

TRICK SAHLE (edd.), *Kodikologie und Paläographie im digitalen Zeitalter* 4, Schriften des Instituts für Dokumentologie und Editorik 11, Norderstedt 2017, 253–273.
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:38-77902>; <urn:nbn:de:hbz:38-77902>.

GÜLDEN & VERHOEVEN, in: ROSATI & GUIDOTTI (edd.), *Proceedings*
GÜLDEN, SVENJA A. & URSULA VERHOEVEN, A New Long-Term Digital Project on Hieratic and Cursive Hieroglyphs, in: ROSATI, GLORIA & MARIA CHRISTINA GUIDOTTI, (edd.), *Proceedings of the XIth International Conference of Egyptologists, Florence, Italy 23-30 August 2015*, Archaeopress Egyptology 19, Oxford 2017, 671–675.

IVERSEN, *Papyrus Carlsberg No. VII*

IVERSEN, ERIK, *Papyrus Carlsberg No. VII: Fragments of a Hieroglyphic Dictionary*, Historisk-filologiske skrifter 3.2, København 1958.

KAHL et al., *The god's words* (in Vorbereitung)

KAHL, JOCHEM et al., *The god's words at Asyut: a palaeography of relief hieroglyphs*, The Asyut Project, Wiesbaden (in Vorbereitung).

LENZO, *Manuscrits hiératiques*

LENZO, GIUSEPPINA, *Manuscrits hiératiques du Livre des Morts de la Troisième Période Intermédiaire (Papyrus Turin CGT 53001-53013)*, Cahiers de la Société d'égyptologie 8, Genf 2007.

LEVI, *Raccolta*

LEVI, SIMEONE, *Raccolta dei segni ieratici egizi nelle diverse epoche con i corrispondenti geroglifici ed i loro differenti valori fonetici*, Turin 1880. <http://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/levi1880>.

MEEKS (ed.), *Paléographie hiéroglyphique*

MEEKS, DIMITRI (ed.), *Paléographie hiéroglyphique*, 7 Bde., Kairo 2004–2015.

MOJE, *Privatstelen*

MOJE, JAN, *Untersuchungen zur hieroglyphischen Paläographie und Klassifizierung der Privatstelen der 19. Dynastie*, Ägypten und das Alte Testament 67, Wiesbaden 2007.

MÖLLER, *Paläographie*

MÖLLER, GEORG, *Hieratische Paläographie. Die Aegyptische Buchschrift in ihrer Entwicklung von der fünften Dynastie bis zur Römischen Kaiserzeit I–III*, Leipzig 1909–1912. I–IV: Leipzig ²1927–1936, Neudruck Osnabrück 1965.

MUNRO, *Hor*

MUNRO, IRMTRAUT, *Der Totenbuch-Papyrus des Hor aus der frühen Ptolemäerzeit (pCologne Bodmer CV + pCincinnati 1947.369 + pDenver 1954.61)*, Handschriften des Altägyptischen Totenbuches 9, Wiesbaden 2006.

PARKINSON, *Reading Ancient Egyptian Poetry*

PARKINSON, RICHARD B., *Reading Ancient Egyptian Poetry among other Histories*, Chichester/Malden, Ma. 2009.

POSENER, in: *Textes et langages I*

POSENER, GEORGES, L'écriture hiéroglyphique, in: *Textes et langages de l'Égypte pharaonique, cent cinquante années de recherches 1822–1972*, Bibliothèque d'Étude 64/1, Kairo 1973, 25–30.

QUACK, in: RYHOLT (ed.), *The Carlsberg Papyri 16* (in Vorbereitung)

QUACK, JOACHIM FRIEDRICH, Ein alphabetisch sortiertes Handbuch der Hieroglyphenzeichen, in: RYHOLT, KIM (ed.), *The Carlsberg Papyri 16. Demotic Literary Texts from Tebtunis and Beyond*, CNI Publications 36, Kopenhagen (in Vorbereitung).

QUACK, in: BÖTTNER et al. (edd.), *5300 Jahre Schrift*

QUACK, JOACHIM FRIEDRICH, Mehr als nur Hieroglyphen. Die verschiedenen Ausprägungen der ägyptischen Schriftsysteme, in: BÖTTNER, MICHAELA, LIEB, LUDGER, VATER, CHRISTIAN & CHRISTIAN WITSCHEL (edd.), *5300 Jahre Schrift*, Heidelberg 2017, 6–9.

http://www.5300jahreschrift.de/quack_aegyptische_schriftsysteme/ [24.01.2018].

RAGAZZOLI, in: LEPPER (ed.), *Forschung in der Papyrussammlung*

RAGAZZOLI, CHLOÉ, Un nouveau manuscrit du scribe Inéna? Le recueil de miscellanées du Papyrus Koller (Pap. Berlin P. 3043), in: LEPPER, VERENA M. (ed.), *Forschung in der Papyrussammlung. Eine Festgabe für das Neue Museum*, Ägyptische und Orientalische Papyri und Handschriften des Ägyptischen Museums und Papyrussammlung Berlin 1, Berlin 2012, 207–239.

REGULSKI, *Palaeographic Study*

REGULSKI, ILONA, *A Palaeographic Study of Early Writing in Egypt*, Orientalia Lovaniensia Analecta 195, Leuven/Paris/Walpole, MA 2010.

RELATS-MONTSERRAT, in: *NeHeT* 1

RELATS-MONTSERRAT, FELIX, Le signe D19, à la recherche des sens d'un déterminatif (I): la forme d'un signe, in: *NeHeT. Revue numérique d'Égyptologie* 1, Paris/Brüssel 2014, 129–167.

VERHOEVEN, *Buchschrift*

VERHOEVEN, URSULA, *Untersuchungen zur späthieratischen Buchschrift*, Orientalia Lovaniensia Analecta, Leuven 2001.

VERHOEVEN, in: VERHOEVEN (ed.), „*Binsen*“-*Weisheiten I–II*

VERHOEVEN, URSULA, Stand und Aufgaben der Erforschung des Hieratischen und der Kursivhieroglyphen, in: VERHOEVEN, URSULA (ed.), *Ägyptologische „Binsen“-Weisheiten I–II. Neue Forschungen und Methoden der Hieratistik*, Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz. Geistes- und Sozialwissenschaftliche Klasse. Einzelveröffentlichung 14, Mainz/Stuttgart 2015, 23–63.
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hebis:77-publ-547544>; <urn:nbn:de:hebis:77-publ-547544>.

VERHOEVEN, *Chamhor C*

VERHOEVEN, URSULA, *Das frühsaitische Totenbuch des Monthpriesters Chamhor C*. Unter Mitarbeit von Sandra Sandri, Beiträge zum Alten Ägypten 7, Basel 2017.

WIMMER, *Hieratische Paläographie*

WIMMER, STEFAN JAKOB, *Hieratische Paläographie der nicht-literarischen Ostraka der 19. und 20. Dynastie*, Ägypten und Altes Testament 28, Wiesbaden 1995.