



Digitale Erfassung jüdischer Friedhöfe in Franken



Abb. 1: Jüdischer Friedhof in Laudenbach, Deutschland [Hess 2019].

Leitung:	Prof. Dr. Mona Hess
Bearbeitung:	Prof. Dr. Mona Hess, Dr.-Ing. Maria Chizhova, Dr. John Hindmarch
Partner:	Professur für Judaistik, GuK, Universität Bamberg; Georg Schirmer, Förderkreis Ehemalige Synagoge Laudenbach e.V., Karlstadt-Laudenbach; Prof. Dr. Susanne Talabardon, Rebekka Denz
Gastwissensch.:	Miroslavas Pavlovskis, Litauen (2019)
Externer Beitrag:	Prof. Dr. Ansgar Brunn, FHWS Würzburg, Gemeinsame Betreuung (Brunn/ Hess) der Bachelorarbeit in der Geoinformatik „Topographische Aufnahme des jüdischen Friedhofs in Laudenbach mit terrestrischem Laserscanning“ zur Digitalisierung und Implementierung in GIS für die Ansprache einzelner Grabsteine.
Laufzeit:	seit 2018
Finanzierung:	KDWT-Eigenmittel

Weltweit gibt es zahlreiche jüdische Friedhöfe. In Deutschland befinden sich 2.000 jüdische Friedhöfe, davon 200 in Bayern und 100 in Franken, alle jeweils mit einer ungezählten Anzahl von Grabsteinen. Die Motivation, jüdische Grabstätten und Bestattungen zu dokumentieren, wird durch das weltweite Interesse an dem jüdischen Erbe sowie durch die individuelle Suche nach Grabstätten von Vorfahren und Verwandten angetrieben. Die Bereitstellung eines umfassenden Fernzugriffs auf Sammlungen von Fotografien, Transkriptionen und Datenbanken ist im Gange, aber noch lange nicht abgeschlossen. Die schiere Zahl der jüdischen Friedhöfe und Grabsteine macht die Dokumentation und systematische Analyse zu einer gewaltigen Aufgabe. Schritte zur Massendigitalisierung (in 3D) und automatisierten Extraktion von Informationen wurden bisher noch nicht in großem Umfang unternommen.

Leider ist das „Erinnerungsarchiv“ einem hohen Risiko ausgesetzt, und die Erhaltung der Steine selbst ist schwierig, oder sogar unmöglich. Die Steine leiden häufig unter extremer Verwitterung. Insbesondere Winterfrost kann katastrophale Schäden verursachen.

Die älteren Grabsteine sind besonders gefährdet. Viele der Inschriften sind bereits unwiderruflich beschädigt und ihre wertvollen historischen Informationen für immer verloren.

Ziel des aktuellen Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines intelligenten Verfahrens zur automatischen Schrifterkennung von verwitterten und teilweise zerstörten Grabsteinen auf den jüdischen Friedhöfen. Die Entwicklung des o.g. Verfahrens ermöglicht, die Dokumentation noch existierender Informationen zu automatisieren und damit wesentlich zu optimieren.

In Deutschland wurde die Dokumentation jüdischer Grabsteine in systematischer Weise in Publikationen und neuerdings auch durch systematische semantische Datenbanken, wie Epidat angegangen (Steinheim Institut, 2020). In Bayern gehört dazu der Aufbau von Datenbanken (Klemm, 2020). Bedeutende Arbeit wurde geleistet, um die technische Fotografie, die manuelle Transkription und die Schadens- und Zustandsbewertung (Konservierung, Petrographie und Typologie) dieser Steine zu systematisieren (Arera-Rütenik et al. 2013).

Seit 2018 wurde dieses Thema zur Automatisierung der Schriftinterpretation erweitert und am Lehrstuhl für Digitale Denkmaltechnologien in

Zusammenarbeit mit der Professur für Judaistik (Prof. Dr. S. Talabardon) begonnen. Dieses Vorhaben ergänzt auch das Projekt zur Jüdisch-Fränkischen Heimatkunde der Professur für Judaistik. 2019 wurden bereits die ersten Studien zur Friedhofsdokumentation organisiert:

Die 1. Kampagne richtete sich an die Auswahl einer am besten geeigneten Methode zur Grabsteindigitalisierung, die neben schneller und kostengünstiger Objekterfassung einen hochqualitativen Datensatz zur automatischen Interpretation liefern könnte. Dabei wurden die Grabsteine verschiedener Verwitterungsgrade mit zahlreichen bildgebenden Verfahren auf dem Jüdischen Friedhof Zeckendorf (Oberfranken) und Laudenschach bei Karlstadt (Main-Spessart-Region) aufgenommen (s. Abb. 2). Die Ergebnisse sind im wissenschaftlichen Artikel von Chizhova et al. (2020) zu finden. Diese Aktivität wurde auch in der Presse unter dem Titel „Mit moderner Technik hebräische Schriftzeichen digitalisieren“ in der Zielsetzung reflektiert, aber die Automatisierung wird erst im nächsten Forschungsvorhaben angegangen. Die 2. Kampagne zielte auf die Kartierung des Jüdischen Friedhofes in Laudenschach bei Karlstadt (s. Abb. 1) und wurde in Kooperation mit FHWS (Prof. A. Brunn) durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Bachelorarbeit von A. Maul dargestellt und schlagen ein auf GIS Datenbank basierendes, auf dem topographischen und tachymetrischen georeferenzierten 3D Aufmass vor, in dem jeder Grabstein einzeln mit seinen Koordinaten angesprochen werden kann. Dies bildet eine hervorragende Grundlage für die weitere Arbeit der Kartierung und namentlicher Zuordnung der Grabsteine. Dieser 400 Jahre alte Friedhof befindet sich im Bundesland Bayern. In die Steine sind hebräische und deutsche Texte eingraviert, die nicht nur Namen und Geburtsdaten, sondern auch Herkunftsorte, Berufe und manchmal die gesamte Lebensgeschichte der Verstorbenen enthalten. Damit bilden die Steine ein reiches historisches Archiv für die jüdischen Gemeinden in der Main-Spessart-Region (Alemannia Judaica 2013) (s. Abb. 1).

Der örtliche Buntsandstein ist weich und absorbiert leicht Feuchtigkeit, was bedeutet, dass die Steine unter extremer Verwitterung leiden. Insbesondere Winterfröste können katastrophale Schäden verursachen. Viele der hebräischen Inschriften sind bereits unwiederbringlich verloren (s. Abb. 3). Mit einer Nikon D3400-Kamera wurden 114 Fotos mit einem 40mm-Makroobjektiv aufgenommen. Die Oberfläche des Grabsteines wurden in einem



Abb. 2: Beispiele von beschädigten Grabsteinen in Laudenschach [Hess 2019].



Abb. 3: Photogrammetrie-Arbeitsablaufbeispiel für die Interpretation verblasster Inschriften. Von oben links nach unten rechts: Bild eines typischen Grabsteins mit stark erodierter Inschrift; 3D-Modell; Tiefenkarte; Ausgabebild mit lesbarem Text [Hindmarch 2019].



Abb. 4: Beispiele von Grabsteinen, die mit der GoPro-Kamera aufgenommen (links), aus Video extrahierte Standbilder) und in Reality Capture (rechts) verarbeitet wurden [Chizhova 2019].

systematischen Raster mit stark überlappenden Grossaufnahmen aufgenommen. Der Boden war uneben, so dass die Nivellierung des Stativs und die Positionierung der Kamera länger als erwartet dauerten. Für die Verarbeitung wurde ein Laptop mit 16 GB RAM verwendet (i7-7500 CPU und eine Nvidia Quadro-Grafikkarte mit M520 GPU). Die gesamte Bearbeitungszeit betrug 7,5 Stunden, einschließlich anderer Bearbeitungsschritte. Mit den höchsten Recheneinstellungen wurde eine dichte Punktwolke von ca. 400m Punkten erreicht. Bei einer angenommenen Fläche von ca. $2\text{m}^2 = 200$ Punkte pro mm^2 ergab dies eine Auflösung zwischen 50 und 100 Mikrometer (s. Abb.4).

Auch wurden Grabsteine mit einer kostengünstigen GoPro-Kamera als Video aufgenommen. Die GoPro-Kameras können Fotos und Videos aufnehmen. Sie zeichnen sich durch einen sehr weiten Aufnahmewinkel (170°) aus (s. Abb. 5).

Die Videos wurden in der Software RealityCapture für die photogrammetrische 3D-Rekonstruktion verarbeitet. In Abbildung 4 sind einige Beispiele von Grabsteinen in verschiedenen Materialien und Farben sowie deren 3D-Rekonstruktion (Berechnung der 3D-Oberflächen-Netze) dargestellt. Wie man sieht, sind die Buchstaben trotz der schlechten Qualität der Ausgangsphotographien auf dem Modell deutlich sichtbar. Darüber hinaus

lassen sich aus den Farbbildern Informationen über den Stein (petrographische Informationen und Steinqualität) und biologisches Wachstum ableiten. Für die Aufnahme von Grabsteinen mit Structured Light Scannern wurden zwei Artec-Scanner verwendet - Eva und Spider (s. Abb. 6). Die Scanner ermöglichen die Erstellung von texturierten und genauen 3D-Modellen von Objekten mittlerer Größe. Die Daten wurden mit der firmeneigenen Software Artec Studio verarbeitet (s. Abb. 7).

Für terrestrisches Laserscanning wurde der neue Laserscanner BLK360 von Leica Geosystems (2018) eingesetzt. Der BLK360 ist ein kompakter Laserscanner, der mit einem 360° -Lasere Entfernungsmesser und HD-Panoramabildern arbeitet. Die LiDAR-Technologie ermöglicht die Erfassung von 360.000 Punkten pro Sekunde. Zusätzlich ist der Scanner mit einer Wärmebildkamera ausgestattet. Der BLK360 erzeugt millimetergenaue, farbige 3D-Punktwolken, die mit den 2D-Bildern überlagert werden. Die aufgenommenen Scans können mit den Nahbereichscans zusammen registriert werden, um die Dokumentation detaillierter 3D-Modelle von Objekten in verschiedenen Größen (1-100 m) zu vervollständigen. Weitere Forschung betrifft viele Themenbereiche von Digital Humanities bis künstlicher Intelligenz. Während die Kompetenzen des Lehrstuhls der Digitalen Denkmaltechnologien in der Digitalisierung und der automatischer Verarbeitung von bildhaften Daten liegen, könnte die Kompetenz für intelligente automatisierte Transkription der hebräischen Schrift (z.B. auch durch maschinelles Lernen) die Erschließung der Texte einen grossen Schritt voranbringen (Lavee et al., 2019). Diese Kooperation wird durch die Zusammenarbeit mit der Professur für Judaistik an der Universität Bamberg verstärkt (Prof. Dr. S. Talabardon, R. Denz). Die Synergie dieser Kompetenzen verspricht erfolgreiche Forschungsergebnisse zu liefern.

Das geplante Forschungsvorhaben besteht aus zwei grundlegenden Teilen:

1. Automatische Extraktion von Schriften.

Jede Digitalisierungsmethode basiert auf der Anwendung von speziellen Sensoren, die unterschiedliche Daten liefern. Dies können digitale 2D Bilder, 3D Punktwolken und Vermaschungen sein. Verschiedene Datentypen verfügen über plausible Verarbeitungsmethoden und Algorithmen.

So werden im Rahmen dieser Forschung die

Bildverarbeitungsalgorithmen für die bildhaften Daten sowie die Techniken zur automatischen Prozessierung von 3D Daten zur Schriftextraktion betrachtet.

2. Automatische Transkription und Interpretation von Schriften.

Die extrahierten Schriften sollten anschließend interpretiert werden. Im Kontext von inkompletten Daten (bei verwitterten und zerstörten Grabsteinen) stellt sich eine Herausforderung, die einzeln erkannten Buchstaben in Wörter und Sätze zu gruppieren. So kommen die Algorithmen der künstlichen Intelligenz im Bereich der automatischen Texterkennung in Frage. Unvermeidlich sind dabei informatische Sprachkenntnisse sowie die Logik der Textbildung.

Für dieses interdisziplinäre Projektvorhaben wurden Kompetenzen von anderen Experten in Konsortien hinzugenommen, und es sind Anträge bei unterschiedlichen Fördergebern in Evaluierung. (Maria Chizhova)

CHIZHOVA, Maria / PAVLOVSKIS, Miroslavas / HINDMARCH, John / HESS, Mona: *Application of multi-criteria decision making for the selection of sensing tools for historical gravestones*, in: ISPRS Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2020 XLIII-B2-2020, S.1435–1442. (doi 10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2020-1435-2020).

KÖSTER, Lena: *Mit moderner Technik hebräische Schriftzeichen entziffern*, in: Mainpost, 2019 (<https://www.mainpost.de/regional/main-spessart/Mit-moderner-Technik-hebraeische-Schriftzeichen-entziffern;art129810,10193300>).

RÜTENIK, Tobias / VON GAISBERG, Elgin / HORN, Tobias / ARNOLD, Isabelle: *15.628 Berliner: Der jüdische Friedhof Weissensee. Dokumentation der flächendeckenden Erfassung der Grabstätten*, Beiträge zur Denkmalpflege in Berlin 40, Petersberg 2013.



Abb. 5: Handscanner mit strukturiertem Licht: Artec EVA (links) und Artec Spider (rechts) [Hess 2019].

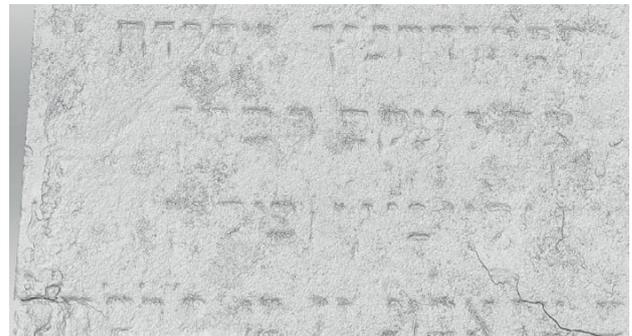
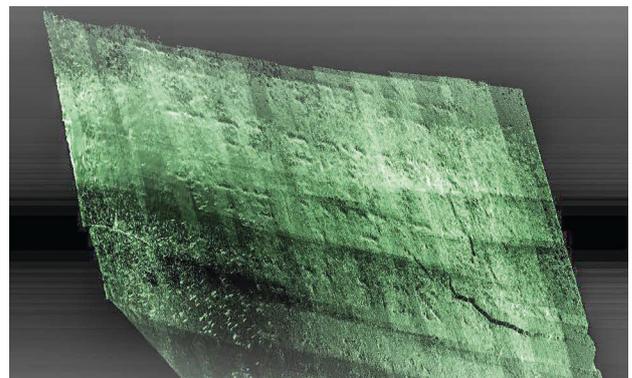


Abb. 6: Punktwolke (Artec Spider) vor der Verarbeitung (oben), Oberflächengeometrie (Artec Spider) nach der Verarbeitung (unten) [Hindmarch 2019].

STEINHEIM INSTITUT: *epidat – Research Platform for Jewish Epigraphy*, in: <http://www.steinheim-institut.de/cgi-bin/epidat?lang=en>.

KLEMM, Susanne: *Jüdischer Friedhof Schopfloch*, in: <https://www.juedischer-friedhof-schopfloch.de/tombstoneList>.