

**Zeitschrift:** Jahresbericht / Gesellschaft Pro Vindonissa  
**Herausgeber:** Gesellschaft Pro Vindonissa  
**Band:** - (2023)

**Artikel:** 3D-Scanning von Gegenstempeln des Varus auf Fundmünzen aus Vindonissa : ein Rückblick und aktuelle technische Entwicklungen  
**Autor:** Tolksdorf, Johann Friedrich / Reuter, Thomas  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1062085>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# 3D-Scanning von Gegenstempeln des Varus auf Fundmünzen aus Vindonissa: Ein Rückblick und aktuelle technische Entwicklungen

Johann Friedrich Tolksdorf und Thomas Reuter

Besonders auf Fundmünzen der frühen römischen Kaiserzeit treten nachträglich eingeschlagene Gegenstempel auf, die sich gelegentlich plausibel einzelnen Personen zuweisen lassen. Zu den prominenten Beispielen gehört hier der Gegenstempel VAR, der mit dem römischen Feldherrn und Statthalter Germaniens Publius Quinctilius Varus in Verbindung gebracht wird. Ausgehend von den Abdruckformen sind in der Vergangenheit einzelne Stempeleisen identifiziert und Zeichen der Stempeleisenabnutzung erkannt worden. Da sich anhand der Abnutzungsspuren auch die Abfolge der Stempelzeitpunkte ergibt, wurde 2015 anhand von hochauflösenden 3D-Scans von Münzen mit den Gegenstempeln des Varus versucht, den Prozess der Stempeleisenabnutzung im Abschlagsbild nachzuvollziehen. Ausgehend von den damaligen Ergebnissen und Problemen werden die seitdem im Bereich der Numismatik entwickelten technischen Ansätze und methodischen Entwicklungen der 3D-Analyse skizziert.

Schlüsselwörter: 3D-Modell, Numismatik, Römische Kaiserzeit.

*Countermarks, a common feature on coins of the Roman Empire, can sometimes be plausibly attributed to specific individuals. One prominent example is the VAR countermark that refers to Publius Quinctilius Varus, the Roman general and governor of the province of Germania. Based on their countermarks, several distinct dies have been identified and signs of use-wear have been observed. As signs of use-wear can be connected to the chronology of the countermark application, we initiated a study in 2015 that used high-resolution 3D models of coins with VAR countermarks to trace the process of use-wear. The results obtained and the obstacles encountered serve as a point of departure for a brief summary of recent technological and methodological advances in the application of 3D analyses in numismatics.*

Keywords: 3D-Modell, Numismatics, Roman Imperial Period.

## Das Projektkonzept

«Follow the money» hat seit dem Film «Die Unbestechlichen» (1976) als Redewendung Eingang in den englischen Sprachgebrauch gefunden und wird immer dann zitiert, wenn sich Geldflüsse als entscheidende Spur zur Aufklärung eines Sachverhaltes erweisen. Einen entsprechenden Gedanken verfolgte auch das 2015 unter diesem Titel durchgeführte Projekt, das sich der Untersuchung von identischen Gegenstempeln des Varus auf Münzen aus verschiedenen Fundstellen widmete (Abb. 1), mit dem Ziel, eine relative Chronologie des Stempelzeitpunktes zu entwickeln und diese vor dem Hintergrund der räumlichen Verbreitung der Fundmünzen zu diskutieren<sup>1</sup>.

Bei Gegenstempeln (auch Kontermarken) handelt es sich um nachträglich eingeschlagene Stempel, die sich auf römischen Münzen im Rheingebiet im Zeitraum zwischen 12 v. Chr. und 64 n. Chr. finden. Der konkrete Zweck dieser Marken ist nicht eindeutig geklärt. Sie könnten der Validierung der umlaufenden Münzen gedient haben oder wurden vielleicht aus propagandistischen Motiven auf Sonderzahlungen angebracht<sup>2</sup>. In einer monumentalen Aufnahme von mehr als 4500 Münzen

mit insgesamt 5700 Gegenstempeln konnte Ulrich Werz durch den Vergleich von Stempelbildern und ausgewählten Messstrecken zeigen, dass in diesem Zeitabschnitt mindestens 2880 individuelle Stempeleisen existiert haben müssen<sup>3</sup>. Allein für Vindonissa erkennt er 149 verschiedene Stempeleisen. Angesichts der geringwertigen Nominalen und der wahrscheinlichen Ausgabe der gegengestempelten Münzen als Prämien und lokal validierte Zahlungsmittel ist ein eher begrenzter Münzumschlag in militärischen Lagern wahrscheinlich. Deshalb birgt die Untersuchung der Gegenstempel ein hohes Potenzial, wenn es um die Datierung von Münzspektren aus militärischen Kontexten und einen möglichen räumlichen Zusammenhang von Gegenstempelserien und einzelnen Militärlagern als Zirkulationsorte geht<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Tolksdorf u. a. 2017.

<sup>2</sup> Werz 2009, 78 f.

<sup>3</sup> Werz 2009.

<sup>4</sup> U. Werz, Zur Datierung des Römerlagers bei Hedemünden, Ldkr. Göttingen, durch gegengestempelte Fundmünzen. In: M. Zelle (Hrsg.) Terra Incognita? Die nördlichen Mittelgebirge im Spannungsfeld römischer und germanischer Politik um Christi Geburt (Mainz 2008) 187–190.

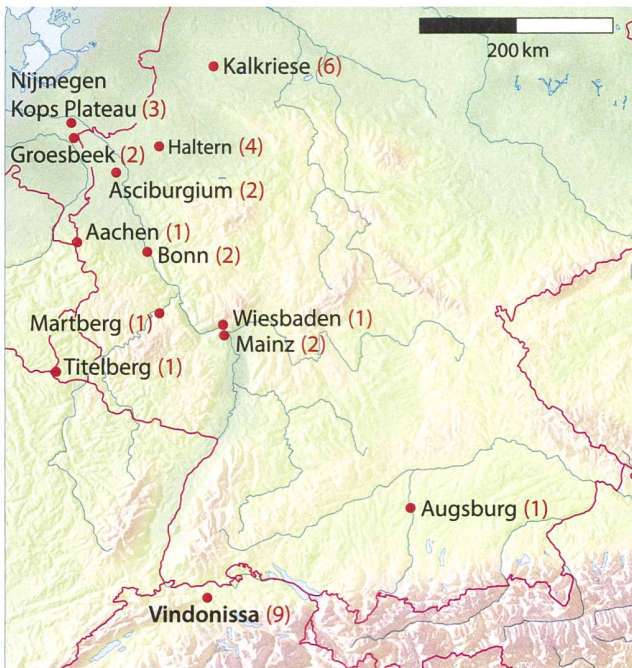


Abb. 1: Durch 3D-Scanning erfasste Münzen der einzelnen Fundstellen (rot in Klammern Anzahl der Münzen).

Durch den Gebrauch zeigen die Gegenstempel mit der Zeit Abnutzungserscheinungen. Damit lässt sich, sofern die Gebrauchsspuren des Stempels nicht durch sekundäre Abnutzungen der Münzoberfläche überprägt sind, der Stempelzeitpunkt in eine relative Abfolge bringen. Zusammen mit ihrem Fundort erlaubt die räumliche Verbreitung dieser feinchronologisch gereihten Münzen dann möglicherweise Aussagen zu Truppenverlegungen. Für die Untersuchung dieser Frage war ein hochauflösender Vergleich von Münzen aus räumlich getrennten Sammlungen notwendig. Deshalb wurde 2015, gefördert durch die Firma Breuckmann (heute Hexagon AICON ETALON), der Versuch unternommen, die Abnutzungsspuren an individuellen Gegenstempeln mittels 3D-Scan

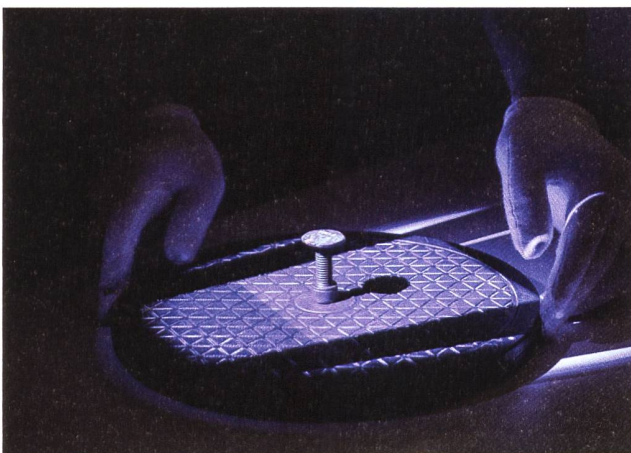


Abb. 2: Eine Münze wird für einen 3D-Scan unter blauem Streifenlicht auf einem Drehteller platziert.

aufzunehmen und zu analysieren. Aufbauend auf dem Katalog von Werz<sup>5</sup> wurde hierbei der historisch eng fassbare Gegenstempel VAR (ca. 6 × 5 mm), der mit der Amtszeit des *P. Quinctilius Varus* zwischen 7 und 9 n. Chr. verknüpft ist, ausgewählt. Insgesamt wurden 37 Münzen aus 11 Sammlungen (Abb. 1) gescannt – darunter neun aus *Vindonissa*<sup>6</sup>.

Die Aufnahme der Münzen erfolgte mit einem SmartScan-HE R8 mit 8 Megapixel, einem 75-mm-Messfeld und damit in einer Auflösung von 29 µm oder besser. Da eine Mattierung der Oberflächen aus konservatorischen Gründen nicht infrage kam, wurde das Streifenlichtmuster mit einem blauen LED projiziert und die Reflexion der Objektoberfläche damit unterdrückt (Abb. 2). Hiermit konnten jedoch keine Farbinformationen aufgenommen werden. Deshalb erfolgte für eine wirklichkeitsnahe Darstellung ein separates Texture-mapping mit externen Makroaufnahmen. Eine Verarbeitung der Daten erfolgte mit den Programmen OPTOCAT, Geomagic Wrap und TroveSketch<sup>7</sup>. Die Modelle wurden im Zuge der Erstpublikation als elektronisches Supplement (\*.ply-Format) zugänglich gemacht<sup>8</sup>.

## Die Erfassung räumlicher Informationen von Münzstempeln – Rückblick und Ausblick

Eine 3D-Erfassung hat gegenüber einem Foto den Vorteil, dass sekundäre Einflüsse durch Verfärbung der Oberfläche oder Lichteinfall weitgehend ausgeschaltet werden und sich die räumlichen Details des Prägevorganges im Detail erkennen lassen (Abb. 3). Eine konventionelle Lösung, Stempeloberflächen zwischen einzelnen Sammlungen zu vergleichen, bestand zuvor in der Herstellung von Gipsabgüssen, die sich im Fall der grundlegenden Studie von Werz als kostengünstige, leistungsfähige und praktische Lösung erwiesen haben<sup>9</sup>. Gegenüber dieser physischen Abformung besitzen digital erfasste Geometrien den Vorteil, dass sie orts- und zeitungebunden verfügbar sind und leichter für metrische Analysemethoden, insbesondere automatisierte Klassifizierungsmethoden, nutzbar gemacht werden können. Aus heutiger Sicht ist es bereits mit einfachen Kamerasystemen möglich, durch fotogrammetrische Methoden

<sup>5</sup> Werz 2009.

<sup>6</sup> Tolksdorf u. a. 2017 | R. Elburg/J.F.Tolksdorf/T.Reuter, Onderzoek aan munten met een klop van Varus. Bijdragen en Mededelingen Gelre 107, 2016, 53.

<sup>7</sup> Zur Entwicklung des Darstellungsablaufes mit TroveSketch: F. Innerhofer/T. Reuter/C. Coburger, More Than Just Documenting the Past: 15 Years of 3D Scanning at the Archaeological Heritage Office of Saxony. In: M. Hostettler/A. Buhlke/C. Drummer/L. Emmenegger/J. Reich/C. Stäheli (Hrsg.), The 3 Dimensions of Digitalised Archaeology (Cham 2024) 27–46.

<sup>8</sup> Tolksdorf u. a. 2017, Supplement.

<sup>9</sup> U. Werz, Mit Kochlöffel und Zahnbürste. Zur Abformung von Münzen und Kleinobjekten. Schweizer Münzblätter 234, 2009, 46–58.



Abb. 3: Gegenüberstellung einer Münzoberfläche mit Farbwerten auf Grundlage einer Makroaufnahme («Texture Mapping») und in der Darstellung «Shaded Relief». Während die Darstellung des Augustus auf dem As in der Farbphotografie durch die Oberflächenkorrosion verdeckt wird, zeigt die Darstellung in der künstlichen Schummerung die Prägegeometrie deutlicher. Vindonissa Inv.-Nr. V:97.1/743.1 (M. 3:1).

(Structure-from-motion) ein hochauflösendes 3D-Modell einer Münze zu erstellen<sup>10</sup>. 3D-Scanner liefern im Praxisvergleich bei Münzen noch hochauflösendere und gleichbleibend qualitätvolle Oberflächenmodelle, wobei Streifenlichtscanner gegenüber Laserscannern in Praxisvergleichen bessere Ergebnisse geliefert haben<sup>11</sup>. Die Erfassung der Einzelmünze durch die notwendige Registrierung von Vorder- und Rückseite sowie die Kuratierung und Analyse der Daten sind unabhängig von der Komplexität oder Erhaltung des Einzelobjektes und damit projektbezogen planbar. Mit zunehmender Anwenderpraxis werden diese effizienter. Kompromisse für die möglichst ökonomische Aufnahme von Münzen stellen Systeme wie beispielsweise O.S.C.A.R. (Optical System for Coin Analysis and Recognition) als fotometrisches Stereoverfahren dar. Ab 2017<sup>12</sup> wurde so ein Bestand von mehreren Tausend Münzen erfasst<sup>13</sup>. Die hierbei durch Aufnahmen mit definierten und orientierten Beleuchtungsparametern entstandenen Bilder erlauben zwar eine verbesserte Betrachtung der Oberflächeneigenschaften durch wechselnde Beleuchtungen, stellen jedoch kein echtes bzw. geschlossenes 3D-Modell der Gesamtmünze zur Verfügung. Doch auch mit diesen technischen Abstrichen kann das Ziel einer eindeutigen automatisierten Charakterisierung und damit Identifikation jedes Sammlungsobjektes sowie einer Anbindung an den Fundmünzenkatalog der Numismatischen Kommission (KENOM) zur Erschließung der Datensätze effizient erreicht werden. Eine interessante Entwicklungslinie für die Zukunft ist die automatisierte Klassifizierung der erzeugten 3D-Modelle zur Erkennung gleicher Stempel<sup>14</sup>. Auch der

Einfluss der bei Münzen häufig auftretenden nachträglichen Beschädigungen und Abnutzungen der Oberfläche kann bei diesen mathematischen Vergleichsmodellen berücksichtigt werden<sup>15</sup>. Ausgangspunkt einer solchen Entwicklung muss jedoch immer ein ausreichend umfangreicher Trainingsdatensatz sein.

<sup>10</sup> G. Morris/J. Emmitt/J. Armstrong, Depth and Dimension: Exploring the Problems and Potential of Photogrammetric Models for Ancient Coins. *Journal of Computer Applications in Archaeology* 5/1, 2022, 112–122.

<sup>11</sup> M. Hess/L. W. MacDonald/J. Valach, Application of multi-modal 2D and 3D imaging and analytical techniques to document and examine coins on the example of two Roman silver denarii. *Herit Sci* 6/1, 2018, 5.

<sup>12</sup> Träger des Projektes sind mit dem Landesmuseum für Vor- und Frühgeschichte eine staatliche Sammlung und mit dem Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung ein anwendungsbezogenes technisches Institut.

<sup>13</sup> E. Trostmann/V. Dresely/A. Tauschensky, Identifizierung von Münzen anhand eines digitalen Fingerabdrucks. *Online Zeitschrift zur Antiken Numismatik*, 2019, 21–26; T. Dunker/A. Tauschensky/H. Mara/E. Trostmann, Medieval Coins of Three Different Types and of Various States of Preservation. *Journal of Open Archaeology Data* 12, 2024, 1.

<sup>14</sup> S. Horache/J.-E. Deschaud/F. Goulette/K. Gruel/T. Lejars/O. Masson, Riedones3D: a Celtic Coin Dataset for Registration and Fine-grained Clustering. *Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage*, 2021, 10.

<sup>15</sup> S. Khazaee/M. Sharifi Rad/C.Y. Suen, Detection of Counterfeit Coins Based on Modeling and Restoration of 3D Images. In: R.P. Barneva/V.E. Brimkov/J.M.R.S. Tavares (Hrsg.) *Computational Modeling of Objects Presented in Images. Fundamentals, Methods, and Applications. Lecture Notes in Computer Science* 10149 (Cham 2017) 178–193.

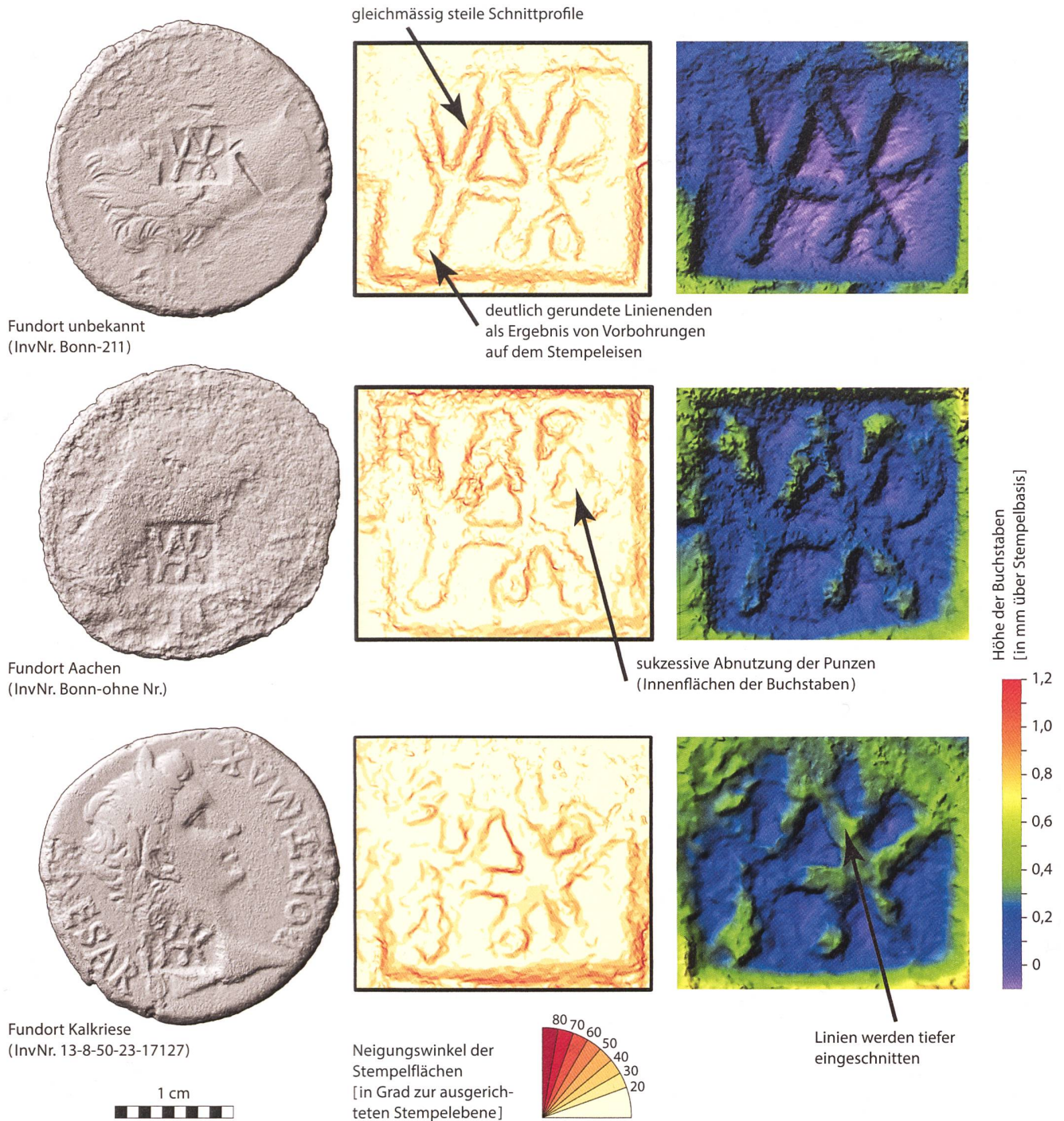


Abb. 4: Charakteristische Veränderungen des Stempelabschlages aufgrund der zunehmenden Abnutzung und dem Nachschneiden des Stempelleisens.

## Varus in Vindonissa – Lektionen des Projektes

Für die 2015 durchgeführten Analysen wurde zunächst ein definiertes Passpunktset an charakteristischen Stellen entlang der Buchstaben VAR mit der Software geomorph<sup>16</sup> erfasst. Anschliessend wurden die Geometrien auf Grundlage einer Generalized Procrustesanalysis (GPA) miteinander verglichen und das Ähnlichkeitsverhältnis dieser Passpunktsysteme in einer Hauptkomponentenanalyse dargestellt<sup>17</sup>. Die bereits durch Werz unterschied-

lichen Stempelleisens zugewiesenen Formen trennten sich hierbei deutlich voneinander. Dieses Grundergebnis wäre also auch mit einer rein visuellen Analyse zu erreichen gewesen. Als deutlich aussagekräftiger erwiesen

<sup>16</sup> D.C. Adams/E. Otárola-Castillo, geomorph: an R package for the collection and analysis of geometric morphometric shape data. *Methods in Ecology and Evolution* 4/4, 2013, 393–399.

<sup>17</sup> Tolksdorf u. a. 2017.

sich hingegen Parameter, die mit der zunehmenden Abnutzung und dem Nachschneiden des Stempels in Verbindung stehen (Abb. 4). So liessen sich Unterschiede in der Höhe der eingepprägten Buchstaben erkennen, die auf ein zunehmendes Nachschneiden des Stempels zurückzuführen sein dürften. Auch ein in Messstrecken erkennbarer Trend zur Verbreiterung der einzelnen Buchstaben kann mit dem Nachschneiden der Stempel-eisen erklärt werden. Auffallend sind die zum Teil deutlich zu erkennenden Ausrundungen an den Buchstaben-schenkeln, die vermuten lassen, dass beim Schneiden der Stempel ähnlich der Steinbearbeitung<sup>18</sup> auch Bohrer zum Einsatz kamen. Markant war die Abnahme der dreieckigen Innenfläche des Buchstabens «A» bis zu einer vollständigen Auflösung sowie der halbrunden Innenfläche des «R». Dies dürfte auf die Abnutzung zurückzuführen sein, da bei den Prägevorgängen besonders die kleinen freistehenden Flächen im Stempelen beanspruchert wurden. Anhand der Nachschnitt- und Abnutzungsspuren liess sich zwar eine Abfolge der Gegenstempelungszeitpunkte postulieren. Wegen der geringen Zahl der untersuchten Münzen blieb die Analyse der räumlichen Verbreitung der Gebrauchsspuren jedoch nur illustrativ für das Konzept unserer Studie.

Rückblickend lässt sich zusammenfassen, dass die hochauflösende 3D-Digitalisierung von Gegenstempeln ein Potenzial bietet, Abnutzungstendenzen der Stempelen anhand vertikaler und horizontaler Veränderungen im Stempelbild zu erkennen. Da aktuelle Machine-Learning-Ansätze darauf abzielen, Ähnlichkeitsmuster zu erfassen, kann eine zunehmende digitale Erfassung von Münzdatensätzen auch den Weg eröffnen, abnutzungs- und nachbearbeitungsbedingte Veränderungstrends einzelner Stempelen zu erkennen und in grösseren Beständen eines Stempelbildes eine chronologische Ordnung der Abschlüge zu bilden.

## Bibliografie

Tolksdorf u.a. 2017

J.F.Tolksdorf/R. Elburg/T. Reuter, Can 3D scanning of countermarks on Roman coins help to reconstruct the movement of Varus and his legions. *Journal of Archaeological Science: Reports* 11, 2017, 400–410

Wertz 2009

U. Wertz, Gegenstempel auf Aesprägungen der frühen römischen Kaiserzeit im Rheingebiet: Grundlagen, Systematik, Typologie. Dissertation Universität Frankfurt (Frankfurt/Main 2009)

## Abbildungsnachweis

Abb. 1: Tolksdorf, BLfD  
Abb. 2: Foto Reuter, LfA  
Abb. 3: Reuter, LfA  
Abb. 4: Tolksdorf, BLfD

## Anschrift

Johann Friedrich Tolksdorf  
Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Referat Schwaben/  
Mittelfranken  
Augsburger Strasse 22  
86672 Thierhaupten  
Johann.Tolksdorf@blfd.bayern.de

Thomas Reuter  
Landesamt für Archäologie Sachsen, 3D-Labor/3D-Fund-  
dokumentation  
Zur Wetterwarte 7  
01109 Dresden  
Thomas.Reuter@lfa.sachsen.de

<sup>18</sup> D. Plantzos, Crystals and Lenses in the Graeco-Roman World. *American Journal of Archaeology* 101, 1997, 451–464, bes. 457 f.

