



<https://publications.dainst.org>

iDAI.publications

DIGITALE PUBLIKATIONEN DES  
DEUTSCHEN ARCHÄOLOGISCHEN INSTITUTS

Das ist eine digitale Ausgabe von / This is a digital edition of

Wigg-Wolf, David – Hofmann, Kerstin P. – Tolle, Karsten – Rösler, Katja – Möller, Markus – Deligio, Chrisowalandis – Tietz, Julia – von Nicolai, Caroline

## Frankfurt am Main, Deutschland. ClaReNet. Klassifikation und Repräsentation keltischer Münzprägungen im Netz. Das Projekt von 2021 bis 2024

aus / from

e-Forschungsberichte des Deutschen Archäologischen Instituts, 2022-2, § 1–21

DOI: <https://doi.org/10.34780/9rgb-or3d>

**Herausgebende Institution / Publisher:**  
Deutsches Archäologisches Institut

**Copyright (Digital Edition) © 2022 Deutsches Archäologisches Institut**  
Deutsches Archäologisches Institut, Zentrale, Podbielskiallee 69–71, 14195 Berlin, Tel: +49 30 187711-0  
Email: [info@dainst.de](mailto:info@dainst.de) | Web: <https://www.dainst.org>

**Nutzungsbedingungen:** Mit dem Herunterladen erkennen Sie die Nutzungsbedingungen (<https://publications.dainst.org/terms-of-use>) von iDAI.publications an. Sofern in dem Dokument nichts anderes ausdrücklich vermerkt ist, gelten folgende Nutzungsbedingungen: Die Nutzung der Inhalte ist ausschließlich privaten Nutzerinnen / Nutzern für den eigenen wissenschaftlichen und sonstigen privaten Gebrauch gestattet. Sämtliche Texte, Bilder und sonstige Inhalte in diesem Dokument unterliegen dem Schutz des Urheberrechts gemäß dem Urheberrechtsgesetz der Bundesrepublik Deutschland. Die Inhalte können von Ihnen nur dann genutzt und vervielfältigt werden, wenn Ihnen dies im Einzelfall durch den Rechteinhaber oder die Schrankenregelungen des Urheberrechts gestattet ist. Jede Art der Nutzung zu gewerblichen Zwecken ist untersagt. Zu den Möglichkeiten einer Lizenzierung von Nutzungsrechten wenden Sie sich bitte direkt an die verantwortlichen Herausgeberinnen/Herausgeber der entsprechenden Publikationsorgane oder an die Online-Redaktion des Deutschen Archäologischen Instituts ([info@dainst.de](mailto:info@dainst.de)). Etwaige davon abweichende Lizenzbedingungen sind im Abbildungsnachweis vermerkt.

**Terms of use:** By downloading you accept the terms of use (<https://publications.dainst.org/terms-of-use>) of iDAI.publications. Unless otherwise stated in the document, the following terms of use are applicable: All materials including texts, articles, images and other content contained in this document are subject to the German copyright. The contents are for personal use only and may only be reproduced or made accessible to third parties if you have gained permission from the copyright owner. Any form of commercial use is expressly prohibited. When seeking the granting of licenses of use or permission to reproduce any kind of material please contact the responsible editors of the publications or contact the Deutsches Archäologisches Institut ([info@dainst.de](mailto:info@dainst.de)). Any deviating terms of use are indicated in the credits.



## FRANKFURT AM MAIN, DEUTSCHLAND ClaReNet. Klassifikation und Repräsentation keltischer Münzprägungen im Netz



Das Projekt von 2021 bis 2024

### **Römisch-Germanische Kommission des DAI**

von David Wigg-Wolf, Kerstin P. Hofmann, Karsten Tolle,  
Katja Rösler, Markus Möller, Chrisowalandis Deligio,  
Julia Tietz und Caroline von Nicolai



e-FORSCHUNGSBERICHTE DES DAI 2022 · Faszikel 2

**Kooperationen:** Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz, Digitale Akademie; Archäologische Staatssammlung München (B. Ziegauß); ARIADNE; Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Corpus Nummorum (U. Peter); Bibliothèque nationale de France, Département des Monnaies, médailles et antiques (F. Duyrat); Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Digital Humanities; Goethe-Universität Frankfurt am Main, Institut für Archäologische Wissenschaften, Abteilung II: Archäologie von Münze, Geld und von Wirtschaft in der Antike (F. Kemmers); Inventar der Fundmünzen der Schweiz (M. Nick); Konsortialvorhaben NFDI4Objects; Nomisma.org; Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz; SEADDA; States of Guernsey, Culture and Heritage (P. de Jersey); Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Klassische Archäologie (F. Lang); Université Bordeaux Montaigne (E. Hiriart); University of Oxford, Institute of Archaeology, Celtic Coin Index.

**Leitung des Projektes:** D. Wigg-Wolf.

*Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanzierte Verbundprojekt [ClaReNet](#) testet anhand dreier, jeweils für bestimmte Forschungsfragen und Problemstellungen exemplarisch ausgewählter keltischer Münzprägungen die Möglichkeiten und Grenzen neuer Klassifikations- und Repräsentationsverfahren. Dazu werden traditionelle Ansätze der Klassifikation in Numismatik und Archäologie mit informationstechnischen Klassifikationsverfahren, inkl. deep learning, verglichen. Es wird ein erweiterbarer virtueller Verbundkatalog, [celticcoinage.org](#), nach FAIR-Prinzipien für die von uns untersuchten Münzserien eingerichtet. Der Arbeitsprozess wird durch eine science and technology-Studie begleitet, die zu einer Reflexion über die Veränderungen der Erkenntnisprozesse durch den Einsatz digitaler Werkzeuge und Algorithmen beiträgt. Ziel ist es, im interdisziplinären Dialog systematisch Automatisierungspotentiale und -grenzen für Klassifikations- und Repräsentationsverfahren in der Numismatik und Archäologie auszuloten.*



DEUTSCHES  
ARCHÄOLOGISCHES INSTITUT  
RÖMISCH-GERMANISCHE KOMMISSION



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

- 1 Das Verbundprojekt ClaReNet, eine Zusammenarbeit zwischen der Römisch-Germanischen Kommission (RGK) und dem Big Data Lab der Goethe-Universität Frankfurt am Main, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). (Grafik: Oliver Wagner)

The joint project [ClaReNet](#)<sup>↗</sup>, funded by the Federal Ministry of Education and Research, is testing the possibilities and the limits of new methods of classification and representation on the basis of three Celtic coinages, each selected as an example for specific research questions and problems. Traditional approaches to classification in numismatics and archaeology are compared with classification methods from information technology, including deep learning. An extendable virtual union catalogue, [celticcoinage.org](#)<sup>↗</sup>, complying with the FAIR principles, will be implemented for the coin series that we are investigating. The work process will be accompanied by a science and technology study, which will contribute to a reflection on the changes in knowledge processes that result from the use of digital tools and algorithms. The aim is to systematically assess in an interdisciplinary dialogue the potential and limits of automation for processes of classification and representation in numismatics and archaeology.

## Einleitung

- 1 Im Rahmen des Themenschwerpunktes »Archäologische Episteme in Entwicklung: Zu Landschaften, Objekten, Daten und ihrer Vernetzung« [1] befasst sich die RGK in einem Reflexions- und Vernetzungsprojekt zu »Ding-Editionen. Vom archäologischen (Be-)Fund übers Corpus ins Netz« mit der Produktion von Wissen im Zuge der Publikation und Rezeption von archäologischen Materialpublikationen [2]. Vor allem durch digitale Editionen und die Möglichkeit der digitalen Vernetzung von Informationen, Daten und Bildern [3] steht der Archäologie und Numismatik heute eine große Menge an Daten zur Verfügung, die es zu kuratieren gilt [4]. Gleichzeitig ergeben sich durch die Weiterentwicklung von Künstlicher Intelligenz (KI), hier sei besonders die automatische Bild- und Texterkennung hervorgehoben, neue Möglichkeiten für die Weiterverarbeitung digitaler archäologischer Daten. Unsere Erkenntnisse sollen dabei in die Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) durch das Konsortialvorhaben [NFDI4Objects](#)<sup>↗</sup> integriert werden, in dem sich die RGK und das Big Data Lab als Participants insbesondere in der Task Area 2 »Collecting« engagieren.

2 Innerhalb dieses thematischen Forschungsschwerpunktes widmet sich das vom Bundesministerium für Forschung und Bildung geförderte Verbundprojekt »ClaReNet – Classification and Representation for Networks« [5], in dem RGK und Big Data Lab der Goethe-Universität Frankfurt am Main zusammenarbeiten, der digitalen Edition von keltischen Münzen unter Anwendung von KI (Abb. 1). Hierzu führt das Projekt vertiefende forschungsgeschichtliche und erkenntnistheoretische Analysen durch, denn die Klassifikation von Münzen und ihre Repräsentation haben eine lange Geschichte, die durch verschiedene epistemologische Ansätze und Medienwechsel geprägt ist. Sie sind in den erweiterten Kontext des epistemologischen Streits zwischen Realismus und Konstruktivismus zu setzen, der die Wissenschaften im 19. und 20. Jahrhundert beeinflusste, bei dem die Frage nach der Art der Korrespondenz von Welt und Repräsentation/Klassifikation im Vordergrund steht. Aus ihm sind praxeologische Ansätze entstanden, die sich mit den Transformationen von Dingen in der Welt zu Objekten des Wissens sowie mit *communities of practice* [6] auseinandersetzen [7]. Die *science and technology studies* (STS) haben hierzu vor allem methodisch-reflexive Labor- und Feldstudien in den Naturwissenschaften sowie Studien zur Wissensorganisation durchgeführt [8].

3 Es fehlt bislang jedoch weitgehend an Studien zu den schwieriger beobachtbaren Praktiken der sog. Schreibtischarbeit oder zu digitalen Projekten [9]. Ihre Ansätze wurden in der Archäologie bereits für die Analyse der Edition von Dingen aufgegriffen [10]. Aufgrund der Diskussionen um Postfaktizität und Authentizität der Dinge wird vielen bewusst, dass Wissensproduktion an und mit Dingen sichtbar und besser nachvollziehbar gemacht werden muss. Hier wird computergestützten Verfahren oft ein höherer Grad der Objektivierbarkeit attestiert [11]. Durch die fortschreitende Digitalisierung ergeben sich heute ferner ganz neue Möglichkeiten des Klassifizierens, z. B. durch automatisierte Clustering- und Klassifizierungsalgorithmen mit Mustererkennung, und der Repräsentation von Objekten im Netz durch *linked open data* (LOD). Doch will man die häufig mit dem Begriff *big data* positiv konnotierte Objektflut in digitaler Form z. B. mit KI bewältigen, gilt es, die Digitalisierung mit einer Reflexion über Objekt epistemologien sowie Praktiken des Klassifizierens und Repräsentierens wissenschaftlich zu begleiten [12].

4 Während der interdisziplinären Arbeit im Projekt ClaReNet werden daher im Rahmen einer STS-Fallstudie diese Forschungspraktiken und Entscheidungsprozesse bei der Klassifikation und Repräsentation von Münzen unter Berücksichtigung der angewandten Technik dokumentiert und analysiert. Dies bietet die Chance, nicht nur nachträglich die Wissensproduktion und -organisation zu analysieren – wie z. T. vereinzelt in wissenschaftsgeschichtlichen Studien zu Corpora geschehen [13] – sondern während der interdisziplinären Arbeit die Forschungspraktiken und Entscheidungsprozesse bei der Klassifikation und Repräsentation von multimodalen Objekten im Rahmen einer STS-Studie zu dokumentieren. Dadurch wird die noch weitgehend fehlende methodische und erkenntnistheoretische Reflexion zu den Veränderungen von Klassifikationen und Repräsentationen angeregt. Zudem bietet sich die Möglichkeit, wichtige Themen wie die der zirkulierenden Referenz, der Datenqualität sowie der *digital agency* und ethische Aspekte in Mensch-Maschine-Beziehungen in einer konkreten Fallstudie gemeinsam interdisziplinär zu untersuchen.

#### *Keltische Münzen, ihre Klassifikation und Repräsentation*

5 Münzen sind multimodale Objekte, die in der Regel anhand der Münzbilder und des Materials sowie – falls vorhanden – anhand der Legenden klassifiziert werden. Während moderne Münzen maschinell produziert werden und daher einheitlicher sind, wurden antike Münzen mit Münzstempeln von Hand individuell geprägt. Deshalb können sich antike Münzen vom gleichen Stempel u. a. aufgrund dezentrierter Stempelung oder unterschiedlicher Intensivität des Stempelschlags stark voneinander unterscheiden.

6 Die Ursprünge der antiken Numismatik liegen in der Renaissance, womit sie zu einer der ältesten Fachrichtungen der Altertumswissenschaften zählt [14]. Das Sammeln und Erfassen von Münzbeständen setzten sich ab dem 17. Jahrhundert große fürstliche Münzkabinette zum Ziel. Dementsprechend blickten die Numismatiker im 19. Jahrhundert, während der Phase der Akademisierung der Numismatik, bereits auf eine lange Forschungstradition zurück, die das Vorgehen, insbesondere beim Klassifizieren, noch heute beeinflusst.

## Münzserie 1 - Büschelquinare

Münzserie 2 - *monnaies à la croix*Münzserie 3 - *Coriosolitae*

10 mm

CC BY-NC-SA Münzkabinett Staatliche Museen zu Berlin

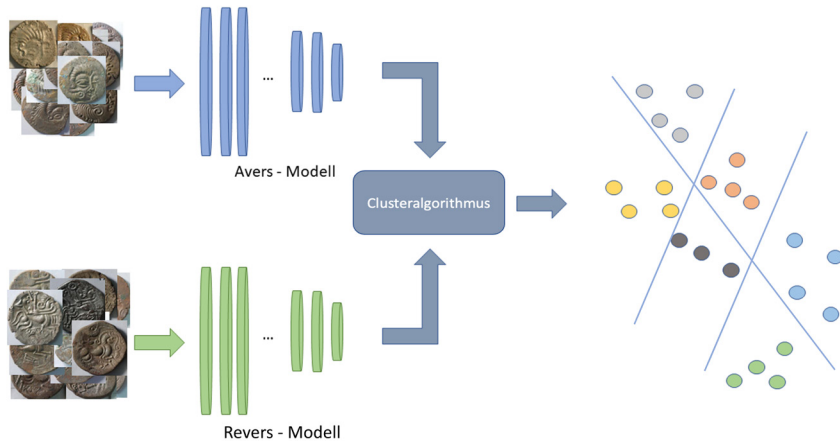
- 2 Beispiele der im Projekt untersuchten Münzserien. Deutlich werden die Unterschiede in Form und Gestalt auch innerhalb der einzelnen Münzserien. Maßstab 3:1. (Fotos: Münzkabinett der Staatlichen Museen zu Berlin, Bernhard Weisser; Grafik: Markus Möller)

7 Im Gegensatz zu römischen und griechischen Münzen, versucht man keltische Münzen (Abb. 2) erst seit Mitte des 19. Jahrhunderts zu klassifizieren. Dabei steht man jedoch vor besonderen Herausforderungen. Die Münzen sind sehr vielgestaltig und ihre Serien sind unterschiedlich stark standardisiert und häufig über einen langen Zeitraum hinweg produziert. Ferner fehlen zumeist die für römische Münztypen definierenden Merkmale, z. B. die Legende, die – wenn sie vorkommt – für uns meist unverständlich ist. Oft werden griechische und römische Vorbilder, sog. Prototypen, postuliert und regionale Klassifikationen vor allem anhand von Stilanalysen durchgeführt. Das einzige umfassende, aber veraltete Referenzwerk für die keltische Münzwelt entstand 1892 auf Grundlage der Sammlung des Cabinet des Médailles der Bibliothèque nationale de France in Paris [15]. Die große Zahl regional differenzierter Münzprägungen wird bis heute überwiegend in Einzelpublikationen vorgelegt und ihre Klassifikationen oft sehr stark von den Fragestellungen und Wissenstraditionen der jeweiligen Bearbeitenden geprägt und nicht auf Übertragbarkeit und die Erstellung eindeutiger Typologien ausgerichtet.

- 8 Die in der Prähistorischen Archäologie bei Klassifikationen und Korrespondenzanalysen immer häufiger praktizierte Methode der Auflösung der Objekte in Merkmale [16] hat kürzlich durch die innovative Arbeit von Eneko Hiriart auch in die keltische Numismatik Eingang gefunden [17]. Dieser Ansatz, der auch bei der als Desiderat empfundenen, übergreifenden keltischen Münztypologie helfen könnte, wird unter anderem im Projekt ClaReNet weiterverfolgt.

### *Automatisierte Klassifikationsverfahren*

- 9 Für griechische und römische Münzen wurden bereits eine Reihe von Bearbeitungen mit Methoden der Künstlichen Intelligenz unternommen [18]. Für keltische Münzen sind automatisierte Klassifikationsversuche aber ausgeblieben. Hier leistet der Verbundpartner, das Big Data Lab der Goethe-Universität Frankfurt am Main, im Projekt ClaReNet Pionierarbeit.
- 10 Das für das Klassifizieren notwendige Gruppieren wird in der IT ›Clustering‹ genannt. Dies ist eine besondere Herausforderung, da es für keltische Münzen



3 Beispiel einer Kombination von verschiedenen Ansätzen: Zwei *convolutional neural networks* werden mit einem Clusteralgorithmus verknüpft. (Grafik: Chrisowalandis Deligio; Münzfotos: Jersey Heritage)

keine einheitlichen Vorgaben aus der Numismatik für die Klassifizierung in Bezug auf Merkmalerhebungen und Granularität gibt. Aktuell arbeiten wir hieran sowohl mit überwachten wie auch unüberwachten Ansätzen bzw. mit Kombinationen dieser (Abb. 3). Zudem hängt viel vom Erhaltungsgrad der Münzen ab. Existieren bereits Typologien, so können automatisierte Klassifikationsverfahren

1. zur Münzbestimmung,
  2. zur systematischen Prüfung der Typologien auf Kohärenz und Praktikabilität und
  3. auch als Vorarbeit zum automatisierten Gruppieren dienen.
- 11 Bei derartigen *deep learning*-Ansätzen, also Ansätzen, welche auf mehrschichtigen, künstlichen neuronalen Netzen basieren, die das Big Data Lab für Römische Kaisermünzen bereits mit *convolutional neural networks* (CNN) erprobt hat, hat sich gezeigt, dass eine enge Zusammenarbeit mit Domain-Expert:innen notwendig ist.
- 12 Für das Projekt wurden beispielhaft drei Münzserien ausgewählt, die aufgrund ihrer unterschiedlichen Prägung, Standardisierung und stilistischen Entwicklung verschiedene Problemstellungen für die klassifikatorische Einordnung und die Datenmodellierung bieten (Abb. 2. 4):
1. die [Büschelquinare](#) <sup>↗</sup> aus Süddeutschland, der Schweiz, Westösterreich, Tschechien und der Slowakei;
  2. die [monnaies à la croix](#) <sup>↗</sup> aus Südwestfrankreich und
  3. die sog. Statere der *Coriosolitae* aus der Bretagne.
- 13 Sie alle datieren in das 3. bis 1. Jahrhundert v. Chr. und sind hauptsächlich aus Silber oder Billon (einer Legierung aus Silber und Bronze) hergestellt.
- 14 Die Münzserie 3 bearbeiten wir aktuell mit Hilfe des [DeepCluster Verfahrens](#) <sup>↗</sup>, das aus dem Bereich der unüberwachten Bildklassifikation kommt. Bei diesem Ansatz werden CNNs in Kombination mit Clustering-Algorithmen verwendet, um die Möglichkeiten von CNNs auf unüberwachte Weise zu nutzen. Vielversprechend ist beim DeepCluster vor allem, dass keine Eingabe durch bzw. Interaktion mit Benutzer:innen benötigt wird. Lediglich die Clusteranzahl muss vordefiniert werden. Im Projekt ClaReNet wird dabei auch die Anwendbarkeit dieses Ansatzes an großen Objektmengen

Münzserien (MS)	Partnerinstitutionen	Domain-Experten
1: Büschelquinare (derzeit insg. Fotografien von ca. 2500 Münzen)	Archäologische Staatssammlung München	Bernward Ziegauß
	Inventar der Fundmünzen der Schweiz	Michael Nick
	Bibliothèque nationale de France, Paris	–
2: <i>monnaies à la croix</i> (derzeit insg. Fotografien von ca. 2850 Münzen)	IRAMAT CRP2A, Bordeaux	Eneko Hiriart
3: <i>Coriosolitae</i> (derzeit insg. Fotografien von ca. 70.000 Münzen)	Guernsey Museum and Art Gallery	Philip de Jersey

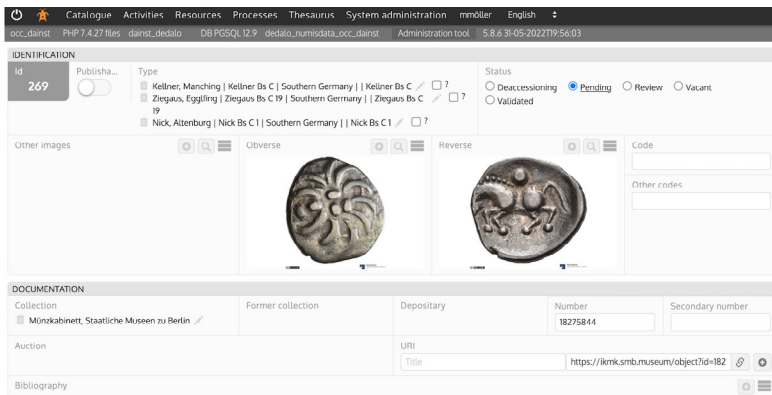
4 Tabelle der Münzserien, Partnerinstitutionen und Domain-Experten. Unser Dank geht an zahlreiche weitere, hier ungenannte Institutionen im In- und Ausland, die uns im Zuge des Projektes 16 digitale Fotografien ihrer Münzen zur Verfügung gestellt haben bzw. uns diese fotografieren ließen. (Grafik: ClaReNet)

wie den Münzen der *Coriosolitae* des Hortfunds von Le Câillon II von der Kanalinsel Jersey [19] getestet, der vor allem durch seinen Umfang von ca. 70.000 Münzen eine Herausforderung für die Numismatik in Bezug auf Zeit- und Arbeitsaufwand darstellt.

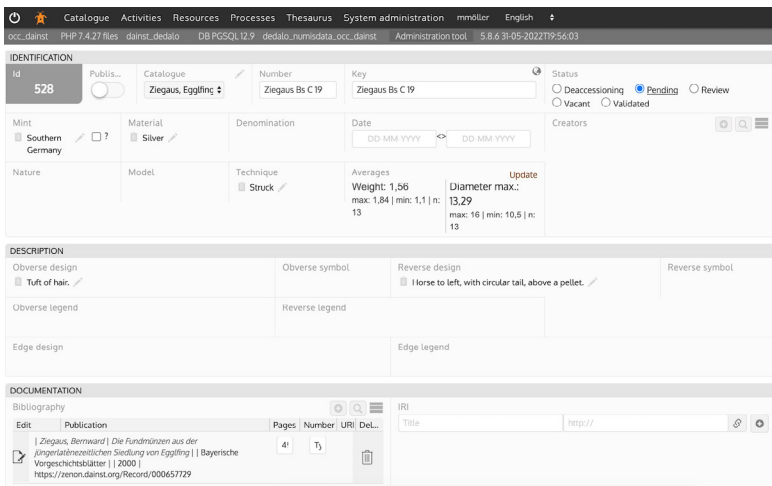
#### *Der virtuelle Verbundkatalog Online Celtic Coinage*

15 Durch das *semantic web* erhalten Daten eine auf Partizipation und Weiter-nutzung angelegte Repräsentationsform, die eine immer wichtiger werden-de Stellung auch in der geschichtswissenschaftlichen Forschungspraxis ein-nimmt. Besonders die Numismatik nutzt »digitale Objekte« (Daten und Metadaten) bereits intensiv. Dank des LOD-Projektes [Nomisma](#)<sup>↗</sup> sind für die Altertumsforschung große Fortschritte bei der digitalen Repräsentation griechischer und römischer Münzen gemacht worden. Für keltische Münz-prägungen gibt es bisher nur für Britannien, auf Grundlage der [Ancient British Coins \(ABC\)](#)<sup>↗</sup>, einen ersten Ansatz, für Kontinentaleuropa fehlt es je-doch noch an vergleichbaren Standardklassifikationen. Hier gilt es neue Lösungswege zu finden, die auch die Analyse einzelner Elemente und Merk-male keltischer Münzen berücksichtigen.

Ein erklärtes Ziel des Projektes ClaReNet ist daher der Aufbau eines virtuellen Verbundkatalogs [Online Celtic Coinage \(OCC\)](#)<sup>↗</sup>, der über das Vokabular und die Ontologie von Nomisma mit anderen Linked Open Data (LOD)-Ressourcen wie der [Getty AAT](#)<sup>↗</sup>, dem [DARIAH-EU Backbone Thesaurus](#)<sup>↗</sup>, dem Normdatenportal des [Berliner Münzkabinetts](#)<sup>↗</sup> sowie der [iDAI.world](#)<sup>↗</sup> verlinkt werden wird. Die vorrangige Aufgabe zur Vorbereitung des Katalogs ist der Aufbau einer Münzdatenbank, die mit Bildern von Münzen der zuvor genannten Münzserien und ihren Metadaten befüllt wird. Dies geschieht mit Hilfe des Datenbankmanagementsystems [Dédalo](#)<sup>↗</sup>, welches aufgrund seiner Flexibilität für das Projekt ausgewählt wurde. Mit Dédalo ist es vergleichsweise einfach, Hierarchien und Relationen u. a. von Münzen und Münztypen zu ändern, was aufgrund der dynamischen Forschungssituation zu keltischen Münzen unabdingbar ist. Weiterhin er-laubt Dédado das Erstellen von verschiedenen Hierarchien für verschie-dene Münzserien.



5



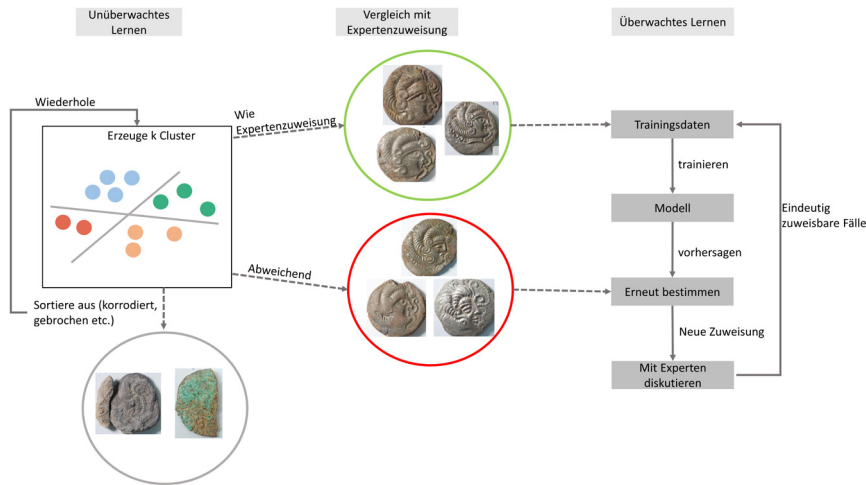
6

- 5 Münzeintrag zu einem Büschelquinar Typ C im Datenbanksystem Dédalo, der mit unterschiedlichen Typologieansätzen verlinkt wurde. Das direkte Hochladen von Bildern geschieht innerhalb des Projektes zu Forschungszwecken, später sollen Bilder über http-Hyperlinks »on the fly« in den OCC eingebunden werden. (Screenshot: Römisch-Germanische Kommission; Münzfoto: Münzkabinett der Staatlichen Museen zu Berlin, Bernhard Weisser)
- 6 Eintrag zum Typ Ziegaus C 19 der Büschelquinare. Die Eingabefelder müssen noch an Terminologien der keltischen Numismatik angepasst werden. U. a. ist »Münzstätte« (hier mint) kein Begriff, der sich für die keltischen Münzen nutzen lässt. Andere Konzepte wie Material, Herstellungstechnik usw. sind hingegen schon jetzt mit [Nomisma](#) verknüpft. (Screenshot: Römisch-Germanische Kommission)

## Bisherige Ergebnisse und künftige Perspektiven

- 17 Das erste Jahr des Forschungsprojektes war vor allem der Reflexion über die bisherigen Theorien und Methoden der Klassifikation und Repräsentation in der Archäologie, der Numismatik, insbesondere der keltischen, dem Aufbau des Datenkorpus, der Anpassung der KI-Verfahren auf die keltische Numismatik sowie der Entwicklung einer auf das Projekt gerichteten STS gewidmet. Die Forschungs- und Methodengeschichte sowie der aktuelle Kenntnisstand zu allen drei untersuchten Münzserien wurden, ebenso wie die Forschungsgeschichte der keltischen Numismatik und der Klassifikationsverfahren in Archäologie und Numismatik, recherchiert und zusammengefasst.
- 18 Es wurden digitale Fotos von circa 80.000 keltischen Münzen zusammengetragen. Viele stammen von den Partnern des Projektes im In- und Ausland. Andere Münzen wurden hingegen mit der sog. Danneranlage, einer mobilen Fotostation, in verschiedenen Museen und Sammlungen von den Projektmitarbeiter:innen neu fotografiert. Auch wurde damit begonnen, Einträge zu Münzen (Abb. 5) und Münztypen (Abb. 6) in Dédalo anzulegen. Zum Stand vom Juni 2022 wurden Einträge zu 553 Typen und 3199 Münzen der Serien 1 und 2 in der Datenbank angelegt, von denen ein Großteil zunächst anhand der traditionellen Forschungsliteratur bestimmt wurden.
- 19 Da die Bilder der Serien 1 und 2 erst zusammengetragen werden mussten, hat sich das Big Data Lab auf die Münzserie 3 konzentriert, da hier die Bilder bereits zu Projektbeginn vom Guernsey Museum and Art Gallery (UK) übermittelt wurden und durch Philip de Jersey, einem unserer Projektpartner, und seine Mitarbeiter:innen den in der Numismatik anerkannten Klassen zugewiesen worden waren (Abb. 4). Das von DeepCluster erzeugte Ergebnis wurde mit der vom Projektpartner erstellten Zuordnung verglichen. Durch die Auswahl der Cluster, die sich mit der Zuordnung überschneiden, lässt sich ein Datensatz erstellen, der quasi im Vier-Augen-Prinzip geprüft wurde. Dieser Datensatz soll Grundlage für einen überwachten Ansatz werden, mit dessen Hilfe die anderen Münzen überprüft werden können. Der Prozess erfolgt semi-automatisiert, wobei die Problemfälle in enger Zusammenarbeit mit Philip de Jersey diskutiert werden (Abb. 7).





- 7 Von unüberwacht zu überwacht. Als erstes wird der Datensatz bereinigt und vorsortiert, dann wird das Ergebnis mit dem des Experten verglichen. Auf dieser Basis wird ein überwachtes Modell zur Vorhersage der aussortierten Münzen trainiert. (Grafik: Chrisowalandis Deligio; Münzfotos: Jersey Heritage)

20 Nach einer ersten Orientierungsphase hat die STS ihre Fragestellung konkretisiert. Sie untersucht den Einfluss von Automatisierung und Digitalisierung auf die Praxis des Klassifizierens und Repräsentierens keltischer Münzen. Unter dem Begriff der Pfadabhängigkeit analysiert sie die Einflüsse vergangener Forschungen auf heutige und zukünftige Entscheidungen. Mit dem Ansatz der Akteur-Netzwerk-Theorie betrachtet sie die Interaktion von Mensch und Maschine. Hierbei fokussiert sie unter dem Stichwort *digital Agency* auf Formen der Praxisbeteiligung von Technik, Geräten und Software, inkl. CNN. Zusammengefasst wird diese Fragestellung unter dem Titel »Pfadabhängigkeiten, Akteur-Netzwerke, Digital Agency« (PANDA). Die Beobachtungsschwerpunkte lagen zunächst bei der Digitalisierung der Münzen mit Hilfe der Fotoanlage, bei der Einrichtung und Erstellung von Einträgen in Dédalo für die Münzserien 1 und 2 sowie bei den ersten unsupervised Ansätzen der IT bei der Münzserie 3 und deren Vorbereitung mittels Bildbearbeitung durch Algorithmen. In einem Workshop zu Klassifikationsverfahren wurde nach dem fachspezifischen Vorgehen der Projektmitarbeiter:innen und der Verwendung von Begrifflichkeiten hierbei gefragt. Besonders deutlich ist dabei geworden, dass in der keltischen Numismatik teils sehr unterschiedliche Begrifflichkeiten benutzt werden. So werden Typ, Klasse, Serie, Gruppe oder Variante oft synonym verwendet. Insbesondere beim Erstellen einer Katalogstruktur stellt sich dies als Herausforderung dar. Daher werden die im Projekt verwendeten Begriffe und Methoden fortlaufend definiert und in einem Wiki auf dem [Projektblog](#) publiziert. Im Rahmen des [VARM-Theorie-Lesezirkels](#) wurden ferner mit interessierten Studierenden und Kolleg:innen Grundlagentexte zu den Themen Akteur-Netzwerke und *agency* diskutiert und dabei Fragestellungen der STS sowie des Projektes ClReNet thematisiert.

21 In den kommenden eineinhalb Jahren ist geplant, über den Verbundkatalog OCC sowie »Antike Fundmünzen in Europa« ([afe.dainst.org](http://afe.dainst.org)) Normdaten für die keltischen Münzen öffentlich zugänglich zu machen. Wir erstellen zudem Best-Practice-Leitfäden zur Verwirklichung von LOD-Projekten für multimodale Objekte unterschiedlicher Standardisierungsgrade und zu Kombinationen von computergestützten Clustering- und

Klassifizierungsverfahren. Über den weiteren Verlauf des Projektes berichtet regelmäßig unser [Blog](#)<sup>↗</sup>. Dort finden sich auch weitere Informationen zu den angewandten Methoden und in einem kleinen Wiki Erklärungen zu den zentralen Begriffen.

### Literatur

Anwar et al. 2015

H. Anwar – S. Zambanini – M. Kappel – K. Vondrovec, Ancient Coin Classification Using Reverse Motif Recognition. Image-based Classification of Roman Republican Coins, Institute of Electrical and Electronic Engineers Signal Process Magazin, 32, 2015, 64–74

Anwar et al. 2021

H. Anwar – S. Anwar – S. Zambanini – F. Porikli, Deep Ancient Roman Republican Coin Classification Via Feature Fusion and Attention. Pattern Recognition, 114, 2021

Arandjelovic 2010

O. Arandjelovic, Automatic attribution of ancient Roman imperial coins, CVPR 2010. Proceedings of the Computer Vision and Pattern Recognition Conference 2010, 2010, 1728–1734

[Backhaus 2017](#)<sup>↗</sup>

C. Backhaus, Mehr als nur Zierde. Ein Blick auf technische Details bei Fibeln, in: R. Karl – J. Leskovar (Hrsg.), Interpretierte Eisenzeiten. Fallstudien, Methoden, Theorie. Tagungsbeiträge der 7. Linzer Gespräche zur interpretativen Eisenzeitarchäologie (Linz 2017) 223–234

[Cottam et al. 2010](#)<sup>↗</sup>

E. Cottam – P. de Jersey – C. Rudd – J. Sills, Ancient British Coins (Norfolk 2010)

[de Jersey 2018](#)<sup>↗</sup>

P. de Jersey, What Next for the Coriosolitae? Some Implications of Le Câtillon II, in: E. Hiriart – J. Genechesi – V. Cicolani (Hrsg.), Monnaies et archéologie en Europe celtique. Mélanges en l’honneur de Katherine Gruel (Glux-en-Glenne 2018) 145–148

[de la Tour 1892](#)<sup>↗</sup>

H. de la Tour, Atlas monnaies gaulois (Paris 1892)

[Dietz – Jockenhövel 2016](#)<sup>↗</sup>

U. Dietz – A. Jockenhövel (Hrsg.), 50 Jahre »Prähistorische Bronzefunde«. Bilanz und Perspektiven. Beiträge zum internationalen Kolloquium vom 24. bis 26. September 2014 in Mainz. PBF XX, 14 (Stuttgart 2016) 1–32

Erdur 2018

O. Erdur, Die epistemologischen Jahre. Philosophie und Biologie in Frankreich, 1960–1980 (Zürich 2018)

[Hiriart 2017](#)<sup>↗</sup>

E. Hiriart, Catalogue des monnaies celtiques 2. Les monnaies à la croix (Paris 2017)

[Hofmann 2018](#)<sup>↗</sup>

K. P. Hofmann, Dingidentitäten und Objektinformationen. Einige Überlegungen zur Edition von archäologischen Funden, in: M. Hilgert – K. P. Hofmann – H. Simon (Hrsg.), Objekt epistemologien. Zur Vermessung eines transdisziplinären Forschungsraums. Berlin Studies of the Ancient World 59 (Berlin 2018) 179–214

[Hofmann et al. 2016](#)<sup>↗</sup>

K. P. Hofmann – T. Meier – D. Mölders – S. Schreiber (Hrsg.), Massendinghaltung in der Archäologie. Der Material Turn und die Ur- und Frühgeschichte (Leiden 2016)

[Hofmann et al. 2019](#) ↗

K. P. Hofmann – S. Grunwald – F. Lang – U. Peter – K. Rösler – L. Rokohl – S. Schreiber – K. Tolle – D. Wigg-Wolf, Ding-Editionen. Vom archäologischen (Be-) Fund übers Corpus ins Netz, eDAI-F 2019-2, 1–12

[Kerig 2005](#) ↗

T. Kerig, Zur relativen Chronologie der westdeutschen Bandkeramik, in: J. Lüning – Ch. Frirdich – A. Zimmermann (Hrsg.), Die Bandkeramik im 21. Jahrhundert. Symposium in der Abtei Brauweiler bei Köln vom 16.09.–19.09.2002, Internationale Archäologie 7 (Rahden 2005) 125–138

## Kiourt – Evangelidis 2021

V. E. Kiourt – C. Evangelidis, AnCoins. Image-Based Automated Identification of Ancient Coins Through Transfer Learning Approaches, in: A. Del Bimbo – R. Cucchiara – S. Sclaroff – G. M. Farinella – T. Mei – M. Bertini – H. J. Escalante – R. Vezzani (Hrsg.), Pattern Recognition. ICPR International Workshops and Challenges Virtual Event, January 10–15, 2021, Proceedings 7 (Cham 2021) 54–67

[Latour 2012](#) ↗

B. Latour, Die Hoffnung der Pandora. Untersuchungen zur Wirklichkeit der Wissenschaft, Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft 1595 (Frankfurt am Main 2012)

## Latour – Woolgar 1986

B. Latour – S. Woolgar, Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts (Princeton 1986)

## Laux 2014

H. Laux, Soziologie im Zeitalter der Komposition. Koordination einer integrativen Netzwerktheorie (Velbrück 2014)

[Mittag 2016](#) ↗

P. F. Mittag, Griechische Numismatik. Eine Einführung, Alte Geschichte Forschung (Heidelberg 2016)

## Rösler 2014

K. Rösler, Klassifikation, in: D. Mölders – S. Wolfram (Hrsg.), Schlüsselbegriffe der Prähistorischen Archäologie, Tübinger archäologische Taschenbücher 11 (Münster 2014) 125–129

## Sandkühler 2003

H. J. Sandkühler, Repräsentation. Die Fragwürdigkeit der ›Welt der Dinge‹, in: S. Freudenberger – H. J. Sandkühler (Hrsg.), Repräsentation, Krise der Repräsentation, Paradigmenwechsel. Ein Forschungsprogramm in Philosophie und Wissenschaften (2003) 47–70

## Vertesi – Ribes 2019

J. Vertesi – D. Ribes (Hrsg.), digitalSTS. A Field Guide for Science & Technology Studies (Princeton 2019)

## Wenger 1998

E. Wenger, Communities of Practice. Learning, Meaning, and Identity (Cambridge 1998)

*Endnoten*

[1] RGK-Forschungsplan für 2021 bis 2025.

[2] Hofmann et al. 2019.

[3] Stichwort: Linked Open Usable Data [LOUD].

[4] Hofmann et al. 2016.

[5] Förderzeitraum 2021–2024.

[6] Wenger 1998.



- [7] Laux 2014; Erdur 2018.
- [8] Latour – Woolgar 1986; Latour 2012.
- [9] Vertesi – Ribes 2019.
- [10] Hofmann 2018; Hofmann et al. 2019.
- [11] Rösler 2014.
- [12] Sandkühler 2003.
- [13] S. Beiträge in Dietz – Jockenhövel 2016 und Hofmann 2018.
- [14] Mittag 2016, 33–38.
- [15] de la Tour 1892.
- [16] Backhaus 2017; Kerig 2005.
- [17] Hiriart 2017.
- [18] Z. B. Arandjelovic 2010, Anwar et al. 2015; Anwar et al. 2021; Kiourt – Evangelidis 2021.
- [19] de Jersey 2018.

**Autor:innen**

Dr. David Wigg-Wolf

Deutsches Archäologisches Institut, Römisch-Germanische Kommission  
Palmengartenstraße 10–12  
60325 Frankfurt am Main  
Deutschland

david.wigg-wolf@dainst.de

ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0002-8604-544X> ↗

ROR-ID: <https://ror.org/041qv0h25> ↗

Dr. Kerstin P. Hofmann

Deutsches Archäologisches Institut, Römisch-Germanische Kommission  
Palmengartenstraße 10–12  
60325 Frankfurt am Main  
Deutschland

kerstin.hofmann@dainst.de

ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0003-4405-5751> ↗

ROR-ID: <https://ror.org/041qv0h25> ↗

Dr. Karsten Tolle

Goethe-Universität Frankfurt am Main, Big Data Lab  
Robert-Mayer-Str. 10  
60325 Frankfurt am Main  
Deutschland

k.tolle@em.uni-frankfurt.de

ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0002-9953-7638> ↗

ROR-ID: <https://ror.org/04cvxnb49> ↗

Dr. Katja Rösler

Deutsches Archäologisches Institut, Römisch-Germanische Kommission  
Palmengartenstraße 10–12  
60325 Frankfurt am Main  
Deutschland

katja.roesler@dainst.de

ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0002-7520-7079> ↗

ROR-ID: <https://ror.org/041qv0h25> ↗

Markus Möller M.A.

Deutsches Archäologisches Institut, Römisch-Germanische Kommission  
Palmengartenstraße 10–12  
60325 Frankfurt am Main  
Deutschland

markus.moeller@dainst.de

ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0002-0361-7618> ↗

ROR-ID: <https://ror.org/041qv0h25> ↗

Chrisowalandis Deligio M.A.

Goethe-Universität Frankfurt am Main, Big Data Lab  
Robert-Mayer-Str. 10  
60325 Frankfurt am Main  
Deutschland

deligio@em.uni-frankfurt.de

ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0002-5708-4271> ↗

ROR-ID: <https://ror.org/04cvxnb49> ↗

Julia Tietz M.A.

Deutsches Archäologisches Institut, Römisch-Germanische Kommission  
Palmengartenstraße 10–12  
60325 Frankfurt am Main  
Deutschland

julia.tietz@dainst.de

ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0002-0567-8705> ↗

ROR-ID: <https://ror.org/041qv0h25> ↗

Dr. Caroline von Nicolai

Deutsches Archäologisches Institut, Römisch-Germanische Kommission



Palmengartenstraße 10–12

60325 Frankfurt am Main

Deutschland

caroline.vonnicolai@dainst.de

ORCID-ID: <https://orcid.org/0000-0002-7411-2991> ↗

ROR-ID: <https://ror.org/041qv0h25> ↗

### Metadata

Title/*title*: Frankfurt am Main, Deutschland. ClaReNet. Klassifikation und Repräsentation keltischer Münzprägungen im Netz. Das Projekt von 2021 bis 2024

Band/*issue*: e-Forschungsberichte 2022-2

Bitte zitieren Sie diesen Beitrag folgenderweise/*Please cite the article as follows*: D. Wigg-Wolf – K. P. Hofmann – K. Tolle – K. Rösler – M. Möller – C. Deligio – J. Tietz – C. von Nicolai, Frankfurt am Main, Deutschland. ClaReNet. Klassifikation und Repräsentation keltischer Münzprägungen im Netz. Das Projekt von 2021 bis 2024, eDAI-F 2022-2, § 1–21, <https://doi.org/10.34780/9rgb-or3d>

Copyright: CC-BY-NC-ND 4.0

Online veröffentlicht am/*Online published on*: 04.11.2022

DOI: <https://doi.org/10.34780/9rgb-or3d>

Schlagworte/*keywords*: Datenbanken, Digital Humanities, Forschungspraktiken, Forschungsgeschichte, Künstliche Intelligenz, Latènezeit, Münzen, Numismatik

Bibliographischer Datensatz/*Bibliographic reference*: <https://zenon.dainst.org/Record/003022229>