



BBAW | Standort: Unter den Linden 8 | D-10117 Berlin  
BBAW | Postanschrift: Jägerstraße 22/23 | D-10117 Berlin

*Corpus Nummorum*

<https://www.corpus-nummorum.eu>

Numismatische Kommission  
der Länder der Bundesrepublik Deutschland

Tel.	+49 (0) 30 20 370 - 501
Fax	+49 (0) 30 20 370 - 376
E-Mail	<a href="mailto:peter@bbaw.de">peter@bbaw.de</a>
Bearbeiter	Dr. Ulrike Peter

3. Mai 2024

## **Bericht über die numismatischen Aktivitäten 2023 an der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften (BBAW)**

### **PROJEKT: DATENQUALITÄT FÜR NUMISMATIK BASIEREND AUF NATURAL LANGUAGE PROCESSING UND NEURONALEN NETZEN – D4N<sup>4</sup>**

Für 2023 wurde bei der DFG eine kostenneutrale Verlängerung des Projektes beantragt, um die Aufgaben für IKKINUM zu erfüllen. Die verbleibenden Mittel für das D4N<sup>4</sup>-Projekt werden 2024 verwendet. Editor und Webseite wurden weiter gepflegt und die Arbeiten der Projektpartner – Big Data Lab der Universität Frankfurt/M. und Münzkabinett Berlin – sichergestellt. Teambesprechungen erfolgten monatlich.

Zudem haben wir – wie vorgesehen – das für D4N<sup>4</sup> im Sommersemester 2023 vorgesehene Data Challenge-Seminar an der Universität Frankfurt/M. mitgestaltet, und die Siegerteams während der zweitägigen Reise am 9. und 10. Oktober 2023 nach Berlin betreut. Vom 29.–30.11.2023 fand – auch in Zusammenarbeit mit IKKINUM – der im Antrag für den Zeitraum vorgesehene internationale Workshop von D4N<sup>4</sup> statt. 40 Teilnehmer diskutierten intensiv die Ergebnisse der Bilderkennung und des Natural Language Processing, die das Projekt bisher erreicht hat (Programm s. Anhang). Als sehr positiv wurde auch die Publikation des Datensets hervorgehoben, die es anderen erlaubt, ihre Methoden mit unserem Material zu testen.

Besonders sei erwähnt, dass die bulgarischen Kolleginnen und Kollegen, den von CN entwickelten Editor für die Erfassung und Auswertung von Inschriften angepasst haben.

## PROJEKT: IKONOGRAPHIE UND KI-METHODEN IN DER NUMISMATIK – IKKINUM

Ziel des für 16 Monate mit Mitteln des Landes Berlin geförderten Projektes IKKINUM war es, Verfahren der Anwendung von Künstlichen Intelligenz für münzikonographische Analysen zu testen und zu verbessern sowie bestehende Tools des Projekts Corpus Nummorum zur Erforschung ikonografischer Information, die auch für andere bildwissenschaftliche Disziplinen von Nutzen sein können, auszubauen. Als Voraussetzung dafür sollte die Materialbasis erweitert werden. Aus dem Kontext der Arbeiten sollte außerdem ein Antrag für ein Akademienvorhaben entstehen.

Ein solcher Antrag wurde von Annette Haug, Ulrike Peter und Bernhard Weisser fristgemäß am 7.12.2023 unter dem Titel „IMAGINES NVMMORVM: *Thesaurus Iconographicus Nummorum Graecorum Online. Antike griechische Münzbilder im Kontext*“ bei der BBAW eingereicht.

Die quantitative und qualitative Vergrößerung des Trainingsmaterials, die für die Weiterentwicklung der digitalen Werkzeuge im Projekt nötig war, erfolgte antragsgemäß für unterschiedliche Materialgruppen. So wurden alle erreichbaren Münzen des Adaios im Portal versammelt. Diese 594 Münzen konnten wir 41 Typen zuweisen. Für die erfassten 1.502 Münzen von Lysimacheia haben wir 120 Typen angelegt. Für Abydos und Skepsis in der Troas wurde mit 534 Typen (verknüpft mit 1.353 Münzen) bzw. 167 Typen (536 Münzen) respektive jeweils eine vollständige Typologie erstellt. Ferner wurden auch Daten zu bislang gar nicht in CN erfassten Münzstätten wie Olbia, Kerkinitis und Chersonesos erhoben. Für Olbia wurden 32 Typen mit 135 Münzen und für Kerkinitis 17 Typen und 61 Münzen jeweils der archaischen und klassischen Zeit angelegt. Darunter auch Pfeilgeld, das vorher für Trainingszwecke noch nicht zur Verfügung stand. Für die Chersonesos waren es 645 Münzen, die sich bei überwiegend gleichen Münzbildern vornehmlich durch Beamtennamen, Symbole und Monogramme voneinander unterscheiden. Zusätzlich wurden uns die 23 thrakischen und mösischen kaiserzeitlichen Fundmünzen aus dem *Museum of the Institute of Archaeology within the Archaeological Park Viminacium* zur Verfügung gestellt.

Die neu erfassten Fotos mit den dazugehörigen Metadaten konnten für die Weiterentwicklung der bestehenden CNN-basierenden Klassifikatoren genutzt werden. Da durch das neue Material bei mehr Typen nun die Untergrenze von 20 Bildern pro Klasse überschritten wurde, konnten weitere Klassen zu dem bestehenden Trainingsdatensatz hinzugefügt werden. Damit waren die CNN Modelle in der Lage, 53 neue Typenklassen und zwei neue Münzstättenklassen zu erkennen. Die Genauigkeit (Top-1 Accuracy) beider Modelle konnte trotz der neuen Klassen auf 82% (Typen) bzw. 81% (Münzstätten) gesteigert werden.

Da in der Community ein großer Bedarf an hochwertigen Datensets besteht, wurde unser Trainingsset mit 115.160 Münzbildern von rund 29.000 Münzen auf Zenodo zur freien Verfügbarkeit und weiteren Nutzung durch andere veröffentlicht (<https://zenodo.org/records/10033993>).

Der Frankfurter Projektpartner, das Big Data Lab der Goethe-Universität, entwickelte die CNNs weiter (neues Training und Tests anderer CNN-Typologien bzw. anderer Kombinationen von mehreren CNNs) und führte Erklärbarkeitsanalysen (z. B. GradCam) durch. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte gemeinsam mit den Kollegen der BBAW. Neben der erwähnten Erhöhung der Anzahl der Klassen für beide Ansätze – der Typ- und der Münzstättenerkennung – und der Steigerung der Genauigkeit wurden weitere Machine Learning basierende Verfahren auf den Bildern angewandt. Dazu gehört der unten beschriebene Object Detection-Ansatz sowie die Verwendung des unüberwachten „Deep Clustering“-Verfahrens zur Erstellung ähnlicher Bildergruppen. In einem Data

Challenge-Seminar in Frankfurt konnten Studierende die im Projekt erstellten Datensätze mit eigenen Ideen bearbeiten. Dabei wurden sowohl CNN- als auch Transformer Modelle verwendet, die zusammen mit der sogenannten Bildaugmentation die Genauigkeitswerte der beiden Anwendungsfälle (Typen und Münzstätten) steigerten.

Außerdem wurde in Frankfurt eine studentische Abschlussarbeit zum Thema der Object Detection auf dem CN-Datensatz erstellt. Dazu wurden zwei Münzstätten – Pergamon und Perinthos – ausgewählt und die häufigsten Objekte der dazugehörigen Münzen annotiert und anschließend ein Regionbased Convolutional Neural Network-Modell trainiert. Dabei zeigte sich, dass Objekte, die einer nicht so starken Intra-Klassen-Varianz unterliegen am besten gelernt wurden. Eine Übertragung des auf die Münzen von Perinthos trainierten Modells auf die Münzen der Stadt Pergamon war aufgrund unterschiedlicher Darstellungstraditionen der jeweiligen Städte nicht erfolgreich.

Ein weiterer Punkt betraf die Verknüpfung von Natural Language Processing (NLP)-Verfahren mit der Object Detection: In einem Versuch zur Verminderung des sogenannten Überanpassungsproblems (Overfitting) des im CN-Projekt trainierten Münzstätten-Klassifikators für die Städte Pergamon und Perinthos wurde die trainierte Object Detection verwendet. Dabei wurden Unterklassen beider Städte gebildet, um die große Anzahl zugewiesener Münzbilder, die das Problem verursachen, aufzuteilen. Für den direkten Vergleich hierzu wurde ebenfalls Natural Language Processing für eine solche Neuaufteilung der Münzbilder der zwei Städte verwendet. Beide Ansätze konnten das bestehende Problem etwas abmildern, aber nicht lösen. NLP schnitt dabei aufgrund seines längeren Einsatzes im Projekt etwas besser ab; jedoch hat die Object Detection noch einen deutlichen Raum für Verbesserungen.

Auch das Ziel der Weiterentwicklung des hierarchischen ikonographischen Thesaurus (*Thesaurus Iconographicus Nummorum Graecorum* – THING) wurde verfolgt: In Auswertung der englischen Münzbeschreibungen wurde die trainierte Pipeline des Natural Language Processing – NLP auf der externen Webseite hochgeladen, so dass man sich jeweils für alle vorhandenen Beschreibungen das Ergebnis der Named Entity Recognition und der Relation Extraction ansehen kann. Zusätzlich kann man auch eigene Beschreibungen zum Testen hochladen. Die Entitäten (Personen, Objekte, Tiere, Pflanzen) wurden – soweit vorhanden – mit dem Wikipedia Eintrag verlinkt. Um weitere Potentiale auszuloten wäre ein nächster Schritt die Etablierung eines ikonographischen Community Clusters oder einer entsprechenden Temporary Working Group innerhalb des Konsortiums NFDI4Objects.

Der CN-Editor sollte ebenfalls im Rahmen des Projektes um einige Funktionalitäten erweitert werden. So wurden mehrere Felder für die Erfassung der Münzhorte hinzugefügt und bereits 71 Funde erfasst. Für den Export wurde die JSON-Schnittstelle ausgebaut.

## **DIVERSES**

Die internationale Vernetzung wird von uns als wesentliche fortlaufende Aufgabe angesehen.

Seit 6/2023 sind alle veröffentlichten Münztypen des CN-Portals nun auch direkt über die [nomisma.org](http://nomisma.org)-Webseite zugänglich. Dieser Upload von mehr als 11.000 Münztypen und 27.000 Exemplaren aus dem Corpus Nummorum füllt eine beträchtliche Lücke der Nomisma-Konzepte hinsichtlich der Münzprägungen von Thrakien und den umliegenden Regionen von Moesia Inferior sowie der Troas und Mysiens (<http://nomisma.org/datasets>). Die vorkaiserzeitlichen Typen wurden ebenfalls in das

neue ARCH-Portal „Greek Coinage Online“ integriert (<https://greekcoinage.org/arch/>). Auf die Weise wird in gemeinsamen internationalen Anstrengungen eine Klassifizierung der antiken Münzen erarbeitet und der erleichterte Zugang zu allen Münzinformationen über einige wenige Webseiten ermöglicht, über die man zu weiterführenden spezialisierten Angeboten gelangen kann.

Die beiden großen und nach gemeinsamen Kriterien erfassten digitalen Bestände an Monogrammen (4.458) bei der *American Numismatic Society* und dem *Corpus Nummorum* wurden zusammengeführt und Dubletten ausgeschieden. Die die Arbeit wesentlich erleichternde Vorabprüfung auf Dubletten mittels Clustering erfolgte per Machine Learning. Die Anpassung der Metadaten und die Umbenennung der Monogramme zur Erstellung von international gültigen URIs konnte zum Projektende noch nicht ganz abgeschlossen werden. Die Publikation als Normdaten in Nomisma.org ist im ersten Halbjahr 2024 geplant.

Im Rahmen des internationalen *Ancient Coins Counterfeits Scientific Network* setzten wir uns auch intensiv mit Fälschungen auseinander und haben das Portal in dieser Hinsicht entschieden ausgebaut. Die Relevanz des Themas verdeutlichte ein bei uns veranstalteter Workshop des Netzwerkes am 1.12.2023.

Für die Fortsetzung des ursprünglich vom BMBF finanzierten Projektes „Corpus Nummorum Online – die antiken griechischen Münzen von Moesia inferior, Mysien und der Troas“ konnten dank eingeworbener Spendenmittel über die Numismatische Gesellschaft zu Berlin Arbeiten zur Digitalisierung und Erfassung von mysischen Münzen fortgesetzt werden.

Die Münzsammlung des Vorhabens wurde erneut durch Schenkungen bereichert.

Mit dem Archäologischen Institut Belgrad und dem Bernischen Historischen Museum wurden Kooperationsvereinbarungen abgeschlossen.

U. Peter und V. Stolba waren als Referenten an der 1. Sofioter Numismatischen Schule mit 16 Teilnehmenden aus vier Ländern vom 12.–16.09.2023 beteiligt. Das Programm umfasste mehrere Vorlesungen zur antiken Numismatik Thrakiens und des Schwarzmeerraumes an der Kliment-Ohridski Universität Sofia und praktische Übungen mit den Grabungsmünzen von Pistiros im Museum von Septemvri sowie in der Münzsammlung des Archäologischen Museums von Hisarya.

CN organisierte zusammen mit dem CIL der BBAW und dem Berliner Münzkabinett die 3. Heinrich Dressel-Vorlesung. Für den Vortrag „Bruch, Bulla, Bau. Die Medaillons der Severerzeit“ am 30.11.2023 konnte Peter Franz Mittag (Köln) gewonnen werden.

## PUBLIKATIONEN

- Corpus\_Nummorum. (2023). Corpus Nummorum - Coin Image Dataset (1.0) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10033993>
- U. Peter / J. Adamik-Köster / A. Berthold / C. Franke / S. Gampe / A. Gorys / V. F. Stolba / K. Tolle / B. Weisser: Eine digitale Forschungsinfrastruktur für antike Münzen: neue Entwicklungen im Projekt Corpus Nummorum, in: A. Bursche et al. (eds), *Proceedings of the XVI International Numismatic Congress, September 2022*. Warsaw (im Druck)

- U. Peter / C. Franke / J. Köster / K. Tolle / S. Gampe / V. F. Stolba: CORPUS NUMMORUM – A Digital Research Infrastructure for Ancient Coins, *Proceedings CAA 2023*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10633905>
- U. Peter: Walter-Hävernich-Preis 2022. Laudatio auf Julius Roch, *NNB 2/2023*, 58
- U. PETER / H.-M. VON KAENEL: Maria Radnoti-Alföldi (6. Juni 1926 Budapest –7. Mai 2022 Frankfurt am Main), *Jahrbuch für Numismatik und Geldgeschichte 72*, 2022, S. 419–433
- STOLBA V.F.: Macedonian Forces in the Northern Black Sea: New Evidence on Zopyrion’s Campaign, in: A. KOTTARIDI (Hg.), *Beyond Macedonia. The Multifaceted Hellenistic Oikoumene Reconsidered* (im Druck).

## VORTRÄGE

- 28.03.2023 Zürich, Landesmuseum: Vortrag U. Peter „Fackel oder Fischreuse? – ikonographische Ambiguitäten griechischer Münzbilder“, Einladung der Freien Vereinigung Zürcher Numismatiker
- 29.03.2023 Basel, Historisches Museum: Vortrag U. Peter „Münzcorpore im digitalen Zeitalter – das Beispiel Topeiros“, Einladung des Circulus Numismaticus Basiliensis
- 03.–06.4.2023 Amsterdam: Vortrag und Poster C. Franke / U. Peter „CORPUS NUMMORUM – A Digital Research Infrastructure for Ancient Coins“, International Conference “Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA). 50 years of synergy”
- 07.04.2023, Paris, Musée du Louvre: Vortrag V.F. Stolba “Greek coinage and civic memories in the Black Sea region”
- 10.–12.05.2023 Ustka: Vortrag U. Peter „Using Machine Learning methods in the Corpus Nummorum project – first challenging steps and our visions“, im Rahmen eines Erfahrungsaustauschs zur Anwendung von Methoden der Künstlichen Intelligenz in der Numismatik auf Einladung des Projekts *The neural network of solidi. Contacts between Romano-Byzantine and barbarian worlds in the light of die-linked gold coins found in Europe and Central Asia*
- 26.05.2023 Paris: Online-Vortrag U. Peter zur Rolle von CN auf der Einführungsveranstaltung zum Portal „Greek Coinage Online. An Introduction to the ARCH Portal“
- 19.–23.06.2023 Sofia: Teilnahme der CN-Mitarbeitenden am "10th Joint Meeting of ECFN and Nomisma.org & the 2nd Bulgarian Numismatic Readings TOGETHER" an der Universität "St. Kliment Ohridski". Das Corpus Nummorum gestaltete eine eigene Sektion und präsentierte neue Entwicklungen des Portals:
  - U. Peter: Corpus Nummorum Portal: current status and future prospects
  - K. Tolle: Natural Language Processing (NLP) and its semantic transformation into RDF for data quality and iconographic thesaurus
  - S. Gampe: Image Recognition on an ancient coin dataset
  - A. Berthold: Entering of forgeries into Corpus Nummorum using the example of the coin cabinet’s collection of counterfeits
  - J. Köster: Versioning system for CN
  - B. Weisser: CN and NFDI4Objects
  - L. Grozdanova: CN & DiGiThrace

- 12.–16.09.2023 Sofia: U. Peter / V. Stolba, 1. Sofioter Numismatische Schule
- 14.–16.11.2023 Frankfurt/M.: Teilnahme U. Peter am ClaReNet Workshop
- 17.–18.11.2023 Münster, Tag der Antiken Numismatik: U. Peter Laudatio zur Verleihung des Walter-Hävernich-Preises 2023 an S. Oer de Almeida
- 29.–30.11.2023 Berlin "Data Quality for Numismatics based on Natural Language Processing and Neural Networks – D4N 4 ", internationaler Workshop des Corpus Nummorum mit den Vorträgen:
  - S. Gampe: Image Recognition with CNNs at Corpus Nummorum
  - J. Köster / C. Franke: Versioning System at Corpus Nummorum and its API
  - U. Peter / V. F. Stolba: Problems with "Duplicates"?
  - K. Tolle: NLP for Semantic Search and Data Quality at Corpus Nummorum
- 01.12.2023 Berlin, internationales Treffen des Ancient Coins Counterfeits Scientific Network

Aktuelle Mitteilungen wurden auf der [Website des Portals](#) publiziert sowie über Facebook und Twitter kommuniziert. Jeden Monat wurde eine Münze bzw. ein Münztyp speziell vorgestellt.

#### **PERSONAL**

- Claus Franke, wiss. Mitarbeiter IT
- Andrea Gorys, wiss. Mitarbeiterin
- Jan Köster, wiss. Mitarbeiter IT
- Dr. Ulrike Peter, Projektkoordinatorin
- Dr. habil. Vladimir F. Stolba, wiss. Mitarbeiter (bis 9/2023)

**HOME PAGE DES VORHABENS:** <https://www.corpus-nummorum.eu>; <https://data.corpus-nummorum.eu>

## Workshop "Data Quality for Numismatics based on Natural Language Processing and Neural Networks – D4N<sup>4</sup>"

**Wednesday, 29.11.2023: BBAW, 10117 Berlin, Unter den Linden 8, room 07W04**

13:30–14:00 Coffee

14:00–14:15 **Welcome and Introduction**

Ulrike Peter (Berlin): *Project D4N<sup>4</sup>*

14:15–14:45 **NLP for Semantic Search | Data Quality**

Karsten Tolle (Frankfurt/M.): *NLP for Semantic Search and Data Quality at Corpus Nummorum*

14:45–17:20 **Image Recognition**

Sebastian Gampe (Frankfurt/M.): *Image Recognition with CNNs at Corpus Nummorum*

Martin Langner (Göttingen): *Computational Image Analysis in Classical Archaeology*

15:30–16:00 Coffee

Ralph Ewerth (Hannover): *Visual Analytics and Image Recognition: the Project iART*

Mario Schlapke (Weimar): *Questions and Approaches to the Classification of Heavily Barbarized so-called Gaius-Lucius-Denarii on the Basis of Finds from Thuringia*

Discussion

17:20–18:30 **Transfer and Linking**

Jan Köster / Claus Franke (Berlin): *Versioning System at Corpus Nummorum and its API*

Alejandro Peña (Valencia): *Visualization and Services (Shared Tools)*

Discussion

19:00– Dinner

Thursday, 30.11.2023: BBAW, 10117 Berlin, Unter den Linden 8, room 07W04

9:15–9:30 Coffee

9:30–11:00 **User Perspectives and Experiences**

Hristina Ivanova (Zürich): *Using Corpus Nummorum in Research*

Lily Grozdanova / Julia Tzvetkova (Sofia): *Using Corpus Nummorum with Students*

Bartosz Awianowicz (Torun): *Private collections in Corpus Nummorum and Corpus Nummorum from a private collector's perspective*

Florian Haymann (Frankfurt/M.): *Corpus Nummorum and its Use for Coin Trade*

Discussion

11:00–11:15 Coffee

11:15–12:30 **Undefined, Vague, Uncertain**

Manuel Gozalbes (Valencia): *Data Uncertainties in Numismatics*

Florian Thiery (Mainz): *Modeling of Relative and Absolute Dating*

Discussion

11:00–11:15 Lunch

14:00–17:00 **Networking and Collaboration**

Andrew Meadows (Oxford): *Corpus Nummorum in the Cosmos of Nomisma and ARCH*

Ulrike Peter / Vladimir F. Stolba (Berlin): *Problems with “Duplicates”?*

Michael Herrmann (Göttingen): *The Integration of Numismatic Data into Research Data Infrastructures*

15:15–15:45 Coffee

David Wigg-Wolf (Frankfurt/M.): *Different Data Quality in Linked Data Sources*

Bernhard Weisser et al. (Berlin): *NFDI4objects und die Numismatik*

Discussion

18:00–19:15 **Peter Franz Mittag (Köln): *Bruch, Bulla, Bau: Die Medaillons der Severerzeit***  
(3rd Heinrich Dressel lecture: Gobelin-Saal, Bode-Museum)

19:15–20:30 Reception

