

Netzwerkanalyse von Münzhortfunden am Beispiel der überregionalen räumlichen Verteilung der Silberexporte aus dem Erzgebirge

Johann Friedrich Tolksdorf

Zur Rekonstruktion von Austauschbeziehungen erfreut sich der Importfund in der Archäologie großer Beliebtheit. Im Idealfall unterscheidet sich dieser deutlich vom typischen lokalen Fundgut und kann einem bestimmten Herkunftsgebiet zugewiesen werden. Ungleich schwieriger ist die entgegengesetzte Blickrichtung, welche den Export von Rohstoffen und seine Bedeutung für die Exportregion in den Mittelpunkt rückt. Nimmt man hierfür das Erzgebirge als Beispiel, so belegt ein reiches archäologisches und historisches Quellenmaterial den Abbau von Silbererzen spätestens seit dem 12. Jahrhundert.¹ Da Silber während des Mittelalters den global dominierenden Währungsstandard darstellte, dürfte das Erzgebirge als eine der reichsten europäischen Lagerstätten daher eine zentrale Rolle bei der Versorgung der europäischen Münzen mit Silber gespielt haben.² Diese verschaffte der Region einen komparativen wirtschaftlichen Vorteil, der sich archäologisch aber wiederum nur indirekt in den hochwertigen Importfunden aus anderen Regionen und den Spuren des Bergbaus niederschlägt.³ Das Forschungsproblem besteht also darin, dass wir von den Austauschnetzwerken des Mittelalters archäologisch im besten Fall nur den Ort der Produktion und den Ort der Niederlegung oder des Verlusts erschließen können.

Dass mit einem solchen Modell die Komplexität von globalen Rohstoffströmen verlorengeht, zeigt ein vergleichender Exkurs in die Ströme des neuzeitlichen Silberhandels: Da China seinen Bedarf an Silber nicht aus eigenen Lagerstätten decken konnte, war es auf den Export hochwertiger Güter wie Seide angewiesen, um seinen Bedarf zu decken. Mit der beginnenden Ausbeutung reicher Silbervorkommen in Südamerika setzte daher über die Handelsniederlassung in Manila ab 1570 ein intensiver direkter Handel zwischen China und Spanien ein.⁴ Dieser Handel begründete eine bis in das 20. Jahrhundert hineinreichende direkte Verflechtung der spanischen und chinesischen Silberwährungen⁵ und gilt vielen Betrachtern der Globalisierungsgeschichte⁶ als wesentlicher Meilenstein. Die Auswirkungen der erheblichen Fördermengen aus den Silberminen Südamerikas auf den europäischen Silbermarkt und die allgemeine Preisentwicklung sind intensiv diskutiert worden⁷ und verstellen möglicherweise den Blick auf die damals auch noch relevante Rolle des Erzgebirges als alternativer Silberlieferant des Überseehandels.⁸ Dass die Menge des aus Sachsen abfließenden Silbers und die globalen Zusammenhänge auch den Zeitgenossen des 16. Jahrhunderts bekannt waren, zeigt ein Wort Martin Luthers von 1524, der die Messestadt Frankfurt als „Silberloch“ bezeichnet, durch welches das Silber im Austausch gegen Luxusgüter das Reich verlässt.⁹ Bemerkenswert an diesem Zitat ist auch die klare Herausstellung eines Messeplatzes in seiner Bedeutung als Drehkreuz der globalen Silberströme.¹⁰

Obwohl belastbare Aussagen für den Silberhandel des Mittelalters weitgehend fehlen, können wir mit Blick auf die neuzeitlichen Verhältnisse dennoch annehmen, dass eine bestimmte Grundkonstellation bereits vorher vorhanden gewesen sein muss. Hierbei stehen den Bergbauregionen mit reichen Lagerstätten grundsätzlich Regionen mit einem ausgeprägten Bedarf an Silber gegenüber. Der Austausch zwischen beiden Regionen erfolgt nicht unstrukturiert durch eine „räumliche Diffusion“ des Silbers, sondern wird über Zonen mit besonders hoher wirtschaftlicher Interaktion abgewickelt. Ein Verständnis dieser räumlichen und quantitativen

Das Silber des Erzgebirges und das Problem des „Exportfundes“

1 Schwabenicky 2009; Hemker 2014.

2 Spufford 1993.

3 Siehe den Beitrag Schubert in diesem Band.

4 Cross 1983; Barrett 1990.

5 TePaske 1983; Glahn 2007.

6 Flynn/Giráldez 1995; Brook 2008.

7 Pieper 1995; Desautly u.a. 2011. Zur Price Revolution siehe Hamilton 1934; Fisher 1989; Munro 1999.

8 Gentelli 2016.

9 Luther 2015; Rössner 2013.

10 North 1996, 223f.

Dimensionen muss daher eine Methode entwickeln, die eine Beschreibung der Silberströme auf Grundlage archäologischer Quellen zulässt. Diese würde es gerade in Bergbauregionen erlauben, neben der Kategorie der Importfunde auch den Aspekt der Exporte zu untersuchen.

Zur Methode der Netzwerkanalyse bei Hortfunden – Konzepte und Vorbehalte

Obwohl es sich bei Münzhortfunden um archäologisches Quellenmaterial handelt, sind sie ein genuines Tätigkeitsfeld der Numismatiker. Die Gründe hierfür reichen von der zur Bearbeitung notwendigen fachlichen Expertise über die Verfügbarkeit von Spezialliteratur und Vergleichsobjekten bis hin zur häufig notwendigen Wertermittlung zur Zahlung eines Finderlohns. Aus archäologischer Perspektive dienen Münzhortfunde typischerweise der Datierung von Bauten oder, im Fall ihres zeitlich gehäuftten Auftretens, als Ausdruck unsicherer Zeiten. Enthält ein Münzhort besonders viele Münzen unterschiedlicher und weit entfernter Prägeorte, wird dieses meist als Ausdruck der ökonomisch weitreichenden Verflechtung der hinter dem Hort stehenden Personen angesehen und manchmal in Form einer Herkunftskartierung dargestellt (Farbtafel 4,1). Kombiniert man diese Art der Kartierung jedoch für mehrere Hortfunde ähnlicher Zeitstellung, so entsteht schnell das Bild eines Netzes. Die Münzstätten, deren Prägungen in unterschiedlichen Horten auftreten, stellen dabei die Verbindungen her (Farbtafel 4,2). Dieses Netzwerk weist mit den Hortfunden und Münzstätten zwei unterschiedliche Typen von Knotenpunkten (*nodes*) auf, deren Beziehungen (*edges*) auf den jeweils in den einzelnen Horten auftretenden Münzen beruhen. Je mehr Münzen aus einer bestimmten Münzstätte in einem Hort vorkommen, desto höher kann die Intensität der Beziehung zwischen dieser Prägeregion und dem Hort bewertet werden. In der Gesamtschau ergibt sich daraus das Bild eines Netzes, das die räumlichen Unterschiede der Interaktion abbildet. Daher kann das statistische Instrumentarium der Netzwerkanalyse zur Beschreibung und Analyse angewendet werden.¹¹

Zuvor müssen jedoch methodische Einschränkungen diskutiert werden, die sich aus der Qualität der Quellengattung „Hort“ und seiner Interpretationsmöglichkeiten als Spiegel ökonomischer Beziehungen ergeben. Zur Illustration soll dabei die Beziehung zwischen zwei Akteuren (Agent 1/Agent 2) dienen, die aufgrund ihrer ökonomischen Entscheidungen in unterschiedlicher Intensität Münzen aus drei Münzumlaufgebieten erwerben (Farbtafel 4,3). In der Realität der Quellen kann jedoch nicht jede Münze mit Sicherheit einer Münzstätte zugewiesen werden, weshalb gerade schwierig zu identifizierende oder noch unbekannte Münzstätten in dieser Analyse zu einer Verzerrung der räumlichen Schlüsse führen können (Farbtafel 4,3: Vorbehalt 1). Ein weiteres räumliches Zuordnungsproblem ergibt sich in Form einer möglichen Bypass-Zirkulation (Farbtafel 4,3: Vorbehalt 2). Diese könnte entstehen, wenn Münzen aus einer nicht dem Territorium zugerechneten Münze als inoffizielles Zahlungsmittel zirkulieren. In diesem Fall würde die räumliche Interaktion fälschlich der offiziellen Umlaufregion der Prägstätte und nicht dem tatsächlichen Interaktionsraum zugewiesen. Ein sehr grundlegendes Problem bei der Interpretation von Münzhorten ist ihre selektive Natur (Farbtafel 4,3: Vorbehalt 3). Ausgehend von ihrer Funktion als Instrument der Werterhaltung dürften hier überwiegend Münzen mit einem hohen Edelmetallgehalt angespart worden sein. Gerade in Krisenzeiten mit der Tendenz zur Verschlechterung des Edelmetallgehalts kann dieser Aspekt des Greshamschen Gesetzes zur vermehrten Verbergung älterer und ausgewählter Münztypen geführt haben und auch die Tendenz der Unterschlagung hochwertiger Münzen bei der Auffindung kann eine Verzerrung darstellen.¹² Weitere Vorsicht ist im Hinblick auf die Stabilität der hinter den Münzstätten stehenden Zirkulationsräume geboten, die als wirtschaftspolitische Einheiten über den Betrachtungszeitraum nicht stabil gewesen sein müssen (Farbtafel 4,3: Vorbehalt 4). Mit der bereits

11 Brughmans u.a. 2012; Brughmans 2013; Collar u.a. 2015.

12 Noe 1949; Herschend 1989.

angesprochenen Thematik des Quellengleichwichts zwischen Import- und Exportaktivitäten eine Raums steht der Vorbehalt des Austauschgleichgewichts in Zusammenhang (Farbtafel 4,3: Vorbehalt 5). Er könnte in besonderem Maß bei der Betrachtung der Netzwerkbeziehungen kleiner Silberreviere oder Bergbausiedlungen zum Tragen kommen, die sich auf die Produktion und den Export von Silber beschränken und dafür Güter des täglichen Bedarfs einkaufen. Das Ausströmen des Silbers würde im Fall einer Netzwerkanalyse zwar im Idealfall durch die Hortfunde der Versorgungsgebiete abgebildet, würde sich im Silberrevier jedoch nur in einer geringeren Anzahl von Münzimporten widerspiegeln.

Ein besonderes Problem der archäologischen Quellengattung „Hortfunde“ stellt die angenommene Zunahme von Verbergungen in Krisenzeiten dar. Es findet seinen Niederschlag im Konzept der „Münzfundhorizonte“. Obwohl die Interpretation dieser Hortfundhäufungen als Ausdruck von Krisenzeiten der Komplexität möglicher Antriebsmechanismen nicht in allen Belangen gerecht wird,¹³ so spiegeln sich zumindest neuzeitliche Konflikte wie der Dreißigjährige Krieg¹⁴ oder der Siebenjährige Krieg¹⁵ in zahlreichen Münzhortfunden wider. Es ist daher zu berücksichtigen, dass es sich bei Münzhortfunden nicht um zeitlich gleichverteilte Stichproben handelt, sondern einzelne Zeiträume stärker repräsentiert sein können (Farbtafel 4,3: Vorbehalt 6).

Zuletzt sei das grundsätzliche Problem verwiesen, dass Studien sich immer auf einen bestimmten Auffindungsraum beschränken, die in der Praxis zumeist anhand heutiger politischer Grenzen und der sprachlichen Zugänglichkeit der Literatur definiert werden. Münzstätten außerhalb dieses Betrachtungsraums werden in diesem Vorgehen zwar erfasst, aufgrund des Ausschlusses von Knotenpunkten außerhalb des Betrachtungsraums in ihrer Bedeutung jedoch tendenziell zu gering gewichtet (Farbtafel 4,3: Vorbehalt 7).

Für eine erste Fallstudie wurden insgesamt 57 numismatische beschriebene Münzhortfunde ausgewählt, deren insgesamt 38 940 Münzen in den Zeitraum von ca. 1100 bis 1471 fallen. Die Auswahl der Münzhortfunde erfolgte dabei mit einem Schwerpunkt auf den in archäologischen Zeitschriften Sachsens publizierten Funden sowie den im archäologischen Kontext publizierten Münzhortfunden in anderen Teilen Deutschlands. Ob ein Münzhort überhaupt in einer archäologischen Zeitschrift publiziert wird, hängt maßgeblich von seinen Auffindungsbedingungen, der Münzanzahl und nicht zuletzt von den Publikationsvorlieben des Bearbeiters ab. Stellt diese selektive Erschließungsstrategie bereits ein erstes praktisches Hindernis dar, so trifft dieses auch auf die Stringenz der publizierten Münzstätten zu. Die insgesamt 287 kartierten geographischen Bezüge bilden räumliche Einheiten unterschiedlicher Größe ab, die von Städten bis zu historischen oder heutigen Regionen („Böhmen“, „Österreich, indet.“) reichen und 409 Relationen (*edges*) aufweisen. Die durchgeführten Netzwerkanalysen sind vor diesem Hintergrund daher als experimentelle Fallstudie und nicht als systematische und quellenkritisch bereinigte Datenaufnahme zu verstehen.

Der Datensatz wurde mit der Software Gephi 0.9 ausgewertet, die als eine der Standardanwendungen in der Netzwerkanalyse und Netzwerkvisualisierung gilt.¹⁶ Eine anschließende räumliche Darstellung erfolgte mit einem GIS (QGIS). Als Parameter zur Beschreibung der Netzwerkzusammenhänge wurde für jeden Knotenpunkt die „in-degree“ sowie die „betweenness centrality“ berechnet. Die in-degree entspricht dabei der Anzahl der auf den Knoten eingehenden Beziehungen. Dieser Parameter misst also im gewählten Beispiel die Anzahl der geographischen Einheiten, die sich in einem Münzhort zusammen befinden. Dem gegenüber kann mit Hilfe der betweenness centrality¹⁷ eine Modellannahme zur räumlichen Bewegung des Silbers entwickelt werden. Für dieses statistische Maß wird

Das Erzgebirge im Netzwerk der Münzhortfunde

13 P. Haupt 2001.

14 W. Haupt 1926; Klüßendorf 1985; Krüger 2001.

15 Klüßendorf 1998.

16 Bastian/Heymann/Jacomy 2009.

17 Freeman 1977.

für jedes mögliche Kombinationspaar aus Knotenpunkten der jeweils kürzeste Pfad durch das Netzwerk (geringste Anzahl an Zwischenknoten) berechnet. Hierdurch wird Knotenpunkten, die zwischen zwei Teilbereichen des Netzwerks vermitteln, ein besonders hoher Wert zugewiesen. Er dient damit der Identifizierung von Knoten mit wichtiger Vermittlerstellung innerhalb eines Netzwerks. Im Forschungsfeld der historischen sozialen Netzwerkanalysen wird dieser Parameter daher häufig dazu verwendet, Akteure in Schlüsselpositionen zu identifizieren.¹⁸

Im Fallbeispiel ist damit zu rechnen, dass sich Regionen mit einer überregionalen Bedeutung für die räumliche Verteilung von Silber durch Knotenpunkte sowohl in Form hoher in-degree (Teilnahme an vielen Umlaufräumen) als auch hoher betweenness centrality (Mittlerstellung innerhalb des Netzwerks) abzeichnen. Umgekehrt weisen Münzhortfunde mit einem rein aus einer Münzstätte stammenden Münzspektrum ungeachtet der Münzanzahl eine nur geringe in-degree auf. Eine Kartierung der Knotenpunkte auf Grundlage dieses Netzwerkparameters kann daher der Diskussion um Räume mit überregionaler Verteilerfunktion dienen.

Betrachtet man zunächst die reine Menge an Münzen in einzelnen Hortfunden, so zeigt sich eine große Spannbreite in der Anzahl der Münzen je Hortfund (Farbtafel 5,1). Die überwiegende Anzahl der Hortfunde setzt sich aus weniger als 250 Münzen zusammen und große Schatzfunde wie der Hortfund von Mutzschen¹⁹ mit mehr als 4800 Münzen sind die Ausnahme. Große Hortfunde sind aber nicht unbedingt mit einer besonders weitläufigen räumlichen Interaktion gleichzusetzen, wie der Vergleich des größten Hortfundes von Mutzschen mit dem eher kleinen Münzensemble (200 Münzen) aus der Matthiaskirche bei Trier²⁰ illustriert. Während der Fund aus Mutzschen trotz seiner Größe nur Münzen aus vier verschiedenen Prägestätten aufweist, vereint das Ensemble aus Trier insgesamt 43 unterschiedliche Herkunftsregionen. Unabhängig von der nur geringen Anzahl an Münzen scheint der Fund von Trier daher eine höher überregionale Interaktion zu repräsentieren als der große Hortfund von Mutzschen.

Eine Darstellung der Beziehung von Herkunftsregionen und Hortfunden in Form eines Netzwerks zeigt, dass die reine Anzahl an Münzen keinen Einfluss auf die Bedeutung des Hortfundes im Netzwerkgefüge hat. Die Kartierung der Hortfunde entsprechend ihres in-degree, also der Anzahl der Beziehungen zu unterschiedlichen Herkunftsräumen, zeigt die bereits beschriebene Entkoppelung (Farbtafel 5,2). Auch vergleichsweise kleine Hortfunde dienen durch viele eingehende Beziehungen in diesem Netzwerk als wichtige Brücken, die in dem gewählten Beispieldatensatz häufig in Ost-West-Richtung verlaufen. Besonders Hortfunde im Vorland des Erzgebirges oder der Lausitz weisen jedoch weder eine große Anzahl an Münzen noch einen hohen Grad der Verknüpfung auf.

Noch deutlicher hebt eine Darstellung der betweenness centrality diese geographische Brückenfunktion einzelner Münzhorte/Knoten hervor (Farbtafel 5,3). Die kleinen Hortfunde mit sehr homogener Zusammensetzung aus dem Vorland des Erzgebirges zeigen in dieser Darstellung nur eine geringe Bedeutung für Interaktionsmöglichkeiten durch das Netzwerk, während andere Hortfunde mit weitreichenden geographischen Beziehungen prominent hervortreten. Gerade diese prominenten Hortfunde aus Marburg oder Trier zeigen, dass sich durch Hinzufügen oder Weglassen einzelner stark vernetzter Knotenpunkte die Gesamtstruktur eines Netzwerks dramatisch verschieben kann. Ließe man diese weg, wären die Münzstätten im Westen und Südwesten des Kartierungsraums nicht mehr in das Netzwerk einbezogen.

18 Ruffini 2008.

19 Arnold 1991.

20 Buchenau 1902.

*„All models are wrong,
but some are useful“*

Die Sensibilität eines Netzwerks im Hinblick auf das Weglassen einzelner Knoten mahnt auch im Hinblick auf diese Ergebnisbetrachtung zur Vorsicht. Da keine systematische oder Vollständigkeit anstrebende Erfassung möglich war, ist bei Hinzufügen weiterer Datensätze mit einer Verschie-

bung in der Gewichtung der Knotenpunkte zu rechnen. Zusammen mit den genannten methodischen Vorbehalten sei daher darauf verwiesen, dass es sich um ein Modell zur methodischen Diskussion und nicht eine Rekonstruktion handelt.

Im Sinn eines solchen Modells wurden die Ergebnisse der Netzwerkanalysen synthetisch kartiert (Farbtafel 6). Während die Größe der Punktsymbole den Parameter in-degree symbolisiert, wurde der Gradient der betweenness-centrality zwischen den Punkten in einem regelmäßigen Raster interpoliert und als Isolinien dargestellt. Da Münzfunden mit hoher betweenness-centrality in der methodischen Vorüberlegung eine hohe Bedeutung für den Abfluss von Silber unterstellt wurde, sollten sich diese ökonomisch besonders aktiven Räume in der Isoliniendarstellung abzeichnen. Während die Ausweisung hoher Netzwerkbedeutung im westlichen Raum wegen der dominanten Netzwerkposition der Münzfunde von Trier und Marburg nicht überbewertet werden darf, stellt das Erzgebirgsvorland und die Lausitz eine Zone mit geringen Werten in beiden Netzwerkparametern dar. Die überwiegend kleinen Münzhorte scheinen hier eher den regionalen Münzumschlag und nicht regionale Handelsdrehscheiben abzubilden. Höhere Netzwerkparameter werden hingegen in der Region um Dresden und in Leipzig erzielt. In diesem Modell wäre daher davon auszugehen, dass die überregionale Verteilung des Silbers aus dem Erzgebirge nicht im Sinn einer räumlichen Diffusion über das Vorland stattfindet, sondern über ökonomische Aktivitätszentren wie Dresden erfolgt. Zwar deckt sich dieses mit grundlegenden historischen Annahmen, eine weitere Überprüfung und methodische Verbesserung dieses Modells setzt jedoch eine erhebliche Verbreiterung des Datenbestands voraus.

Dr. Johann Friedrich Tolksdorf
Landesamt für Archäologie Sachsen,
Projekt ArchaeoMontan
Zur Wetterwarte 7, D-01109 Dresden
johannfriedrich.tolksdorf@lfa.sachsen.de

Arnold, Paul: Die drei Groschenfunde von Ponickau (Lkr. Großenhain), Mutzschen (Lkr. Grimma) und Goldbach (Lkr. Bischofswerda); in: Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege 34, 1991, 263–324.

Bastian, Mathieu/Heymann, Sebastian/Jacomy, Mathieu: Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks; in: International AAAI Conference on Weblogs and Social Media 2009 (<http://www.aaai.org/ocs/index.php/ICWSM/09/paper/view/154/1009>, Aufruf am 2. März 2017).

Barrett, Ward: World bullion flows, 1450–1800; in: Tracy, James D. (Hrsg.): The rise of merchant empires: long-distance trade in the early modern world, 1350–1750. Cambridge 1990, 224–254.

Brook, Timothy: Vermeer's hat: the seventeenth century and the dawn of the global world. London 2008.

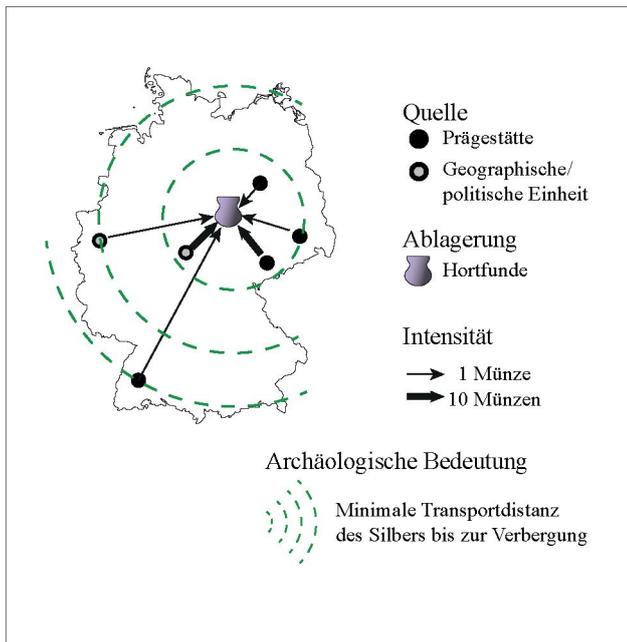
Brughmans, Tom: Thinking through network: a review of formal network methods in archaeology; in: Journal of archaeological method and theory 20, 2013, 623–662.

Brughmans, Tom/Isaksen, Leif/Earl, Graeme: Connecting the dots: an introduction to critical approaches in archaeological network analysis; in: Zhou, Mingquan/Romanowska, I./Wu, Z./Xu, P./Verhagen, P. (Hrsg.): Revive the past: proceeding of the 39th conference on computer applications and quantitative methods in archaeology, Beijing, April 12–16. Amsterdam 2012, 359–369 (<http://hdl.handle.net/10900/60945>; https://publikationen.uni-tuebingen.de/xmlui/bitstream/handle/10900/60945/41_Brughmans_et_al_CAA2011.pdf?sequence=2&isAllowed=y, Aufruf am 2. März 2017).

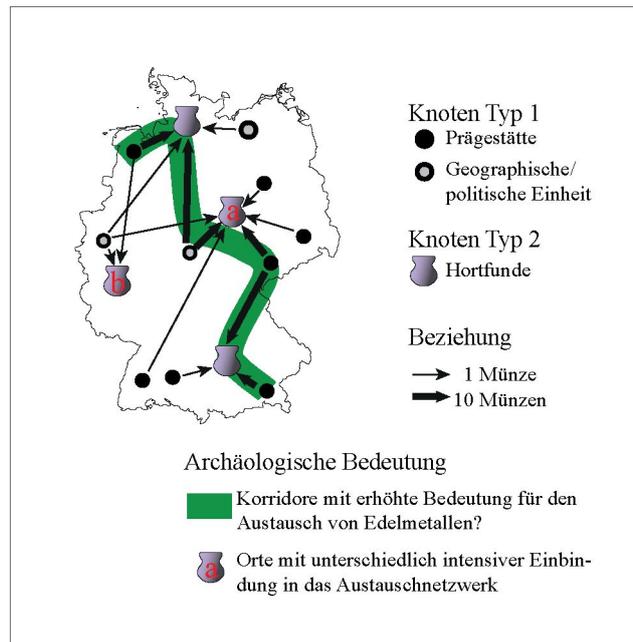
Literatur

- Buchenau, Heinrich: Der Fund spätmittelalterlicher Kleinmünzen in der Matthiaskirche bei Trier; in: *Blätter für Münzfreunde* 2, 1902, 2715.
- Collar, Anna/Coward, Fiona Susan/Brughmans, Tom/ Mills, Barbara J.: Networks in archaeology: phenomena, abstraction, representation; in: *Journal of archaeological method and theory* 22, 2015, 1–32.
- Cross, Harry E.: South American bullion production and export 1550–1750; in: Richards, John F. (Hrsg.): *Precious metals in the Later Medieval and Early Modern worlds*. Durham 1983, 397–423.
- Desautly, Anne-Marie/Telouk, Philippe/Albalat, Emmanuelle/ Albareda, Franics: Isotopic Ag-Cu-Pb record of silver circulation through 16th–18th century Spain; in: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108/22, 2011, 9002–9007.
- Fisher, Douglas: The price revolution: a monetary interpretation; in: *The journal of economic history* 49, Heft 4, 1989, 883–902.
- Flynn, Dennis Owen/Giráldez, Arturo: Born with a „silver spoon“. The origin of world trade in 1571; in: *Journal of World History* 6, 1995, Heft 2, 201–221.
- Freeman, Linton C.: A set of measures of centrality based on betweenness; in: *Sociometry* 40, 1977, Heft 1, 35–41.
- Gentelli, Liesel: Provenance determination of silver artefacts from the 1629 VOC wreck Batavia using LA-ICP-MS; in: *Journal of Archaeological Science: Reports* 9, 2016, 536–542.
- Glahn, Richard von: Foreign silver coins in the market culture of nineteenth century China; in: *International Journal of Asian Studies* 4, 2007, Heft 1, 51–78.
- Hamilton, Earl J.: *American treasure and the price revolution in Spain, 1501–1650*. Cambridge, MA 1934.
- Haupt, Peter: Römische Münzhorte des 3. Jhs. in Gallien und den germanischen Provinzen: eine Studie zu archäologischen Aspekten der Entstehung, Verbergung und Auffindung von Münzhorten (Provinzialrömische Studien 1). Grunbach 2001.
- Haupt, Walther: Ein Münzfund aus dem 30jährigen Kriege; in: *Bautzener Geschichtshefte* 4, 1926, 190–192.
- Hemker, Christiane: Der Aufbruch geht weiter II. Ausgewählte Funde des Jahres 2012 aus den hochmittelalterlichen Silbergruben von Dippoldiswalde und Niederpöbel; in: *Beihefte der Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege* 27, *Ausgrabungen in Sachsen* 4, 2014, 363–374.
- Herschend, Frands: Vikings following Gesham's law; in: Larsson, Thomas B. (Hrsg.): *Approaches to Swedish prehistory: a spectrum of problems and perspectives in contemporary research* (BAR International Series 500). Oxford 1989, 373–393.
- Klüßendorf, Niklot: Der Schatz von Feldkrücken, Stadt Ulrichstein, Vogelsbergkreis, verborgen ab 1627. Ein Zeugnis der Münz- und Geldgeschichte des Dreißigjährigen Krieges (Archäologische Denkmäler in Hessen 43). Wiesbaden 1985.
- Klüßendorf, Niklot: Der Münzschatz von Geismar, Stadt Fritzlar, Schwalm-Eder-Kreis, verborgen ab 1760: zum Umlauf des „Kriegsgeldes“ im Siebenjährigen Krieg (Archäologische Denkmäler in Hessen 147). Wiesbaden 1998.
- Krüger, Joachim: Der Münzschatz von Güstrow, Landkreis Güstrow. Ein Schatzfund aus dem Dreißigjährigen Krieg; in: *Bodendenkmalpflege in Mecklenburg-Vorpommern. Jahrbuch* 49, 2001, 285–321.
- Munro, John H. A.: The monetary origins of the „price revolution“: south German silver mining, merchant-banking, and Venetian commerce, 1470–1540 (Department of Economics and Institute for Policy Analysis, University of Toronto. Working Paper 8). Toronto 1999, 1–58 (<https://www.economics.utoronto.ca/public/workingPapers/UT-ECIPA-MUNRO-99-02.pdf>, Aufruf am 2. März 2017).
- Noe, Sidney P.: Hoard evidence and its importance; in: *Hesperia Supplements* 8, 1949, 235–242.
- North, Michael: Von den Warenmessen zu den Wechselmessen. Grundlagen des europäischen Zahlungsverkehrs in Spätmittelalter und Früher Neuzeit; in: Johaneck, Peter/Stoob, Heinz (Hrsg.): *Europäische Messen und Märktesysteme in Mittelalter und Neuzeit* (Städteforschung A/39). Köln 1996, 223–238.
- Pieper, Renate: Amerikanische Edelmetalle in Europa (1492–1621). Ihr Einfluß auf die Verwendung von Gold und Silber; in: *Jahrbuch für Geschichte Lateinamerikas* 32, 1995, Heft 1, 163–192.
- Luther, Martin: *On commerce and usury (1524)*, hrsg. v. Philipp Robinson Rössner (Economic ideas that built Europe). London 2015.
- Ruffini, Giovanni Roberto: *Social networks in Byzantine Egypt*. Cambridge 2008.
- Rössner, Philipp Robinson: Die (proto-)globalen Spannungsfelder und Verflechtungen mitteldeutscher Münz- und Währungspolitik um 1500. Das Beispiel der sächsischen Talerprägung; in: Schattkowsky, Martina/Albrecht, Helmuth (Hrsg.): *Das Erzgebirge im 16. Jahrhundert. Gestaltwandel einer Kulturlandschaft im Reformationszeitalter* (Schriften zur sächsischen Geschichte und Volkskunde 44). Leipzig 2013, 103–158.
- Schwabenicky, Wolfgang: *Der mittelalterliche Silberbergbau im Erzgebirgsvorland und im westlichen Erzgebirge unter besonderer Berücksichtigung der Ausgrabungen in der wüsten Bergstadt Bleiberg bei Frankenberg*. Chemnitz 2009.
- Spufford, Peter: *Money and Its Use in Medieval Europe*. Cambridge 1993.
- TePaske, John J.: New world silver, Castile, and the Philippines, 1590–1800; in: Richards, John F. (Hrsg.): *Precious metals in the later medieval and early modern world*. Durham, NC 1983, 425–445.

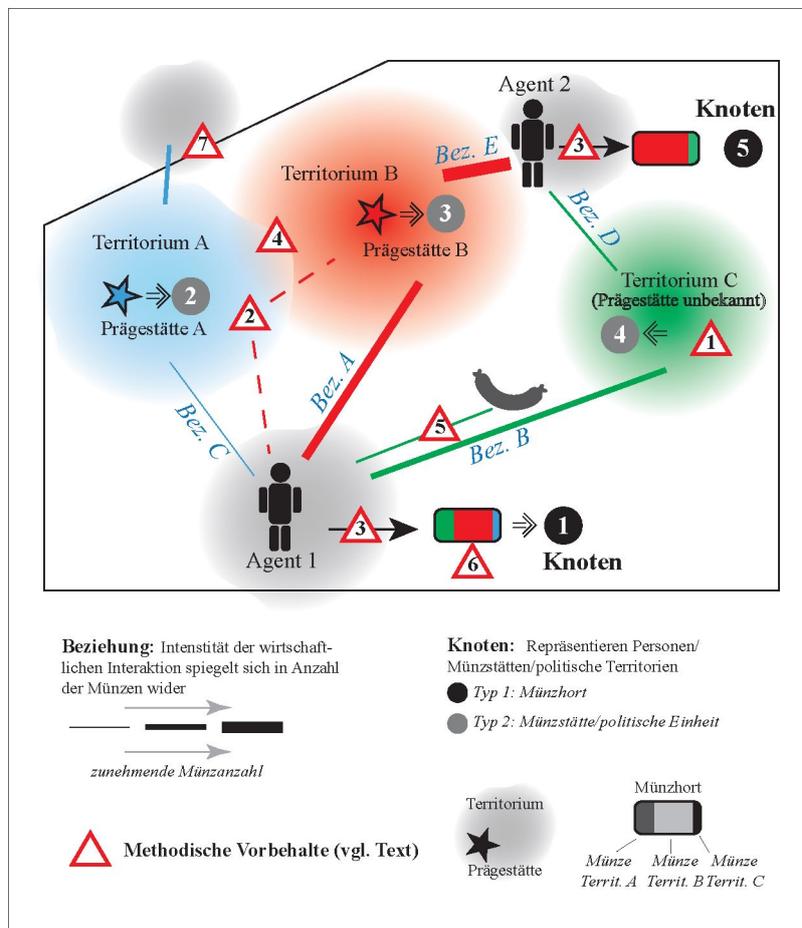
Johann Friedrich Tolksdorf: Netzwerkanalyse von Münzhortfunden am Beispiel der überregionalen räumlichen Verteilung der Silberexporte aus dem Erzgebirge



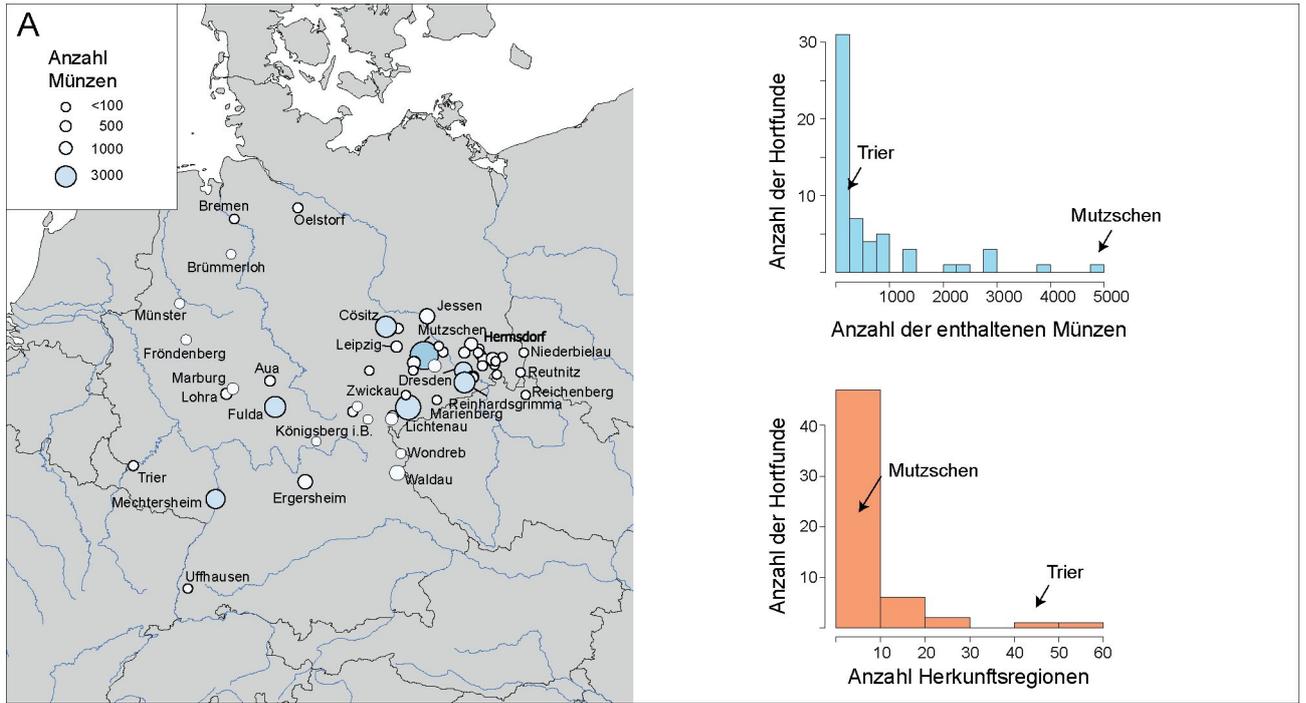
1: Illustration der typischen Kartierung eines Münzhortfundes in Form eines „Reichweitendiagramms“. Es besteht jeweils eine einfache Beziehung zwischen Prägestätte und Verbergungsort.



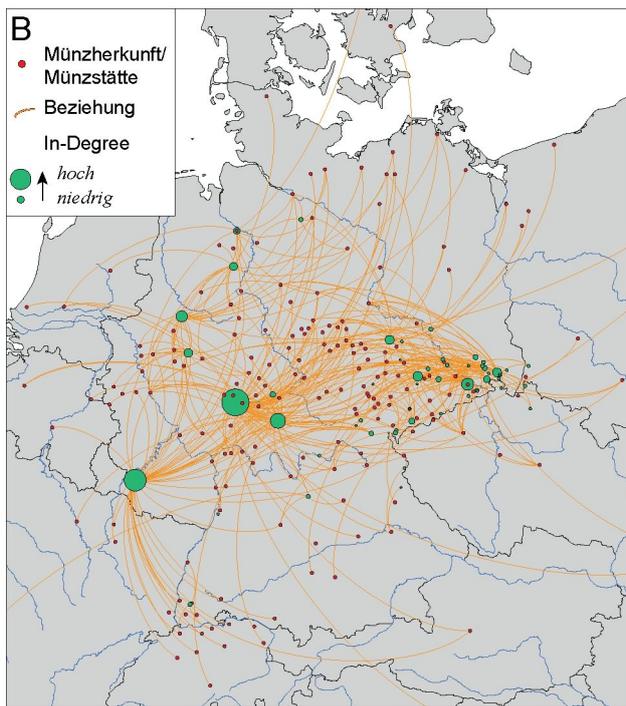
2: Darstellung zeitgleicher Hortfunde mit teilweise gleichen Münzstätten als Netzwerk.



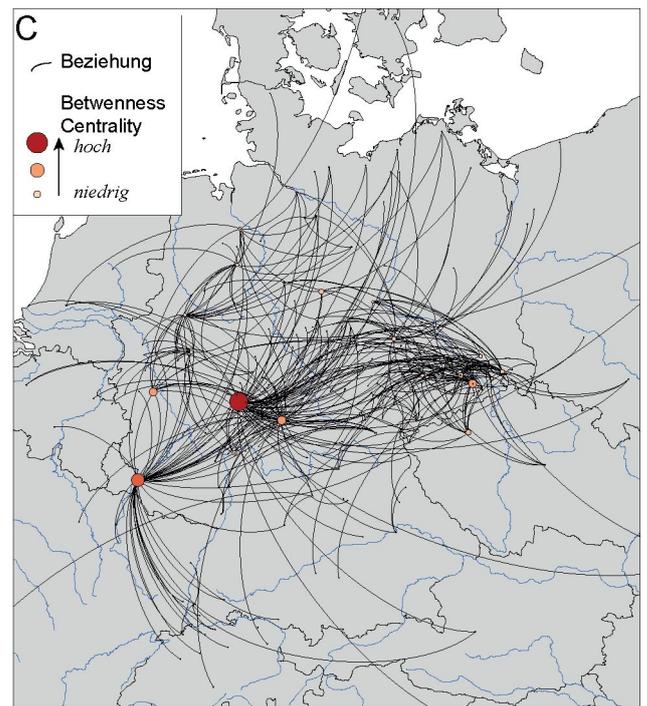
3: Illustration der spezifischen Vorbehalte bei der Netzwerkanalyse von Münzhorten.



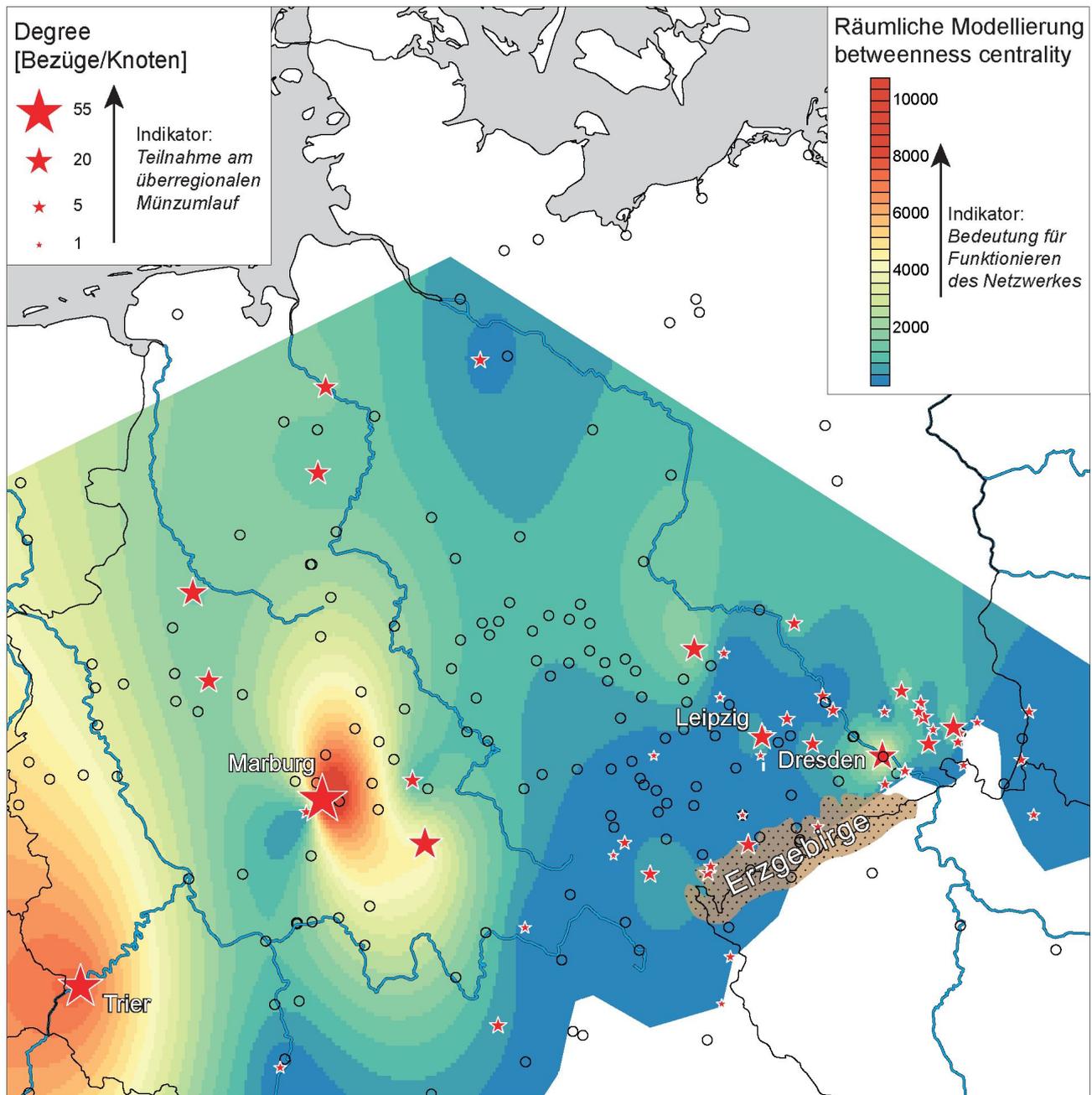
1: Kartierung der Hortfunde nach Münzanzahl und Histogramme der Gesamtverteilung von Münzanzahl sowie Herkunftsregionen in den Hortfunden.



2: Darstellung der Münzfunde und Prägestätten als räumliches Netzwerk. Die Symbolgröße der Münzhortfunde entspricht dem Netzwerkparameter „in-degree“ und richtet sich nach den Anzahl der Beziehungen, die auf diesen Knoten gerichtet sind.



3: Netzwerkdarstellung mit proportionaler Darstellung der Münzhortfunde entsprechend ihrer „betweenness centrality“.



Hypothetische Rekonstruktion von Aktivitätsräumen mit hoher Bedeutung für den Münzumschlag. Grundlage sind die Netzwerkparameter in-degree (Symbolgrößen) und sowie die räumliche Modellierung der betweenness-centralities (Isoflächenkartierung).