

# KLASSIFIKATION, VERBREITUNG UND CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG KUPFERZEITLICHER METALLARTEFAKTE AN RHEIN, MOSEL UND SAAR

Ralf Gleser

## 1. Einleitung

Die dynamische Kulturentwicklung des Menschen seit dem Ende der letzten Eiszeit vor etwa 12.000 Jahren beruht auf der bloß unserer Spezies eigenen Befähigung, technisches Wissen stets neu erwerben und dieses durch die Sprache und mittels dauerhaft gestalteter Artefakte an folgende Generationen übertragen zu können. Für die kulturelle Evolution erweist sich die Erzeugung von Metallen, aber auch die unterschiedlichen Verwendungsweisen der daraus gefertigten Artefakte von herausragender Bedeutung. Im Vorderen Orient haben Menschen bereits ab dem 10. Jahrtausend v. Chr. erste Schritte hin zu produzierender Wirtschaftsweise getan, und, damit verbunden,<sup>1</sup> können wir dort auch die Anfänge der Verarbeitung von gediegen Kupfer und Kupfermineralien beobachten. Herstellung und Gebrauch kupferner Artefakte waren von dieser Frühzeit an durch zahlreiche Innovationen geprägt. Bergbau, Verhüttung von Erzen und Formguss stellen vorläufige Höhepunkte in dieser Entwicklung dar. In Deutschland wird eine Zeitspanne von etwa 3300 Jahren (ca. 5500-2200 cal. BC) als Jungsteinzeit bzw. Neolithikum bezeichnet. Die Menschen lebten damals erstmals als sesshaft von Bodenbau und Tierhaltung, wobei sie zunehmend häufiger auch Kupferartefakte in ihrer technischen Zurüstung führten. Neolithische Metallherstellung und -verwendung ist dabei nicht als technologisch bedeutungslose Vorstufe der Bronzezeit zu betrachten. Vielmehr wurde im Neolithikum metallurgisches Wissen angesammelt, das die Gesellschaften der Bronzezeit im Rahmen der kulturellen Evolution erst zur Entfaltung bringen konnte. Regionalspezifische Entwicklungen sind in diesen langfristigen Prozessen allerdings längst noch nicht überall in ausreichendem Maße entschlüsselt. Im vorliegenden Beitrag wird die Region an Saar und Mosel im Hinblick auf die frühesten Belege für die Verwendung des Kupfers beleuchtet. Dies geschieht im Vergleich zu den Landschaften am Oberrhein, wo bereits vom späten 5. Jahrtausend v. Chr. an aus diesem Metall bestehende Artefakte bekannt waren.

## 2. Terminologische Präzisierungen zur Kupferzeit

Anders als der in Deutschland weithin übliche Epochenbegriff Jungsteinzeit bzw. Neolithikum es nahelegen könnte, ist bereits zu dieser Zeit erstmals Kupfer verarbeitet worden. Es scheint daher gerechtfertigt zu sein, auch im hier gewählten Arbeitsgebiet vom Beginn des Auftretens solcher Artefakte an von Kupferzeit zu sprechen. Kupferobjekte und direkte Nachweise von Metallurgie dieser Zeitstellung sind in der Zone nordwärts der Alpen allerdings vergleichsweise selten bekannt geworden. Anders im pannonischen Becken und in Südosteuropa: Dort sind Begriffe wie Kupferzeit, Äneolithikum und Chalkolithikum in den regionalen Chronologien für das 5. und 4. Jahrtausend v. Chr. fest verankert.<sup>2</sup> Der Beginn der Kupferzeit ist in Südosteuropa derzeit durch das Einsetzen der extraktiven Metallurgie (Bergbau, Verhüttung und Guss von Schwergeräten) im Bereich der späten Vinča-Kultur Serbiens im späten 6. Jahrtausend anzusetzen.<sup>3</sup> In Bulgarien ist in diesem Sinne mit der Periode Karanovo V um 4800 cal. BC der Beginn der Kupferzeit terminologisch festgelegt. Im östlichen Mitteleuropa, insbesondere in Ungarn – wo der Begriff Kupferzeit ursprünglich geprägt wurde – kann für Kulturen erst ab etwa 4500 (Tiszapolgár-Kultur) bzw. 4300 cal. BC (Lengyel III)<sup>4</sup> von früher Kupferzeit die Rede sein.

Die Chronologiemodelle für die Jungsteinzeit in West- und Süddeutschland, in Ostfrankreich und in Luxemburg, wo in den letzten 150 Jahren vergleichsweise selten Artefakte aus Kupfer bekannt geworden sind, bleiben von solcher Terminologie jedoch meist unberührt. In Westdeutschland pflegt man für bäuerlich geprägte Kulturen vor Beginn der Bronzezeit die fünf Perioden Alt-, Mittel-, Jung-, Spät- und Endneolithikum zu unterscheiden,<sup>5</sup> in Frankreich die vier Perioden Néolithique ancien, Néolithique moyen, Néolithique récent und Néolithique final.<sup>6</sup> Das Néolithique moyen entspricht dabei im Wesentlichen dem süddeutschen Jungneolithikum, das Néolithique récent dem späten Jungneolithikum bzw. dem Übergang zum

1 Vgl. Rosenstock et al. 2016, 68.

2 Vgl. zuletzt u. a. Schier 2014, 419-426.

3 Rosenstock et al. 2016, 73; 75-77.

4 Vgl. z. B. Zalai-Gaál 2012, 502-503 mit Anm. 92 und Tab. 2.

5 Lüning 1996, 233 Abb. 1.

6 Ich beziehe mich dazu auf Tarrête / Le Roux 2008, 23-29 carte 1-7.

Spätneolithikum, das Néolithique final I dem Spätneolithikum und das Néolithique final II dem Endneolithikum.

In den letzten Jahrzehnten ist wiederholt angestrebt worden, einheitliche nomenklatorische Systeme im Sinne isochronologischer Horizonte für die Kupferzeit in ganz Europa zu schaffen. In diesem Zusammenhang ist besonders das von Hermann Müller-Karpe in Frankfurt a. M. ins Leben gerufene und von Albrecht Jockenhövel fortgeführte Publikationsunternehmen „Prähistorische Bronzefunde“ (PBF) herauszustellen, wo für die Kupferzeit eine vierstufige Periodenteilung (Alt-, Mittel-, Jung-, und Spätkupferzeit)<sup>7</sup> verwendet wird. An diesem System ist terminologisch und inhaltlich die von Jan Lichardus geprägte „Saarbrücker“ überregionale Periodisierung der Kupferzeit orientiert. Von diesem Autor wird nomenklatorisch allerdings eine Unterteilung in drei Perioden (Früh-, Mittel- und Spätkupferzeit) Vorrang gegeben.<sup>8</sup> Inhaltlich bietet dies tatsächlich den Vorteil, dass im Rahmen des Terminus Spätkupferzeit zwei chronologisch eng verzahnte Kulturphänomene des 3. vorchristlichen Jahrtausends in Mitteleuropa (Schnurkeramik und Glockenbecher) zusammengezogen sind, die durch die Termini Jungkupferzeit und Spätkupferzeit im PBF-Unternehmen getrennt erscheinen. Ein Nachteil beider Nomenklaturen, die den Anspruch erheben, „europaweit“ gültig zu sein, ist allerdings darin zu sehen, dass dort die in weiten Teilen Südosteuropas als frühbronzezeitlich klassifizierten Kulturphänomene des 4. und 3. Jahrtausends terminologisch nicht gebührend berücksichtigt werden können.

Sehen wir von den Anfängen der Kupferzeit auf der Balkanhalbinsel ab, die, wie wir heute wissen, gemäß südwestdeutscher Terminologie bereits im Altneolithikum zu verorten sind,<sup>9</sup> so ist das Jungneolithikum West- und Süddeutschlands (ca. 4300-3500 cal. BC) mit der Frühkupferzeit nach Lichardus bzw. der Altkupferzeit im Sinne vieler PBF-Editionen zu synchronisieren. Das Spätneolithikum in diesem Raum (ca. 3500-2800 cal. BC) ist mit der Mittelkupferzeit gleichzusetzen, während das Endneolithikum (ca. 2800-2200 cal. BC) mit der Spätkupferzeit zu horizontieren ist.<sup>10</sup> Im vorliegenden Text wird für die chronologische Ansprache der Artefakte die Nomenklatur des in den Bodendenkmalpflegebehörden des Arbeitsgebietes üblichen westdeutschen Chronologiemodells und des überregionalen isochronologischen Kupferzeit-Systems Frankfurter bzw. Saarbrücker Prägung parallel verwendet, um beiden Forschungstraditionen gerecht werden zu können.

7 Vgl. z. B. Kibbert 1980, 13-14 mit Tab. 1.

8 Lichardus 1991, 26-27 Abb. 1-2 (ohne absolute Datierungsansätze).

9 Vgl. dazu bereits Gleser 2012, 84-85.

10 Vgl. neuerdings z. B. Schier 2010, Tabelle S. 33; Schier 2014, 422 Fig. 6. – Zur Anwendung der dreistufigen Kupferzeit-Nomenklatur für die Periodisierung der Vorgeschichte an Saar und Mosel vgl. z. B. Fritsch 1998, 75-153; Fritsch 2007, 47 Fig. 5. – Für die Anwendung der vierstufigen Nomenklatur in Hessen s. Müller-Karpe 1975, 219 Abb. 1.

### 3. Vorarbeiten und Fragestellungen

Vor 10 Jahren habe ich in einem gemeinsam mit André Grisse und Michael Marx publizierten Beitrag Grundzüge der frühen Metallurgie in der Saar-Mosel-Region und den östlich bis zum Oberrhein hin anschließenden Landschaften erstmals aufzeigen können.<sup>11</sup> Dies ist im Zusammenhang mit der Vorlage von damals an der Universität des Saarlandes neu gewonnener Daten durch energie-dispersive Röntgenanalyse (EDX) zur chemischen Zusammensetzung einiger Kupfer- und Bronzeartefakte aus Belgien, Luxemburg, Rheinland-Pfalz und dem Saarland geschehen. Grundlage dafür war eine Materialsammlung aller relevanten Kupfer- und Bronzeartefakte im Raum von Nordrhein-Westfalen im Norden über Rheinland-Pfalz und Hessen bis nach Baden im Süden, für die in der Vergangenheit Analyseergebnisse zu ihrer chemischen Zusammensetzung publiziert worden sind. Räumlich deckte sich dieses Arbeitsgebiet mit jenem Kurt Kibberts für seine grundlegende, in der Reihe „Prähistorische Bronzefunde“ (PBF) erschienene Dissertation über frühmetallzeitliche Axt- und Beilklingen. Ich hatte daher, angelehnt an Kibbert, diesen Raum als „mittleres Westdeutschland“<sup>12</sup> bezeichnet und die Vergleiche zu den in Saarbrücken neu gewonnenen Datensätzen dort in der Überzeugung verortet, dass durch räumlich begrenztes Auswerten der Spurenelementgehalte regionale Tendenzen in der Entwicklung metallurgischer Kenntnisse der in dieser Region ansässigen Bevölkerungen aufgezeigt werden könnten. Weil in unserem Beitrag von 2007 allerdings die Vorlage der neu gewonnenen Daten zur chemischen Zusammensetzung der Artefakte im Vordergrund stand und diese überwiegend bereits in die Bronzezeit datierten, blieben die Bemerkungen zu den Tendenzen der kupferzeitlichen Metallurgie im „mittleren Westdeutschland“ skizzenhaft. Insbesondere am Oberrhein konnte der Beginn frühen Metallbesitzes anhand von Artefakten aus Reinkupfer aufgezeigt werden und auch die weitere Entwicklung über Arsenkupferartefakte bis hin zu solchen aus Fahlerzkupfer mit und ohne Zinn, letztere spätestens aus dem Umfeld der frühbronzezeitlichen Adlerberg-Gruppe stammend, war prinzipiell anzudeuten möglich. Zudem wurde die These einer wohl schon im Endneolithikum bzw. der Spätkupferzeit regional am Oberrhein betriebenen Metallurgie bekräftigt.<sup>13</sup> Dennoch blieb der Beitrag eine eingehende Vorlage und Analyse der diesen Aussagen zu Grunde liegenden typologischen, chorologischen und metallurgischen Daten schuldig.

11 Gleser et al. 2007, 98 und 109.

12 Kibbert 1980. – In Nordrhein-Westfalen sind annähernd alle relevanten kupferzeitlichen Metallartefakte aus dem Landschaftsverband Westfalen-Lippe bekannt (vgl. neuerdings Gleser 2015, 258 Abb. 6). Diese bleiben hier außer Betracht, ebenso die Artefakte aus Nordhessen, von wo kürzlich zwei neu entdeckte Flachbeilklingen publiziert worden sind (Sattler 2016). Am Niederrhein sind dagegen Metallfunde der Kupferzeit bis auf den heutigen Tag praktisch unbekannt geblieben (vgl. Mehmen 1998).

13 Gleser et al. 2007, 98.

Mit dem vorliegenden Beitrag wird diese Forschungsarbeit geleistet, wobei insbesondere auch die 2007 in Aussicht gestellte Clusteranalyse der Materialzusammensetzungen, allerdings auf kupferzeitliche Artefakte begrenzt, hier vorgelegt sein soll. Ich beschäftige mich im Folgenden mit den ältesten kupfernen Artefakten in der Region an Saar und Mosel (Lothringen, Luxemburg, Saarland und die nördlich an das Saarland anschließenden Bereiche von Rheinland-Pfalz) sowie des nördlichen Oberrheingebietes (östliches Rheinland-Pfalz, Nordelsass, Nordbaden und Südhessen).<sup>14</sup> Im Fokus stehen Artefakte des 5. bis 3. Jahrtausends vor Christus (d.h. diejenigen der Früh-, Mittel- und Spät-Kupferzeit bzw. des Jung-, Spät- und Endneolithikums). Folgende Fragen leiten meine Untersuchungen an:

- 1.) Wann kamen kupferne Objekte im Arbeitsgebiet erstmals überhaupt in Verwendung?
- 2.) Wann wurde regionale Kupfermetallurgie dort erstmals betrieben und gibt es Hinweise auf regionale Fertigung von Artefakten?
- 3.) Wo kam das Rohmaterial dafür her?

Die beiden zuerst gestellten Fragen sind trotz des nach wie vor schütterten Quellenbestandes mit einiger Plausibilität zu beantworten. Forschungen zur Provenienz des Metalls, Stichwort: Bleiisotopen-Untersuchungen, können an dieser Stelle dagegen zunächst nur gefordert werden. Das Gesamtproblem harrt noch einer Lösung.

#### 4. Datenbasis

Die im Vergleich zum Beitrag von 2007 erfolgte Ausweitung des Arbeitsgebietes nach Süden hin erforderte zunächst das Sichten der einschlägigen Literatur für Lothringen und das Elsass. Die Anzahl der kupferzeitlichen Metallartefakte dort erwies sich erwartungsgemäß als überschaubar. In Ostfrankreich wird der Quellenbestand im Wesentlichen durch Altfunde geprägt, die im Falle Lothringens durch die Zusammenstellung relevanter Artefakte in der Dissertation von Thomas Fritsch gut erfasst sind.<sup>15</sup> Ein wichtiger Neufund der letzten Jahre stellt in Lothringen die Beilklinge von Rimling, *dép.* Moselle dar.<sup>16</sup> Der vor wenigen Jahren von Matthieu Michler vorgelegte Band über kupfer- und bronzezeitliche Axtklingen aus dem Elsass erwies sich als willkommene Aufarbeitung des derzeitigen Fundbestandes in Bezug auf diese Materialgattung dort.<sup>17</sup> Eine wichtige Grundlage für die typologische Ansprache und die Cho-

rologie der Beil- und Axtklingen als quantitativ bedeutsamen Fundkategorien der Kupferzeit bildet für die Saar-Mosel-Region und das Oberrheingebiet insbesondere die bereits erwähnte Dissertation von Kurt Kibbert.<sup>18</sup> Der regen neueren Forschung durch die Luxemburger Kollegen, insbesondere François Valotteau, verdanken wir es, dass nicht nur der Bestand früher Metallartefakte im Großherzogtum erfasst ist, sondern auch Analysen zur Materialzusammensetzung bestimmter Artefakte in Auftrag gegeben wurden.<sup>19</sup> Neufunde aus Rheinland-Pfalz, wie die Flachbeilklinge von Wallendorf, Kr. Bitburg-Prüm, sind auf Initiative Valotteaus ebenfalls publiziert worden.<sup>20</sup> Kürzlich ist im Trierer Land die Beilklinge von Kirf, Kr. Trier-Saarburg bekannt geworden.<sup>21</sup> Im Oberrheingebiet wird der Quellenbestand an frühen Artefakten aus diesem Buntmetall ganz wesentlich auch durch den Formenkreis um die altbekannten endneolithischen Komplexe von Eschollbrücken, Kr. Darmstadt und Kelsterbach „Kesselschmiede“, Kr. Groß-Gerau<sup>22</sup> bestimmt, die bis auf den heutigen Tag die Aufmerksamkeit der Forschung auf sich ziehen.<sup>23</sup> Im Falle von Kelsterbach sind aufgrund des Umfangs des Fundensembles und seiner variablen Zusammensetzung auch interessante Einblicke in die Entwicklung der frühen Metrologie zu leisten möglich.<sup>24</sup> Gerade an Mittel- und Oberrhein wurde das endneolithische Fundspektrum in der Vergangenheit durch Dissertationen von Wilhelm Gebers, Christa Köster und Roland Wiermann erschlossen und auch die kupfernen Artefakte eingehender behandelt.<sup>25</sup> Für das Endneolithikum Lothringens und des Elsass liegen Überblicksarbeiten jüngerer Datums vor.<sup>26</sup> Es sind aber dort keine kupfernen Funde registriert worden, die sich für den Gang der vorliegenden Studie von Relevanz erweisen könnten.

Einen guten Überblick zu den chemischen Analysen der Materialzusammensetzung der Artefakte im Arbeitsgebiet, sofern solche in der Vergangenheit überhaupt durchgeführt worden sind, erlaubt die 2003 veröffentlichte Habilitationsschrift von Rüdiger Krause, der auf CD-ROM mehrere zehntausend Datensätze zu Metallanalysen an kupfer- und bronzezeitlichen Artefakten aus Europa und angrenzenden Erdteilen digital zugänglich gemacht hat. Darunter befinden sich insbesondere die noch heute relevanten Datensätze der Arbeitsgruppe um Helmut Otto und Wilhelm Witter 1952 sowie diejenigen des forschungsgeschichtlich bedeutsamen Metallanalyse-Projektes „Studien zu den Anfängen der Metallurgie“ (SAM).<sup>27</sup>

14 Das Arbeitsgebiet deckt sich in weiten Bereichen räumlich mit demjenigen des Forschungsprojektes, das von Albrecht Jockenhövel in den 1980er Jahren initiiert wurde und die wirtschaftliche Bedeutung des Metallhandwerks in der jüngeren Bronzezeit zum Gegenstand hatte, vgl. Jockenhövel / Wolf 1991; Bachmann et al. 2003.

15 Fritsch 1998, 105-106; vgl. Blouet et al. 1996, 429 Fig. 8. – Dort ist eine vermutlich aus Jaulny, *dép.* Meurthe-et-Moselle stammende kupferne Doppelaxt (vgl. Kibbert 1980, 41 mit Anm. 39) nicht berücksichtigt.

16 Schmit et al. 2008.

17 Michler 2013.

18 Kibbert 1980.

19 Valotteau et al. 2006.

20 Valotteau / Weber 2011.

21 Trierer Zeitschr. 75/76, 2012/2013, 319 mit Abb. 15.

22 Behn 1938.

23 Maran 2008.

24 Dzbyński 2008.

25 Köster 1965/66, 3-36; Gebers 1984, 63; Wiermann 2004, 45.

26 Vgl. Lefebvre 2010; Denaire / Croutsch 2010; Jeunesse / Denaire 2010.

27 Vgl. Junghans / Sangmeister / Schröder 1960; dies. 1968; dies. 1974.

Die Anzahl kupferzeitlicher Metallfunde des Arbeitsgebietes mutet mit deutlich über 100 Exemplaren vergleichsweise sehr hoch an.<sup>28</sup> Den Löwenanteil daran stellt allerdings das Fundensemble aus Kelsterbach, wo in einer schnurverzierten Amphore 106 Perlen, drei große Armspiralen und vier kleinere Spiralen mit zusammen mindestens 1500 g Gewicht gefunden wurden.<sup>29</sup> Was die funktionale Klassifikation betrifft, sind im Arbeitsgebiet, wie andernorts auch, Schmuckobjekte verschiedener Form von als Werkzeuge und Waffen zu deutenden Objekten wie Flachbeile, Doppeläxte und Hammeräxte zu unterscheiden; Dolche treten in dieser Klasse hinzu. Flachbeilklingen, die im Fokus des vorliegenden Beitrags stehen, sowie Hammer- und Doppeläxte<sup>30</sup> dominieren im Fundbestand der Schwergewichte; sie sind durch die PBF-Publikationen von Kibbert und Michler gut erschlossen.

Bezüglich der Fundumstände lässt sich feststellen, dass es sich überwiegend um Einzelfunde handelt. Gelegentlich stammen die technisch am meisten aufwändig gestalteten Artefakte aus nicht alltäglich erscheinenden Situationen, seien es z. B. Flüsse oder Moore,<sup>31</sup> was eine Interpretation als Weihegaben, und damit einen besonderen Symbolwert der Kupferobjekte, durchaus nahelegen kann. Grab- oder Siedlungsfunde kommen praktisch nicht vor. Sogar die beiden bislang bekannt gewordenen Dolche des Arbeitsgebietes stammen nicht, wie sonst oft üblich, aus Gräbern. Der endneolithische Griffzungen-dolch von Mauchenheim, Kr. Alzey-Worms, welcher der Glockenbecher-Kultur zugewiesen werden kann, ist als Einzelfund unter einem größeren Felsblock zum Vorschein gekommen.<sup>32</sup> Das Exemplar von Schwebsange (com. de Wellenstein, Luxemburg) ist in einer Kiesgrube an der Mosel einzeln aufgefunden worden.<sup>33</sup>

## 5. Problematik der frühen extraktiven Kupfermetallurgie in Mitteleuropa

Anfänge und Entwicklung der Metallurgie sind für Mitteleuropa in ihren Grundzügen oft behandelt worden und können als geklärt gelten.<sup>34</sup> Während Kupferarte-

fakte im frühen Jungneolithikum ab der zweiten Hälfte des 5. Jahrtausends zunächst, wie Bleiisotopen- und Spurenelementanalysen beweisen, als Importe aus dem Balkan-Karpaten-Raum nach Süddeutschland gelangten, ist bereits im späten Jungneolithikum ab dem frühen 4. Jahrtausend eigenständige Produktion lokaler Formen durch Aufschmelzen von Kupfer und Gusstechnik betrieben worden.<sup>35</sup> Erste eigenständig betriebene extraktive Metallurgie scheint sich in den Erzrevieren der Ostalpen und in den angrenzenden Gebieten spätestens in der ersten Hälfte des 4. Jahrtausends v. Chr. (um 3800 cal. BC) etabliert zu haben, wobei dort der Begriff „Mondsee-Kupfer“ forschungsgeschichtlich bedeutsam erscheint.<sup>36</sup> Im 4. und 3. Jahrtausend strahlen zudem die metallurgischen Zentren in Oberitalien und in Südfrankreich in die Zone nordwärts der Alpen aus.<sup>37</sup>

Die Frage einer regional im Bereich der deutschen Mittelgebirge während der Kupferzeit betriebenen Metallurgie ist dagegen offen. Die Mittelgebirgszone ist reich an polymetallischen Lagerstätten und theoretisch ist auch dort ein einfacher Zugang zu Kupfererzen möglich. Indirekte Hinweise, insbesondere die Spurenelementsignatur charakteristischer Artefakte, in Kombination mit weiteren Indizien, wie die regionale Massierung des Vorkommens von Artefakten, lassen vermuten, dass Produktion von Kupfer in den Mittelgebirgen in der zweiten Hälfte des 4. und im 3. Jahrtausend v. Chr. begonnen wurde. Für Mitteldeutschland wird lokale Kupferproduktion spätestens im Spätneolithikum bzw. in der Mittelkupferzeit seit dem 34. bzw. 33. Jahrhundert v. Chr. für möglich gehalten. Es sind oxidische Erze verbraucht worden, deren Lagerstätten sich im Harz sowie im Fichtel- oder Erzgebirge befunden haben könnten.<sup>38</sup> Im Endneolithikum könnte dort eigenständige Produktion auf Basis sulfidischer Erze betrieben worden sein.<sup>39</sup> Für das Endneolithikum Hessens haben Helmut Otto und Wilhelm Witter im Zusammenhang mit dem Hortfund von Kelsterbach schon vor mehr als 60 Jahren heimische Rohstoffbeschaffung in Betracht gezogen.<sup>40</sup> Vor diesem Hintergrund habe ich angesichts der recht zahlreich bekannt gewordenen spät- bis endneolithischen Kupferfunde Westfalens die Möglichkeit lokaler Produktion auch dort theoretisch für möglich gehalten,<sup>41</sup> zumal Erzvorkommen u. a. im Sauerland nachgewiesen sind.<sup>42</sup>

28 Im Vergleich dazu führt Merkl 2013, 40 (mit Karte S. 41) 67 kupferzeitliche Artefakte in Baden-Württemberg an. – In der Zusammenstellung dort fehlt allerdings die schon längere Zeit bekannte frühkupferzeitliche Flachbeilklinge von Leimen-St. Ilgen (zuletzt dazu König 2015).

29 Behn 1938, 77 mit Taf. 13; Dzbyński 2008, 41 Abb. 4.

30 Vgl. dazu die Verbreitungskarten bei Kibbert 1980, Taf. 60 A und B.

31 Beispiele: Die Eschollbrücker Hammeräxte lagen ursprünglich vermutlich in einem Moor, die Doppelaxt von Cochem könnte ein Flussfund gewesen sein (Kibbert 1980, 25 und 41).

32 Sprater 1928, 77. Zur kulturellen Zuordnung des Stücks vgl. Sperber 1995, 48.

33 Valotteau 2006, 165 mit Fig. 1. Vgl. Fritsch 1998, 105 mit Taf. 84,2.

34 Vgl. u. a. Strahm 1994; Strahm 2010; Gleser / Schmitz 2001; Höppner et al. 2005; Grimmig 2008; Klassen et al. 2011; Turck 2010; Turck 2011; Merkl 2013, 34-51; Matuschik 2016; Matuschik et al. 2016.

35 Matuschik 2016.

36 Siehe u. a. Klassen 2000, 224 mit Abb. 100; Turck 2010, 37-41; Matuschik 2016, 57 Abb. 7 (Verbreitung jungneolithischer Gusstiegel nördlich der Alpen).

37 Vgl. u. a. Strahm 1994, 23-36 (dort zur sog. „westmediterranen Strömung“); Sangmeister 2005.

38 Lutz et al. 1997, 48 mit Abb. 2. Zu einer kritischen Bewertung dieser Lagerstätten vgl. jüngst O'Brien 2015, 185-186.

39 Lutz et al. 1997, 48-49 mit Abb. 2.

40 Otto / Witter 1952, 44-45; vgl. Jockenhövel 1983, 69 mit Abb. 1 und Abb. 2.

41 Gleser 2015, 255-256 mit Abb. 6.

42 Köhne 2007.

## 6. Jung- bis spätneolithische Kupferbeile am Oberrhein

Beilklingen stellen für die Kupferzeit quantitativ eine bedeutsame Artefaktklasse dar. Mit ihnen lassen sich auch im Arbeitsgebiet die Anfänge und die Entwicklung kupferner Schwergewichte veranschaulichen.

Zu den ältesten kupfernen Artefakten des Untersuchungsgebietes zählen Dreiecks-Flachbeile, d. h. spitznackige Beile (Abb. 1,1-3), sowie länglich-schmale Trapez-Flachbeile mit stämmigem Körper, welche letztere Kurt Kibbert als Form Nieder-Ramstadt angesprochen hat (Abb. 1,4-6).<sup>43</sup> Die Form Nieder-Ramstadt gehört typologisch in das Umfeld der Beilklingen vom Typ Stollhof, einer in Bayern und Österreich verbreiteten Form, die in das Jungneolithikum bzw. die Frühkupferzeit zu datieren ist und mit dem Exemplar aus dem Depotfund von Großheubach, Lkr. Miltenberg in Unterfranken<sup>44</sup> ein dem Arbeitsgebiet geographisch nahe gelegenen Vertreter aufzuweisen hat (Abb. 1,7).

Trotz des Mangels aussagefähiger Fundkontexte ist für solche Exemplare anhand typologischer und, wie sich zeigen wird, materialanalytischer Merkmale mehrheitlich eine Datierung in die Frühkupferzeit um bzw. nach 4000 cal. BC in Betracht zu ziehen.<sup>45</sup> Diese Aussage trifft auf die Dreiecks-Flachbeile von Lengfeld-Zipfen und Leimen-St. Ilgen zu und gilt auch für die Exemplare von Nieder-Ramstadt und Großheubach.<sup>46</sup> Trapez-Flachbeile der genannten Form dürften auch noch im Spätneolithikum (bzw. der Mittelkupferzeit) nach 3500 cal. BC produziert worden sein, so etwa das Exemplar aus der Gegend von Worms (Abb. 1,5) und jenes von Schneppenhausen (Abb. 1,6). Schon Kibbert hat eine solche Zeitstellung herausgearbeitet<sup>47</sup> und sie lässt sich anhand der chemischen Zusammensetzung dieser Artefakte, es handelt sich in diesen Fällen um schwach silber- und arsenhaltiges Kupfer, bestätigen (vgl. unten). Die Exemplare aus dem Elsass, die Matthieu Michler in Anlehnung an Kibbert der Form Nieder-Ramstadt zugewiesen hat (Niederschaeffolsheim, Woerth und Rouffach, Abb. 1,8-10), sind prinzipiell ebenfalls in das Jungneolithikum bzw. beginnende Spätneolithikum zu stellen,<sup>48</sup> zumal dort mit dem Trapez-Flachbeil von Uttenheim, dép. Bas-Rhin (Abb. 6,2) ein Vertreter des

jungneolithischen Typs Robenhausen bekannt geworden ist, der im Bereich der Pfyner Kultur gefertigt worden sein dürfte.<sup>49</sup> Für die Dreiecks-Beile und die Vertreter der Form Nieder-Ramstadt bleibt nur die Alternative, sie der Michelsberger Kultur zuzuweisen.<sup>50</sup>

Rouven Turck hat kürzlich ein frühes metallführendes Areal der Michelsberger Kultur am Oberrhein zwischen Neckarmündung und Bruchsal herausstellen können.<sup>51</sup> Dort sind verschiedene kupferne Kleinartefakte an drei Fundkomplexen der älteren und der jüngeren Michelsberger Kultur nachgewiesen (Bruchsal „Aue“, Bruchsal-Heidelsheim „Altenberg“, Oberderdingen-Großvillars). Etwas weiter östlich, am Neckar, gelingt mit Funden von Gusstiegefragmenten aus Michelsberg-V-zeitlichen Gruben von Heilbronn-Klingenberg „Schlossberg“ der älteste Nachweis für aktiv betriebene Metallurgie in unmittelbarer Nähe zum hier gewählten Arbeitsgebiet, die im späten Jungneolithikum um 3700 cal. BC anzusetzen ist.<sup>52</sup> Auch von Eckwersheim, dép. Bas-Rhin sind mehrere Fragmente eines Gusstiegels aus einer Grube der mit Michelsberg V synchronen Munzinger Gruppe um 3700 cal. BC bekannt.<sup>53</sup> Im Falle Heilbronn-Klingenberg ist anscheinend Arsenkupfer („Mondsee-Kupfer“) verarbeitet worden, was für Import des Materials aus dem Ostalpenraum<sup>54</sup> oder aus Südosteuropa<sup>55</sup> sprechen könnte. Bei der Kartierung von Flachbeilklingen, die der Michelsberger Kultur zuzuweisen sind, hat sich Turck auf die spitznackigen Exemplare beschränkt. Das hier vorliegende Kartenbild Abb. 2 führt die Kartierung Turcks um die Trapez-Beile der Form Nieder-Ramstadt ergänzt vor Augen. Diese Vorgehensweise erscheint gerechtfertigt, denn Vertreter der Form Nieder-Ramstadt bestehen entweder aus Reinkupfer mit Silber- und Antimongehalten oder, wie bereits erwähnt, aus schwach arsenhaltigem Kupfer, was im Weiteren noch gezeigt werden soll. Das Kartenbild legt nahe, dass kupferne Beilklingen in der fortgeschrittenen Frühkupferzeit am Oberrhein durchaus häufiger in Gebrauch gewesen sein könnten und dass Michelsberg dort wie andernorts nicht notwendigerweise als „kupferablehnend“<sup>56</sup> eingestuft werden muss. Das Material dafür dürfte in vielen Fällen aus den westlichen Karpaten stammen (dazu unten).

43 Zur Terminologie, an der ich mich im Folgenden bei der Fundansprache orientiere, vgl. Kibbert 1980, 60-62 und 65-66.

44 Pászthory / Mayer 1998, 24 Nr. 9. Vgl. zuletzt Schwarzberg 2016, 9 mit Abb. 4 und Abb. 5,1-4.

45 Zur Zeitstellung von Dreiecks-Beilen vgl. jüngst Klassen et al. 2011, 19.

46 Kibbert 1980, 62 und 66; Strahm 2010, 186 mit Abb. S. 185; Turck 2010, 69 mit Abb. 70-72; ders. 2011, 145 mit Abb. 4. Die Dreiecks-Flachbeile von Hertingshausen (Kibbert 1980 Nr. 18) und Baunatal-Großenritte (Sattler 2016, 39 Abb. 2), beide Kr. Kassel, gehören ebenfalls diesem Formenkreis an; diese Fundorte liegen aber außerhalb des hier gewählten Arbeitsgebietes.

47 Kibbert 1980, 66.

48 Michler 2013, 27. Vgl. bereits Kibbert 1980, 66.

49 Michler 2013, 26.

50 So z. B. Kibbert 1980, 61-62 und 66, dort im Zusammenhang mit dem Depot von Großheubach.

51 Turck 2010, 68-71 mit Karte 2; ders. 2011, 144-145 mit Abb. 3.

52 Matuschik 2016, 57 mit Abb. 7. Vgl. bereits Klassen 2000, 283-284 mit Abb. 125.

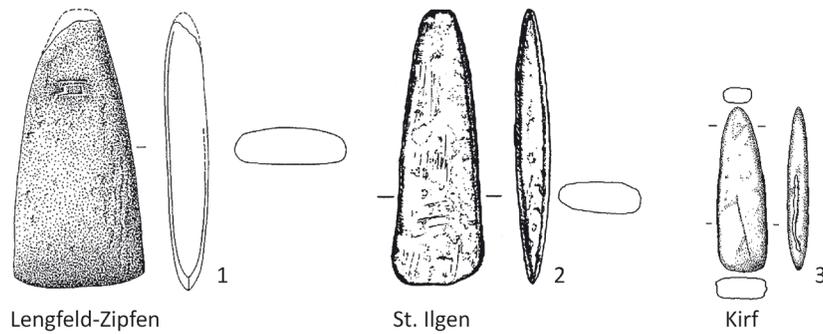
53 Matuschik 2016, 57 mit Abb. 7.

54 Vgl. Turck 2011, 145 mit Literatur.

55 Entgegen der bislang vertretenen Forschungsmeinung, dass „Mondsee-Kupfer“ aus dem Ostalpenraum stammen könnte (so zuletzt z. B. Klassen et al. 2011, 20 mit Tab. 1; Turck 2010, 37-41), plädieren Frank / Pernicka 2012, 131-132 jüngst für die Herkunft auch dieser Kupfersorte aus Südosteuropa (vgl. dazu kontrovers auch Strahm 2010, 190 und Matuschik 2016, 60).

56 Zu dem Begriff zuletzt Turck 2010, 63.

## DREIECKSFLACHBEILE



## TRAPEZFLACHBEILE Form Nieder-Ramstadt bzw. Typ Stollhof

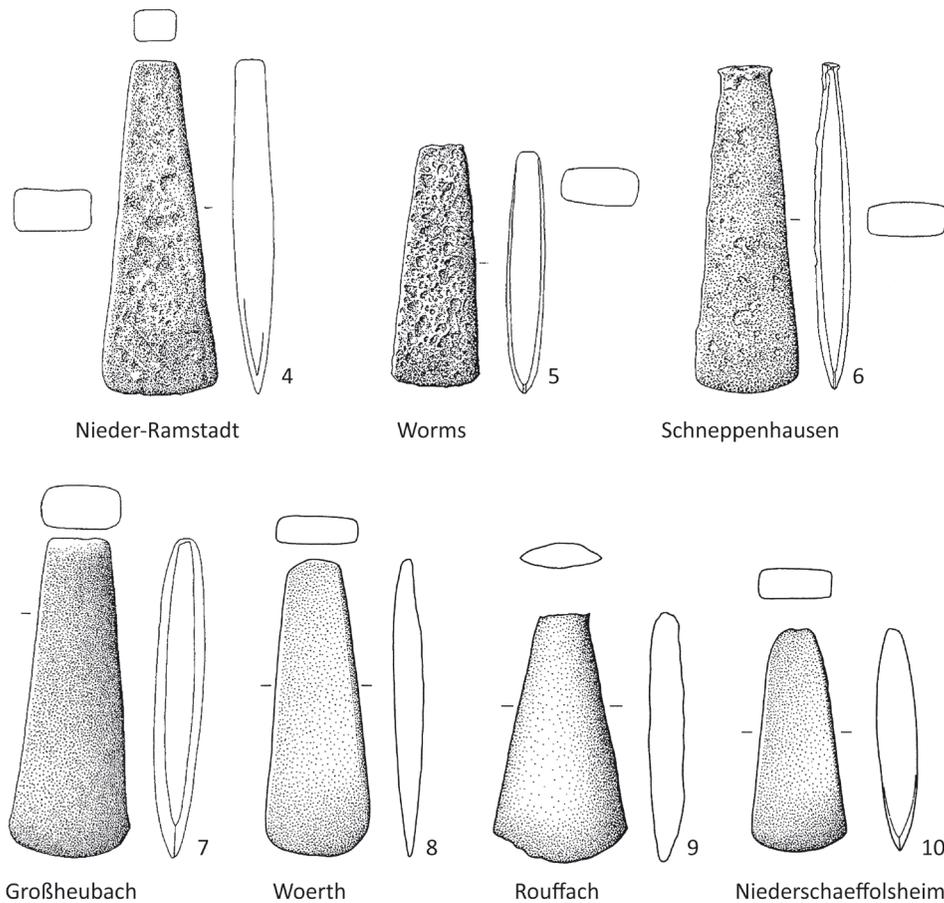


Abb. 1: Dreiecks-Flachbeile und Trapez-Flachbeile der Form Nieder-Ramstadt im Arbeitsgebiet. 1 n. Kibbert 1980 Nr. 19; 2 n. Fundber. Baden-Württemberg 2, 1975, Taf. 178A; 3 n. Trierer Zeitschr. 75/76, 2012/13, 319 Abb. 15; 4 n. Kibbert 1980 Nr. 27; 5 n. Kibbert 1980 Nr. 28; 6 n. Kibbert 1980 Nr. 29; 7 n. Pászthory / Mayer 1998 Nr. 9; 8 n. Michler 2013 Nr. 5; 9 n. Michler 2013 Nr. 6; 10 n. Michler 2013 Nr. 4. Maßstab 1:3.

Im Oberrheingebiet sind des Weiteren einige Exemplare großer Trapez-Flachbeile mit dünner Klinge des Typs Bygholm (Abb. 3,1-8) sowie zwei Rechteck-Flachbeile – ein schmales Exemplar aus Mainz (Abb. 3,11) und ein breites Stück vom Typ Vinča<sup>57</sup> mit Fundortangabe „Rheinpfalz“ (Abb. 3,9) – bekannt. Dem Ar-

tefakt aus Mainz ist typologisch die Klinge von Holzheim in Osthessen an die Seite zu stellen (Abb. 3,10). Für viele Exemplare des Typs Bygholm sind nur vage Angaben zu Fundort und Fundumständen möglich. Die Zeitstellung dieser Beilklingen ist in Ermangelung datierender Kontexte deshalb nur schwierig einzugrenzen. Für manche Beile des Typs Bygholm kommt schon beginnendes Spätneolithikum bzw. Mittelkupferzeit in

<sup>57</sup> Von Kibbert 1980, 73 als Typ Ete angesprochen.

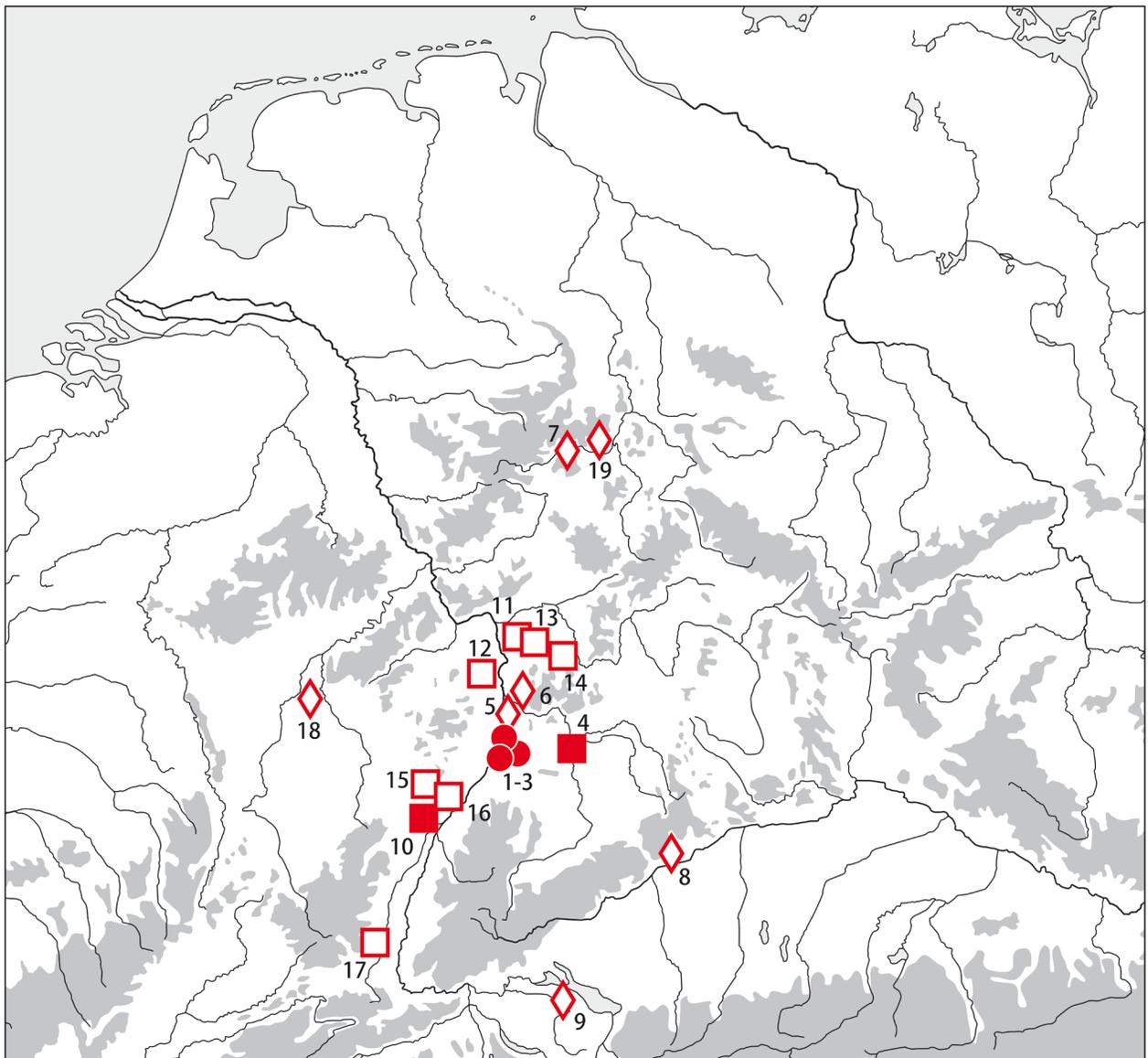


Abb. 2: Verbreitung sicherer und möglicher Artefakte sowie Metallurgiebelege der Michelsberger Kultur in Südwestdeutschland und angrenzenden Regionen nach Turck 2010, 73 Karte 2 mit Ergänzungen. Punkte = sichere Kupferartefakte. Gefüllte Quadrate = sichere Belege für Metallurgie. Raute = spitznackige Beilklingen. Offene Quadrate = Trapez-Beile der Form Nieder-Ramstadt. 1 Bruchsal „Aue“; 2 Bruchsal-Heidelsheim „Altenberg“; 3 Oberderdingen-Großvillars; 4 Heilbronn-Klingenberg „Schlossberg“; 5 St. Ilgen; 6 Lengfeld-Zipfen; 7 Hertingshausen; 8 Asselfingen; 9 Kreuzlingen; 10 Eckwersheim; 11 Nieder-Ramstadt; 12 Worms; 13 Schneppenhausen; 14 Großheubach; 15 Woerth; 16 Niederschaeffolsheim; 17 Rouffach; 18 Kirf; 19 Baunatal-Großenritte (Grafik: Renate Roling).

Betracht – entsprechend der Zeitstellung der forschungsgeschichtlich prominenten Hortfunde von Byholm und Riesebusch im Verbreitungsgebiet der Nordgruppe der Trichterbecherkultur, die Lutz Klassen zwischen 3500 und 3300 cal. BC datiert hat.<sup>58</sup> Diese Feststellung könnte für jene Exemplare des Arbeitsgebietes zutreffen, die aus arsenhaltigem Kupfer gefertigt sind. Kibbert hat allerdings eine lange Laufzeit der Byholm-Beile bis in das Endneolithikum herausarbeiten können.<sup>59</sup> Dieser Auffassung möchte ich mich hier anschließen, denn die Spurenelementsignatur einer Klinge aus dem Rhein zwischen Engers und Neuwied (Abb. 3,5), des Exem-

plars aus Groß-Gerau (Abb. 3,6) und eines weiteren, aus Rheinhessen bekannt gewordenen Exemplars (Abb. 3,4)<sup>60</sup> sprechen unbedingt für das Endneolithikum bzw. die Spätkupferzeit (vgl. unten). Die Rechteck-Beile dürften in das entwickelte Spätneolithikum bzw. in die späte Mittelkupferzeit und in das Endneolithikum bzw. die Spätkupferzeit ab 3000 cal. BC zu stellen sein.<sup>61</sup>

Die Verbreitungskarte Abb. 4 zeigt im Falle der gerade genannten Stücke eine Massierung an der Rheinachse. Vorläufig können wir aber keine archäologische Kultur

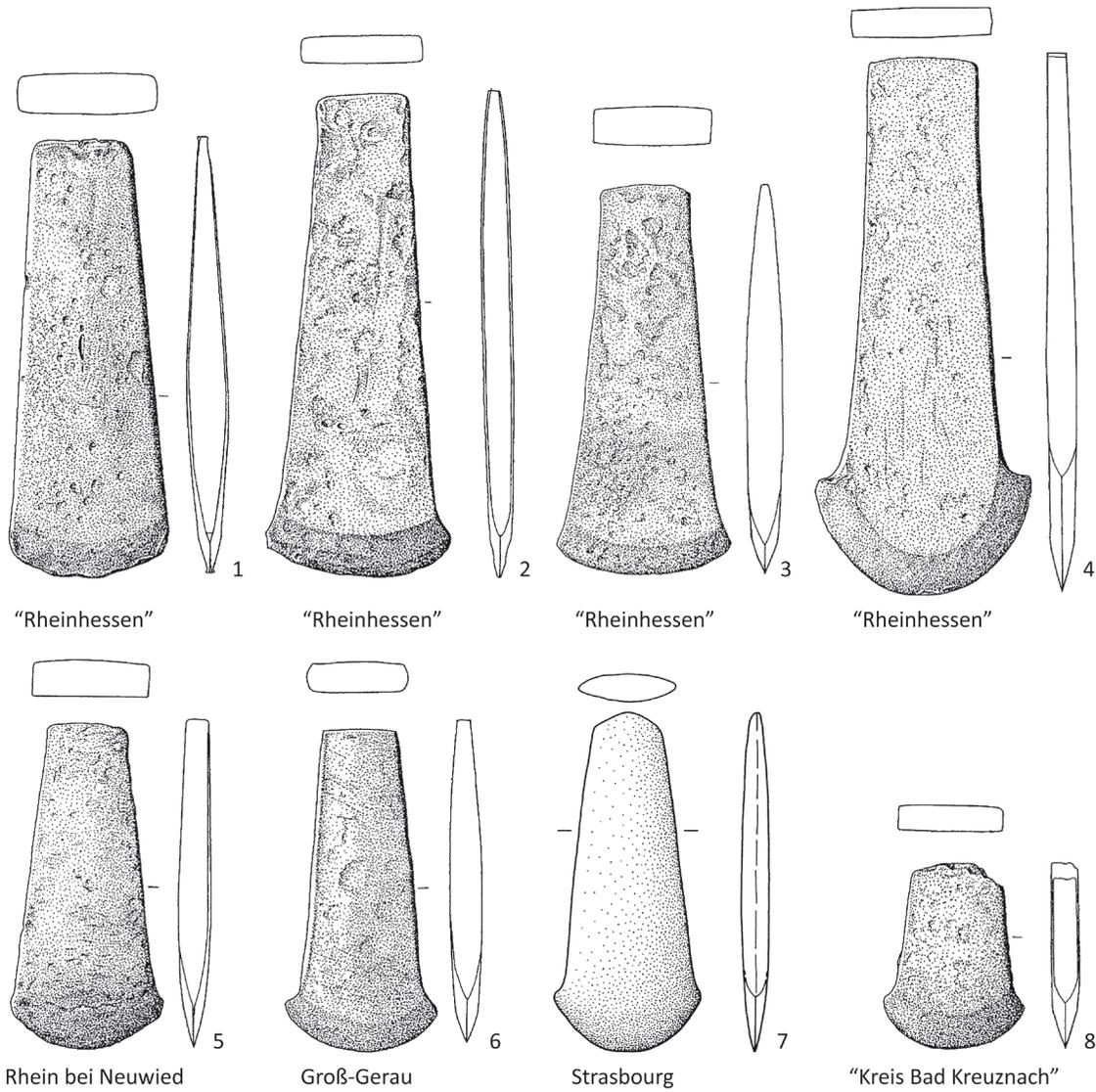
58 Klassen 2000, 80-81.90-91 mit Abb. 34.

59 Kibbert 1980, 64-65.

60 Es handelt sich um die Exemplare Kibbert 1980, Nr. 23, 24 und 26.

61 Kibbert 1980, 74. Zur Zeitstellung der Beilklingen Typ Vinča vgl. Klassen 2000, 126.

### TRAPEZFLACHBEILE Form Bygholm



### RECHTECKFLACHBEILE

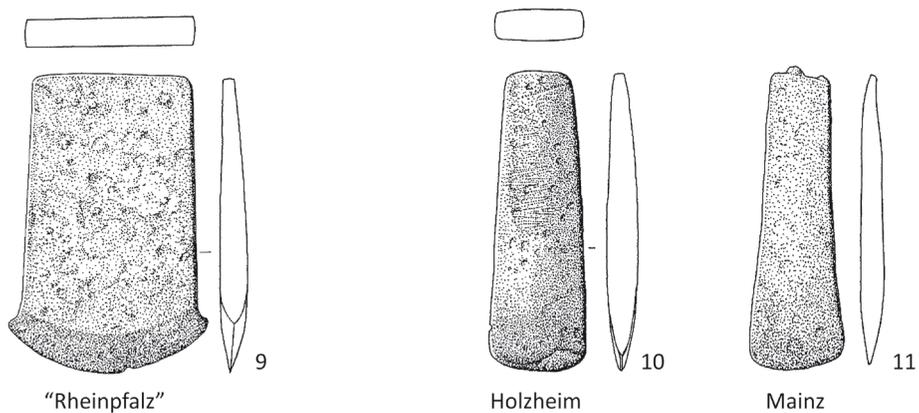


Abb. 3: Trapez-Flachbeile der Form Bygholm und Rechteck-Flachbeile im Arbeitsgebiet. 1 n. Kibbert 1980 Nr. 20; 2 n. Kibbert 1980 Nr. 21; 3 n. Kibbert 1980 Nr. 22; 4 n. Kibbert 1980 Nr. 26; 5 n. Kibbert 1980 Nr. 23; 6 n. Kibbert 1980 Nr. 24; 7 n. Michler 2013 Nr. 7; 8 n. Kibbert 1980 Nr. 25; 9 n. Kibbert 1980 Nr. 48; 10 n. Kibbert 1980 Nr. 49; 11 n. Kibbert 1980 Nr. 50. Maßstab 1:3.

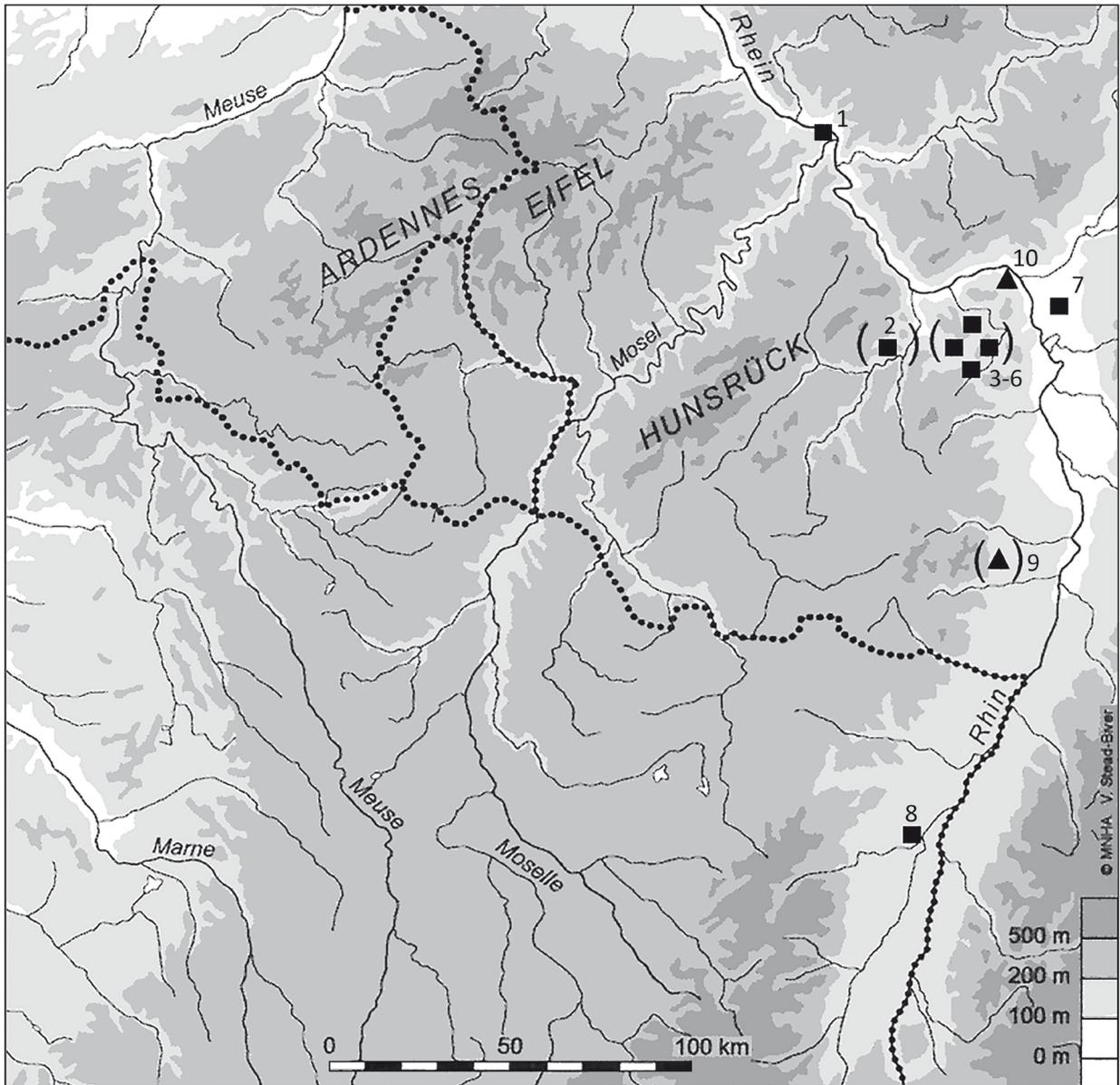


Abb. 4: Verbreitung von Trapez-Flachbeilen der Form Bygholm (Quadrate) und von Rechteck-Flachbeilen (Dreiecke) im Arbeitsgebiet. 1 Rhein zwischen Neuwied und Engers; 2 „Kreis Bad Kreuznach“; 3-6 „Rheinhessen“; 7 Groß-Gerau; 8 Strasbourg; 9 „Rheinpfalz“; 10 Mainz (Grafik: Renate Roling).

benennen, in deren Umfeld die Stücke benutzt oder produziert worden sein könnten, zumal gerade aus der Zeitspanne zwischen 3500 bis 2800 cal. BC am Oberrhein kaum Fundmaterial bekannt geworden ist. Die weiträumige Verbreitung des moderat arsenhaltigen Kupfers vom Typ Mondsee,<sup>62</sup> woraus Beilklingen des Typs Bygholm des Öfteren gefertigt sind (vgl. unten), lässt den Schluss zu, dass die Bevölkerungen des Oberrheingebietes seit etwa der Mitte des vierten Jahrtausends v. Chr. an der nordwestlichen Peripherie eines weiträumigen Beziehungsnetzwerkes gelebt haben (Abb. 5), und dass sie das Rohmaterial für ihre Metallurgie oder Artefakte selbst aus den Ostalpen, wenn nicht sogar aus dem Karpaten-Balkan-Raum, bezogen haben.

62 Vgl. zuletzt Klassen et al. 2011, 24 Abb. 12.

## 7. Frühe Kupferartefakte in der Region an Mosel und Saar

Auf der Karte Abb. 2 nimmt die spitznackige Beilklinge von Kirf (Abb. 1,3), die in den 2000er Jahren weit westlich des Rheinlaufs, im Trierer Land, aufgefunden wurde, eine Sonderstellung ein. Das schon in dieser Hinsicht<sup>63</sup> bemerkenswerte Exemplar ist bloß etwa 6,5

63 Kirf liegt zwischen Saar und Mosel, auf halber Strecke zwischen beiden Flüssen. Die Entfernung zu Orten wie Schwebsange und Remerschen an der Mosel in Luxemburg, wo frühe, in dieser Studie behandelte Metallartefakte nachgewiesen sind, ist gering. Diese Feststellung gilt ebenso für das Dorf Trassem, wo 1902 der bekannte, in die späte Frühbronzezeit datierende Metalldepotfund aufgefunden wurde (vgl. u. a. Kibbert 1980, Nr. 382-384).

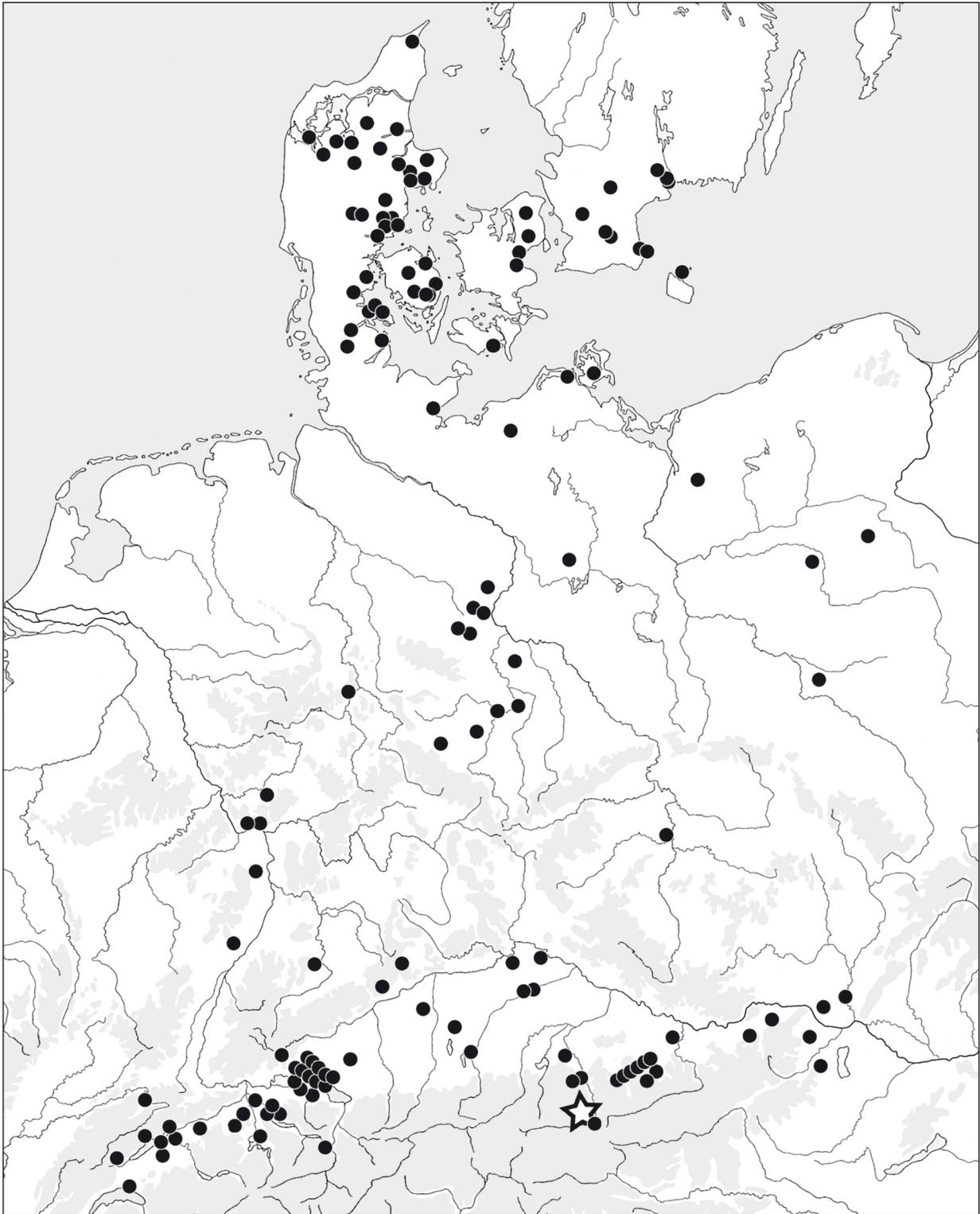


Abb. 5: Verbreitung von Arsenkupfer „Typ Mondsee“ nach Klassen et al. 2011, 24 Abb. 12 (Grafik: Renate Roling).

cm lang. Es lässt sich zwar typologisch problemlos den Dreiecks-Flachbeilen zuordnen, doch es ist aufgrund seiner vergleichsweise sehr geringen Ausmaße im Arbeitsgebiet als Unikat zu bezeichnen. Auch überregional lassen sich kaum Vergleichsfunde benennen. Das von Heiner Schwarzberg kürzlich erneut publizierte und dem Typ Split zugewiesene Exemplar von der Krautinsel im

Chiemsee, Kr. Rosenheim,<sup>64</sup> entspricht dem Kirfer Exemplar nach Form und Dimension. Jüngst wurde zudem eine Dreiecks-Beilklinge von Baunatal-Großenritte, Kr. Kassel vorgelegt, die mit 8,6 cm Länge das Exemplar aus dem Trierer Land kaum übertrifft.<sup>65</sup> Das Stück aus

<sup>64</sup> Schwarzberg 2016, 15 mit Abb. 1,3.

<sup>65</sup> Sattler 2016, 38-39 mit Abb. 2.

Kirf wird im Rheinischen Landesmuseum Trier ausgestellt. Als Zeitansatz wird dort ein Schätzwert „um 3000 v. Chr.“ angegeben, was dem Spätneolithikum bzw. der Mittelkupferzeit entspricht. Trotz aller Vorbehalte, die ausschließlich typologisch begründeten Datierungen entgegenzubringen sind, dürfte es sich um das bislang älteste Kupferartefakt der Saar-Mosel-Region handeln. Aufgrund der überregional verbreiteten und chronologisch ansatzweise fixierbaren Vergleichsfunde ist zu erwägen, ob das Artefakt sogar etwa ein Jahrtausend älter, in die Frühkupferzeit um 4000 cal. BC, zu datieren ist und zwar in die Zeit der Dreiecks-Beile und länglich-schmalen Trapez-Beile am Oberrhein. Es müsste sich demnach um einen Import handeln, doch können bei dieser Problematik nur Analysen zur Materialzusammensetzung der Klinge weiterführende Erkenntnisse liefern, die als dringendes Desiderat zu bezeichnen sind.

In diesem Zusammenhang erscheinen die bis dato frühesten kupfernen Artefakte der Mosel-Region, die beiden Perlen in den Gräbern 2 und 6 der Felsspalte „Rochers de la Frasse“ von Novéant-sur-Moselle, dép. Moselle<sup>66</sup> in neuem Licht. Den vorliegenden Radiokarbonaten gemäß dürften die Gräber dort zwischen 3200 und 2700 cal. BC angelegt worden sein.<sup>67</sup> Den Angaben der Ausgräber zufolge handelt es sich um Artefakte, welche durch Kalthämmern gediegenen Kupfermaterials entstanden sind: „(...) deux perles en cuivre sur pépite martelée à froid“<sup>68</sup>. Durch sie könnten die ersten regionalen Belege für die Verarbeitung des Buntmetalls im Bereich der Mosel dokumentiert sein. Die Stücke gehören wahrscheinlich in eine Periode, die in Nordfrankreich, Belgien und bestimmten Bereichen West- und Nordwestdeutschlands durch das Kollektivgrab-Phänomen geprägt ist,<sup>69</sup> für die aber im Saar-Mosel-Raum Siedlungsnachweise bislang zumeist bloß durch Einzelfunde zu erbringen sind.<sup>70</sup>

In der Saar-Mosel-Region sind weitere kupferne Flachbeilklingen bekannt geworden, die dort vorläufig als Einzelformen vorkommen. Dazu gehört die kleine Trapez-Beilklinge vom Typ Altheim von Ernzen, Kr. Bitburg-Prüm (Abb. 6,3). Kurt Kibbert hat für die Beile Typ Altheim – in Hessen liegt ein vergleichbares Stück aus Gießen vor (Abb. 6,1) – eine Datierung von der späten Frühkupferzeit an (der Zeitstellung des eponymen Erdwerks von Altheim in Bayern entsprechend) bis in die Spätkupferzeit ermittelt.<sup>71</sup> Im Beitrag Gleser et al. 2007 haben wir für das Exemplar von Ernzen die Glockenbecherzeit (ca. 2600-2200 cal. BC) in Erwägung gezogen.<sup>72</sup> Späte Kupferzeit schien uns aufgrund

des deutlichen Nickelgehalts des Arsenkupfers der Klinge wahrscheinlich, welche gute Vergleiche einerseits zu bereits frühbronzezeitlichen, mit Zinn legierten Artefakten des Oberrheingebietes ermitteln ließ und andererseits das Bruchstück einer nicht mit Zinn legierten, vermutlich noch spätkupferzeitlichen geschweiften Flachbeilklinge der Kibbertschen Form Mainz aus solchem Material zu bestehen schien.<sup>73</sup> In der Schausammlung des Rheinischen Landesmuseums Trier wird das Stück „um 2800-2400 v. Chr.“ datiert.

Eine weitere Flachbeilklinge, die typologisch bislang als Einzelfund in der Region an Saar und Mosel anzusprechen ist, stammt aus Rimling, dép. Moselle (Abb. 6,5). Das erst in jüngerer Zeit entdeckte Exemplar gehört den Trapez-Beilen mit äußerst geringer Klingendicke und gerundeten Kanten an. Es fügt sich damit in den Kreis der Typen Ettrup bzw. Maurach ein, welche in der Trichterbecherkultur bzw. am westlichen Bodensee belegt sind.<sup>74</sup> Der Typ Maurach fällt dort in den Übergangshorizont von der Pfyner zur Horgener Kultur, ca. 3600/3300 cal. BC, d.h. an den Übergang vom Jung- zum Spätneolithikum bzw. von der frühen zur mittleren Kupferzeit; er wurde aber wohl während des gesamten 4. Jahrtausends produziert.<sup>75</sup> Träfe dieser Zeitansatz zu, stünde Rimling als Fundort für ein sehr frühes Kupferartefakt in der Saar-Mosel-Region. Als kultureller Kontext wäre spätes Michelsberg in Betracht zu ziehen. In dieser Zeit war in Mitteleuropa Arsenkupfer weiträumig in Gebrauch. Schmit et al. 2008 sprechen sich allerdings aufgrund der Materialzusammensetzung der Klinge gegen eine so frühe Zeitstellung aus. Diese Autoren werten das erkennbare Vorhandensein von Nickel und Antimon in der Klinge als Hinweis auf die Verhüttung von sulfidischem Erz („cuivre gris“), das durch Bergbau gewonnen werden muss,<sup>76</sup> und vermuten als Produktionszeitraum das 3. Jahrtausend cal. BC bzw. den Übergang von der späten Kupfer- zur frühen Bronzezeit.<sup>77</sup> Dieser Einschätzung wird auch hier gefolgt, zumal die spezifische Spurenelementsignatur im regionalen Kontext Vergleichbares findet (vgl. dazu unten).

Zusammenfassend lässt sich somit als Zwischenbilanz die Feststellung treffen, dass wir für das 5. und 4. Jahrtausend cal. BC in den Landschaften an Saar und Mosel nach wie vor weder Import von kupfernen Artefakten in nennenswertem Ausmaß noch regional betriebene Kupfermetallurgie nachweisen können. Die Klinge von Kirf mahnt aber zur Vorsicht. Sie zeigt, dass

66 Guillaume 1978, 244 (Grab 2; Perle ohne Abb.); 248 mit Fig. 15,3 (Grab 6); vgl. Fritsch 1998, 105.

67 Blouet / Guillaume 1984, 127. – Die dort angeführten Radiokarbonaten weisen nach der Kalibration in die hier genannte Zeitspanne.

68 Blouet / Guillaume 1984, 128.

69 Vgl. Salanova / Heyd 2007, 472-475.

70 Vgl. Fritsch 1998 Karte 4 („Mittlere Kupferzeit“).

71 Kibbert 1980, 70.

72 Gleser et al. 2007, 109.

73 Gleser et al. 2007, 102 mit Tab. 2. – In Bezug auf das fragmentarisch erhaltene Exemplar der Form Mainz von „Hessen-Nassau“ (O/W 1003) vgl. Kibbert 1980, 80 Nr. 68: Das Kupfer dort wird als „holländisches Glockenbecher-Kupfer“ klassifiziert.

74 Vgl. dazu Schmit et al. 2008, 69 mit Fig. 4.

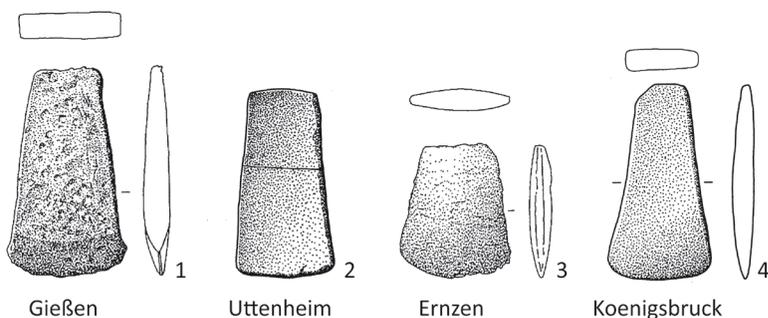
75 Klassen 2000, 164-165 mit Abb. 66 und 72; Matuschik et al. 2016, 381 geben als Zeitstellung für Typ Maurach die zweite Hälfte des 4. Jahrtausends cal. BC an.

76 Zur Unterscheidung oxidischer von sulfidischen Erzen vgl. jüngst z. B. Strahm 1994, 33-34 mit Abb. 25; Merkl 2013, 10-11; Rosenstock et al. 2016, 94-95.

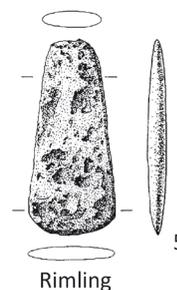
77 Schmit et al. 2008, 70.

## TRAPEZFLACHBEILE

### Typ Altheim - Robenhausen



### Typ Maurach



## TRAPEZFLACHBEILE Form Erpolzheim

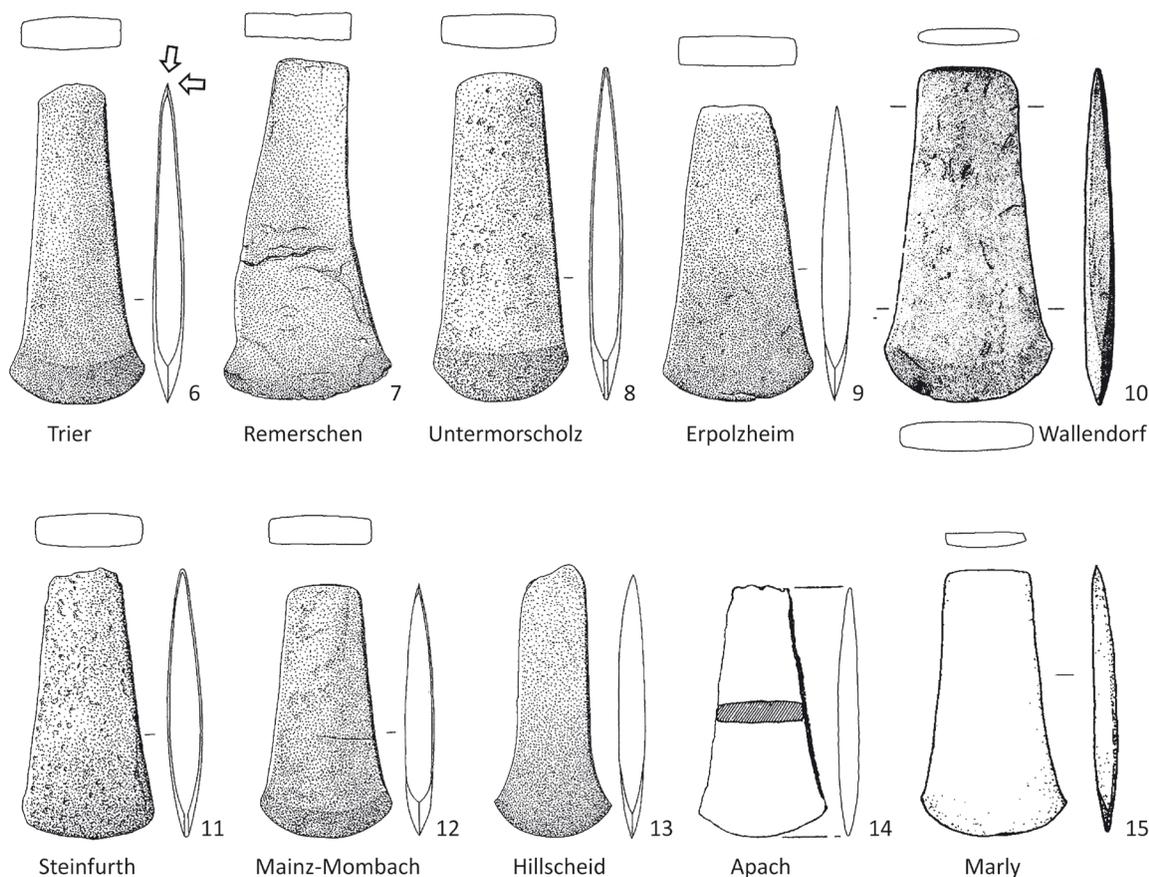


Abb. 6: Trapez-Flachbeile unterschiedlicher Formen im Arbeitsgebiet. 1 n. Kibbert 1980 Nr. 37; 2 n. Michler 2013 Nr. 2; 3 n. Kibbert 1980 Nr. 37A; 4 n. Michler 2013 Nr. 1; 5 n. Schmit et al. 2008, 66 Fig. 1; 6 n. Kibbert 1980 Nr. 38; 7 n. Kibbert 1980 Nr. 38A; 8 n. Kibbert 1980 Nr. 39; 9 n. Kibbert 1980 Nr. 40; 10 n. Valotteau / Weber 2011, 43 Fig. 2; 11 n. Kibbert 1980 Nr. 41; 12 n. Kibbert 1980 Nr. 42; 13 n. Kibbert 1980 Nr. 43; 14 n. Anzeiger für Elsässische Altertumskunde 4, 1926, 90 Abb. 70 G; 15 n. Blouet et al. 1996, 429 Fig. 8,3; Maßstab 1:3.

Interpretationen angesichts der schmalen Quellenbasis auf wackligen Füßen stehen. Bei der Interpretation des „kupferablehnenden“ Befundes ist zweifellos auch zu berücksichtigen, dass die gesamte Saar-Mosel-Region im Bereich des „Jadeitkreises“ zu lokalisieren ist, den die Forschung seit einigen Jahren herausstellen kann. Die Vorstellung von Besitz wertvoller Objekte war dort

wie in ganz Westeuropa offenbar ganz überwiegend an dieses seltene Grünschiefergestein gekoppelt.<sup>78</sup>

Abgesehen von der Beilklinge aus Kirf, deren hier vorgeschlagene Frühdatierung allerdings noch zu be-

<sup>78</sup> Pétrequin et al. 2010, Abb. S. 193; Klassen et al. 2011, 26 Abb. 13; Turck 2010, 75-80. Für eine regionale Kartierung vgl. D'Amico et al. 2006, 117 Abb. 1.

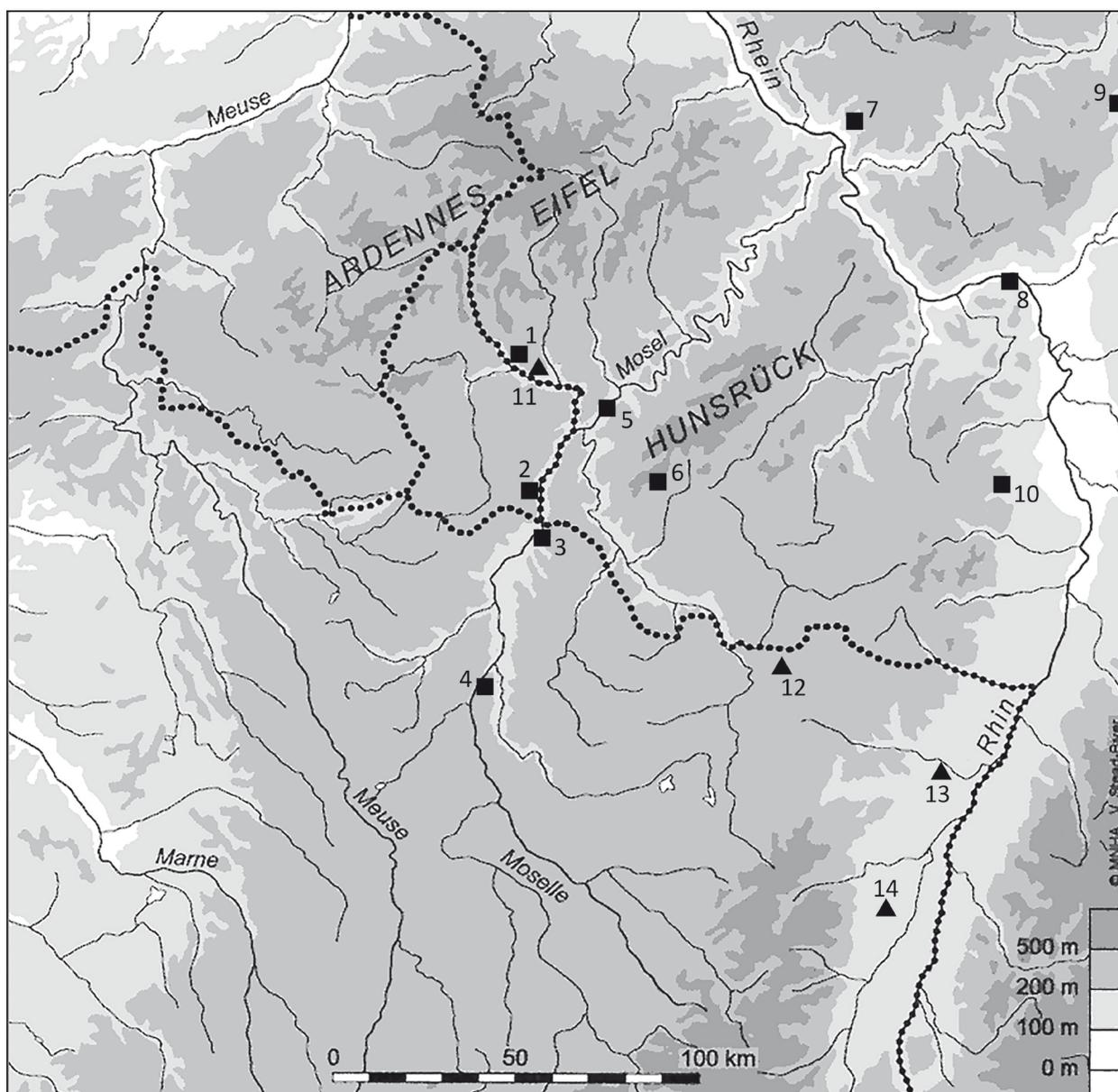


Abb. 7: Verbreitung von Trapez-Flachbeilen der Form Erpolzheim (Quadrate) sowie anderer Formen (Dreiecke) im Arbeitsgebiet. 1 Wallendorf; 2 Remerschen „Ile“ und „Moselle“; 3 Apach; 4 Marly; 5 Trier; 6 Untermorscholz; 7 Hillscheid; 8 Mainz-Mombach; 9 Steinfurth; 10 Erpolzheim; 11 Ernzen; 12 Rimling; 13 Hagenauer Forst, com. de Leutenheim „Koenigsbruck“; 14 Uttenheim (Grafik: Renate Roling).

kräftigen wäre, ändert diese Situation sich anscheinend erst im 3. Jahrtausend cal. BC. Zweifellos wird mit mittelgroßen Trapez-Flachbeilen mit dünnem Körper, woran die Nackenpartie scharf ausläuft, von Kurt Kippert als Typ Erpolzheim bezeichnet, eine Fazies regional verbreiteter kupferner „Schwergeräte“ fassbar,<sup>79</sup> die in ihrer Häufung den Gedanken an erstmals regional betriebene Metallurgie aufkommen lassen könnten (Abb. 6,6-15). Die Verbreitungskarte Abb. 7 zeigt, dass mit solchen Exemplaren im gesamten Arbeitsgebiet, also in der Saar-Mosel-Region und am Oberrhein, zu rechnen ist. Der Fundbestand wird an Saar und Mosel nicht ausschließlich durch Altfunde geprägt. Die im Jahr 2000 entdeckte Beilklinge von Wallendorf, Kr. Bitburg-

Prüm (Abb. 6,10), fügt sich in das Spektrum von Typ Erpolzheim ein<sup>80</sup> und bekräftigt dessen regionalen Verbreitungsschwerpunkt. In dieses typologische Umfeld gehört auch das nach wie vor älteste kupferne Artefakt des Saarlandes, die 1921 zufällig entdeckte Beilklinge von Untermorscholz, Kr. Merzig-Wadern (Abb. 6,8).<sup>81</sup> Typ Erpolzheim wird von Kibbert in die Mittel- bis Spätkupferzeit gesetzt, also Spät- und Endneolithikum.<sup>82</sup> Gelegentlich werden Vertreter dieses Typs mit der endneolithischen Glockenbecher-Kultur in Verbindung gebracht.<sup>83</sup> In unserem Beitrag Gleser et al. 2007 haben wir in Anlehnung an Kibbert auf eine mögliche lange

79 Kibbert 1980, 70-72 mit Verbreitungskarte Taf. 61B.

80 Valotteau / Weber 2011.

81 Kibbert 1980, Nr. 39.

82 Kibbert 1980, 72.

83 Vgl. z.B. Sperber 1995, 48; Valotteau / Weber 2011, 42.

Produktionsspanne des Typs Erpolzheim hingewiesen, und in Hinsicht auf die Materialzusammensetzung der Klinge von Steinfurth im Wetteraukreis (Abb. 6,11)<sup>84</sup> dessen erste Fertigung in der Frühkupferzeit für möglich gehalten.<sup>85</sup> Im Zusammenhang mit dem vergleichsweise sehr hohen Arsengehalt der Klinge aus der Mosel bei Remerschen (Abb. 6,7), den die Analysen in Saarbrücken erbracht hatten, zeigten wir im Datensatz „mittleres Westdeutschland“ einerseits tatsächlich Kongruenzen zu Metall der Glockenbecher-Kultur, insbesondere zum Dolch von Mauchenheim, andererseits aber auch zu Artefakten der frühbronzezeitlichen Adlerberggruppe auf.<sup>86</sup> Das Exemplar von Untermorscholz und dasjenige aus der Mosel bei Trier (Abb. 6,6) werden im Rheinischen Landesmuseum Trier ausgestellt und dort „um 2400-2100 v. Chr.“ datiert. Endneolithische Zeitstellung der meisten Vertreter des Typs Erpolzheim erscheint plausibel, die Zuweisung zum „Glockenbecher-Phänomen“ kann allerdings nicht ohne Weiteres überzeugen, weil geschlossene Fundkontexte fehlen. Ein kennzeichnendes Artefakt des 3. Jahrtausends ist in der Saar-Mosel-Region zudem der Griffzungendolch aus Schwebsange in Luxemburg.<sup>87</sup>

## 8. Clusteranalyse der Materialzusammensetzungen von Kupferartefakten des Arbeitsgebietes

### 8.1. Auswahl der Datensätze und Methode

In der Vergangenheit sind an Artefakten des Arbeitsgebietes unterschiedliche chemische Analysemethoden für die Ermittlung deren Materialzusammensetzung zur Anwendung gebracht worden. Bereits die Arbeitsgruppe um Helmut Otto und Wilhelm Witter 1952 (im Folgenden O/W) hat Spektralanalysen an Artefakten durchgeführt und listenmäßig veröffentlicht. Im Rahmen des räumlich groß angelegten Forschungsprojektes „Studien zu den Anfängen der Metallurgie“ (im Folgenden SAM)<sup>88</sup> sind Artefakte des Arbeitsgebietes ebenfalls analysiert und die Daten in Listen vorgelegt worden. Alle diese Datensätze sind nachträglich auch im Rahmen der Habilitationsschrift von Rüdiger Krause 2003 verfügbar. Außerdem habe ich Daten in die Analyse einbezogen, die Kollegen aus Luxemburg und Frankreich publiziert haben; diese wurden z. B. in den Laboren von Rennes und Zürich erarbeitet.<sup>89</sup> Der Bestand wird durch Ergebnisse von Metallanalysen, die in den 2000er Jahren an der Universität des Saarlandes durchgeführt wurden, ergänzt.

Insgesamt sind es 55 Messergebnisse von 52 Artefak-

ten, die hier mit Hilfe der Clusteranalyse nach Ähnlichkeiten gruppiert werden.<sup>90</sup> Tabelle 1 zeigt die Rohdaten der Metallanalysen. Da die Werte in der vorliegenden Form für eine Clusteranalyse nicht verwendbar sind, sind sie nach den von Ernst Pernicka und Lutz Klassen beschriebenen Regeln transformiert worden.<sup>91</sup> Dabei galt es zunächst, alle nominalen bzw. halbquantitativen Angaben (wie „Spur“, „+“, „++“ etc.) in vollquantitative umzusetzen sowie für den Wert „0“ einen Kunstwert einzusetzen, der sich an der Nachweisgrenze der jeweiligen Analyseverfahren orientiert. Danach wurden alle Analysewerte von Prozent in parts per million (ppm) umgerechnet. Eine Normierung der Daten wurde nicht vorgenommen. Als Clustervariablen dienten *alle* Konzentrationen der Nebenelemente außer jenen des Elementes Zinn (Sn).<sup>92</sup> Diese Vorgehensweise gründet auf der Annahme, dass potenziell die gesamte Spurenelementsignaturen eines Artefakts im Vergleich mit anderen zu kulturgeschichtlich relevanten Beobachtungen führen kann. Tabelle 2 zeigt die auf diese Weise überarbeiteten, im Rahmen der Clusteranalyse gerechneten Datensätze mit Angabe der Elementkonzentrationen in ppm. Die Clusteranalyse wurde mit Hilfe der Software PAST3 durchgeführt, die Dendrogramme mittels des Algorithmus „Ward’s method“ berechnet.<sup>93</sup>

Was den Umfang des Datensatzes betrifft, waren mehrere Gesichtspunkte von Belang. Es schien im Hinblick auf die ältesten Metallartefakte am Oberrhein notwendig zu sein, einige Artefakte zu berücksichtigen, die nach Osten hin außerhalb des Arbeitsgebietes liegen. Deshalb wurde eines der Messergebnisse an der Beilklinge aus dem forschungsgeschichtlich bedeutsamen und oft behandelten Depotfund von Großheubach, Lkr. Miltenberg<sup>94</sup> (O/W 97) in die Clusteranalyse einbezogen. Darüber hinaus sind auch die Werte der von Otto Werner in Berlin durchgeführten spektrographischen Analyse des Pfiems aus Grube 82 der Epi-Rössener Siedlung von Schernau in Unterfranken im Datensatz enthalten.<sup>95</sup> Das Schernauer Fundensemble ist mittels Radiokarbonaten chronologisch eng auf das 44./43. Jahrhundert cal. BC fixierbar und für das Kupfermaterial konnte zudem in jüngerer Zeit ein weiträumiger Bezugsrahmen angedeutet werden.<sup>96</sup> In Anbetracht der relativ großen Entfernung dieses Fundorts zum Arbeitsgebiet wurden versuchsweise zunächst zwei Clusteranalysen durchgeführt: Eine mit, und eine ohne die Werte dieses Artefakts. Es stellte sich dabei heraus, dass die

90 Dazu Pernicka 1990, 96-98.

91 Pernicka 1990, 95; Klassen 2000, 60-61 mit Abb. 13.

92 Üblicherweise werden die Konzentrationen der Elemente As, Sb, Ag, Ni und auch Bi bei der Gruppierung der Datensätze verwendet (vgl. z. B. Pernicka 1990, 97; Klassen 2000, 61).

93 Ich bedanke mich ganz herzlich bei Herrn Leo Klinke BA, Münster, für die Datenaufbereitung und die Durchführung der Clusteranalyse.

94 Vgl. jüngst u. a. Pászthory / Mayer 1998, 24 Nr. 9; Strahm 2010, 185 Abb. unten; Schwarzberg 2016, 12 Abb. 4.

95 Lüning 1973, 16.

96 Gleser / Schmitz 2001.

84 Kibbert 1980, 71 Nr. 41.

85 Gleser et al. 2007, 100.

86 Gleser et al. 2007, 100-102.

87 Valotteau et al. 2006, 165 mit Fig. 1.

88 Junghans / Sangmeister / Schröder 1960; dies. 1968; dies. 1974.

89 Valotteau et al. 2006; Schmitz et al. 2008.

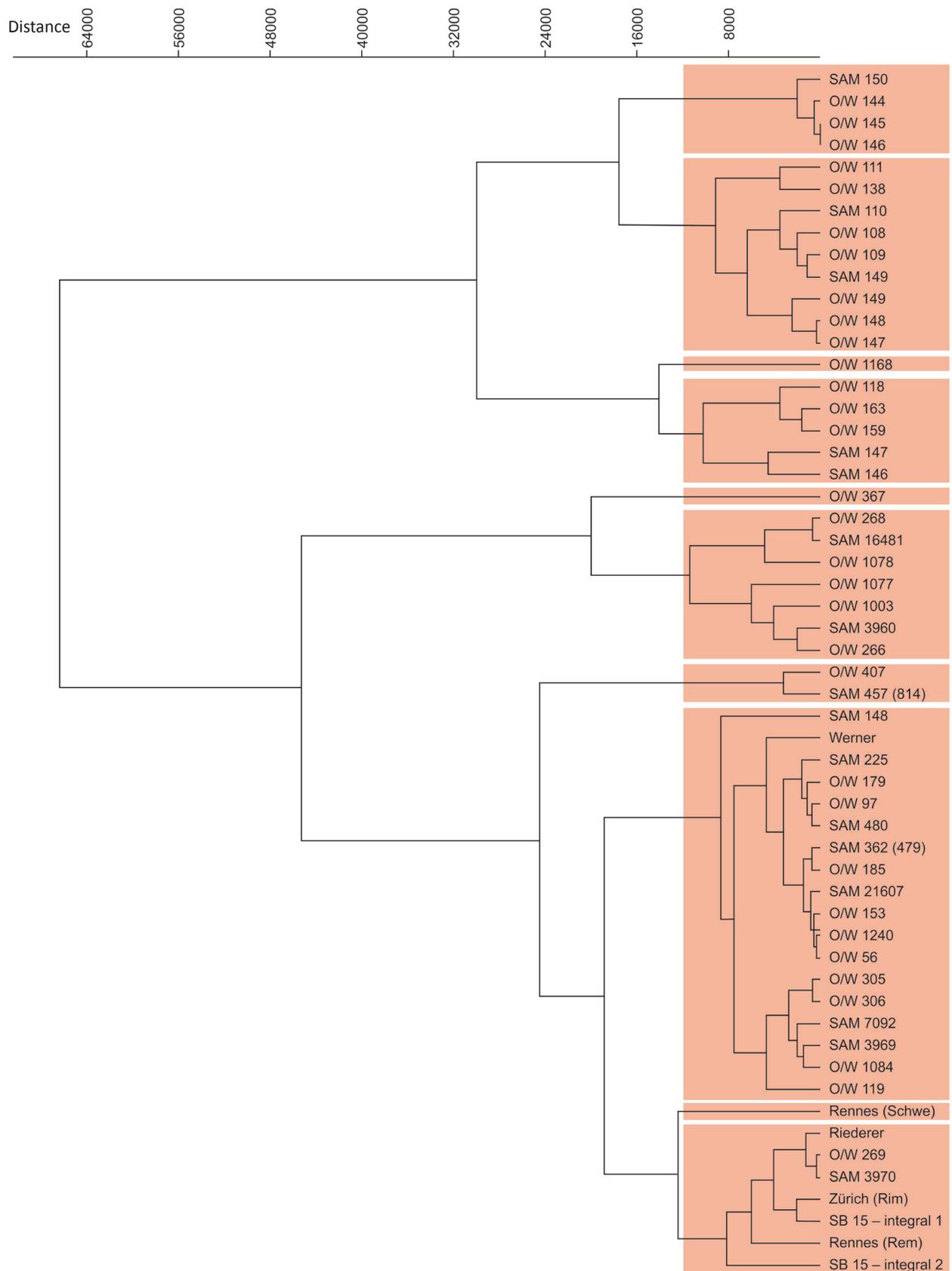


Abb. 8: Dendrogramm der Clusteranalyse (Grafische Umsetzung: Renate Roling).



Abb. 9: Flachbeilklinge aus Arsenkupfer von Remerschen „Moselle“, Luxemburg (Fotos: André Grisse, Grafik: Renate Roling).

Cluster zwar interne Umgruppierungen erfuhren, dass aber die Clusterzahl und die darin vereinigten Probanden mit und ohne die Werte von Schernau exakt gleichblieben. Demzufolge findet das Schernauer Artefakt im vorliegenden Dendrogramm (Abb. 8) Berücksichtigung. Wichtig für die Ermittlung der Zeitstellung der mittels der Clusteranalyse unterschiedenen Materialgruppen ist darüber hinaus eine der Bandspiralen von Niedertiefenbach, Rhein-Lahn-Kreis (SAM 16481), weil das Stück aufgrund seines Fundkontextes in einem Kollektivgrab chronologisch relativ eng auf das späte 4. Jahrtausend eingegrenzt werden kann. Schwieriger gestaltete sich die Abgrenzung der zu clusternden Artefakte zum Jüngeren, der Frühbronzezeit, hin. Stilistische Merkmale, aber auch die Materialzusammensetzung der Artefakte waren dabei ausschlaggebende Gesichtspunkte. Beispielsweise ist eine Doppelaxt vom Typ Zabitz vom „Weinsheimer Zollhaus“ in Worms hier nicht berücksichtigt, weil ihre Spurenelementsignatur eindeutig auf „Singener Kupfer“ mit hohen Werten für die Elemente Arsen, Antimon, Silber und Nickel, und damit Frühbronzezeit, hindeutet.<sup>97</sup> Was die Klinge von Remerschen „Moselle“ betrifft, wird nicht das Ergebnis der Saarbrücker Analyse verwendet, welches ungewöhnlich hohe Arsenwerte ausweist,<sup>98</sup> son-

97 Kibbert 1980, 43 Nr. 15. Metallanalyse O/W 777.

98 Gleser et al. 2007, 102 Tab. 1b.

dern die Messung der Materialzusammensetzung, die von Josef Riederer in Berlin durchgeführt wurde und die moderaten Arsengehalt erkennen lässt.<sup>99</sup>

Die Gruppentrennwerte im Dendrogramm ist so festgelegt, dass 10 Cluster zu unterscheiden sind.<sup>100</sup> Die Wahl der Gruppentrennwertebene erfolgte im Wesentlichen nach zwei Gesichtspunkten: Erstens sollten Doppelanalysen von Artefakten in einem Cluster gemeinsam vorhanden sein, „weil sonst die Aufteilung über das Auflösungsvermögen der Analysemethoden hinausginge“<sup>101</sup>. Konkret liegen im Rahmen der vorliegenden Untersuchung Doppelanalysen für das Flachbeil von Lengfeld-Zipfen (O/W 119; SAM 480), für dasjenige von Steinfurth (O/W 56; SAM 479) und für dasjenige von Erzen (SB 15 integral 1 und 2) vor. Zweitens war die Wahl der Gruppentrennwertebene von der Intention bestimmt, die Analysewerte des Dolches von Schwesange einzeln zu isolieren, da die Spurenelemente dort eine ganz unge-

99 Valotteau et al. 2006, 169 Tab. 5.

100 Die Wahl der Gruppentrennwertebene im Dendrogramm ist ein erster Schritt der Interpretation. In Anbetracht des recht geringen Umfangs der geclusterten Proben und ihrer breiten zeitlichen Streuung führen statistische Methoden zur Festlegung der Gruppentrennwertebene zu unbefriedigenden Ergebnissen.

101 Pernicka 1990, 96 Anm. 51.

wöhnliche, im Datensatz sonst nicht nachweisbare Signatur aufweisen.

## 8.2. Ergebnisse der Clusteranalyse

Die Clusteranalyse führt zu Gruppierungen der Proben nach der Ähnlichkeit des Gehalts ihrer Spurenelemente. Die Cluster lassen sich bestimmten Rohmaterial-Klassen prähistorischen Kupfers<sup>102</sup> zuordnen und sind wie folgt zu beschreiben:

Mit Cluster 8 werden 16 Artefakte aus verschiedenen Sorten von Reinkupfer zusammengefasst. Es handelt sich dabei um schwach silberhaltige Kupferproben, worin Antimon und zusätzlich Arsen enthalten sein können.

Das älteste Artefakt in diesem Cluster ist zweifellos der Pfriem von Schernau, der um 4300 cal. BC in den Boden gekommen sein muss.<sup>103</sup> Das Dreiecks-Flachbeil von Lengfeld-Zipfen (O/W 119 bzw. SAM 480, Abb. 1,1) sowie das Trapez-Flachbeil von Nieder-Ramstadt (SAM 225, Abb. 1,4) und das ihm typologische nahestehende Exemplar von Großheubach (O/W 97, Abb. 1,7) stellen die nächst jüngereren im Cluster erfassten Artefakte dar, die wahrscheinlich zwischen 4200 und 3800 cal. BC entstanden sind. Bei diesen Artefakten dominiert Silber und Antimon als Spurenelemente.<sup>104</sup> Diese Kupfersorte jungneolithischer Zeitstellung wird auch als Nógrádmárcal-Kupfer bezeichnet. Die Herkunft des Materials aus den Westkarpaten (slowakisches Erzgebirge) wird als wahrscheinlich erachtet.<sup>105</sup>

Weitere Artefakte in diesem Cluster, die am Übergang vom Jungneolithikum zum Spätneolithikum bzw. von der Früh- zur Mittelkupferzeit stehen könnten, sind die Flachbeilklingen von Schneppenhausen (O/W 305, Abb. 1,6), Worms (O/W 306, Abb. 1,5) und das Exemplar von Niederschaeffolsheim (SAM 3969, Abb. 1,10), die außer den genannten Elementen zusätzlich nennenswerte Arsengehalte aufweisen. Das Material der Klinge von Niederschaeffolsheim (SAM 3969) ist als „Mondsee-Kupfer“ anzusprechen.<sup>106</sup> Schwach arsenhaltiges Kupfer beginnt sich nach 3800 cal. BC in Mitteleuropa durchzusetzen. Solches Material ist jedenfalls importiert. Es könnte aus dem alpinen Raum, aus Norditalien<sup>107</sup> oder dem Karpaten-Balkan-Gebiet stammen. Andere Artefakte im Cluster 8 zeigen an, dass schwach silberhaltiges Reinkupfer noch im Spät- und im Endneolithikum verarbeitet wurde. Es sind im Cluster 8 nämlich zwei

Vertreter des Typs Erpolzheim vorhanden (Steinfurth [O/W 56 bzw. SAM 479, Abb. 6,11]; Mainz-Mombach [O/W 1084, Abb. 6,12]) sowie mehrere Artefakte zweifellos endneolithischer Zeitstellung, wie eine Spirale aus Kelsterbach (SAM 148, mit deutlichem Bleianteil), eine Doppelaxt von Cochem (O/W 153), eine Hammeraxt von Köttingen (laut Analyse SAM 21607 ein Kupfer fast ohne Spurenelemente) sowie eine Hammeraxt von Eschollbrücken (O/W 185). Das arsenhaltige Kupfer der Beilklinge aus Mainz-Mombach (O/W 1084) ist ebenfalls als „Mondsee-Kupfer“ zu klassifizieren,<sup>108</sup> eine Beobachtung, die Verarbeitung auch solchen Kupfers noch im 3. Jahrtausend nahelegen kann. Zwei weitere Artefakte aus Reinkupfer im Cluster 8 gehören der Gruppe der geschweiften Flachbeile an; sie stammen aus dem Gebiet von Mainz. Das Exemplar SAM 7092 wird von Kurt Kibbert als frühbronzezeitlich angesprochen, das Exemplar O/W 179 von ihm in die Glockenbecherzeit gestellt.<sup>109</sup> Die Zeitstellung eines Gusskuchens aus sehr reinem Kupfer, der im Rhein gefunden wurde (O/W 1240), lässt sich nicht ohne Weiteres angeben.

Die Reinkupferproben des Clusters 8 lassen insgesamt den Schluss zu, dass am Oberrhein vom späten 5. Jahrtausend an bis in das 3. Jahrtausend v. Chr. Kupferartefakte aus Erzen oxidischer Provenienz in Gebrauch waren. Für das 5. und 4. Jahrtausend ist mit Import des Rohmaterials bzw. von Artefakten selbst zu rechnen, wobei mehrere Bezugsregionen in Frage kommen, die im Karpaten-Balkan-Raum zu lokalisieren sind. Für das polymetallische Reinkupfer des Pfriems von Schernau hat nach wie vor die Hypothese einer Herkunft direkt aus dem Balkangebirge in Bulgarien Bestand.<sup>110</sup> Die Reinkupferartefakte des 3. Jahrtausends im Arbeitsgebiet könnten auf Einschmelzen älterer Artefakte (z. B. im Falle des „Mondsee-Kupfers“), aber auch auf neu in Betrieb genommene heimische Erzreviere im Bereich des Mittel- und Oberrheins einen Hinweis geben. Für eine regionale Versorgung mit Erzen kämen Lagerstätten im Bereich des Odenwalds und des Spessarts in Betracht,<sup>111</sup> ohne dass Belege für vorgeschichtlichen Bergbau dort bislang zu erbringen möglich wäre.

Durch die Cluster 5 und 6 sind wenigstens vier Sorten von Arsenkupfer an acht Artefakten erfasst, die alle am Oberrhein verbreitet sind. Allerdings wird „Cluster“ 5 bloß durch eine Probe repräsentiert. Es handelt sich um Material des Griffzungendolches von Mauchenheim (O/W 367), das sich aufgrund seiner deutlichen Vormacht des Elementes Arsen von allen anderen Proben des Arbeitsgebietes klar unterscheidet. Typologisch gehört das Mauchenheimer Artefakt der Glockenbecherkultur an. Solches „Arsenical-only“-Kupfer ist vielfach in Westeuropa nachgewiesen, allerdings ohne eindeutig

102 Zu diesen Klassen vgl. die Übersicht bei Krause 2003, 90 Abb. 40.

103 Vgl. Gleser / Schmitz 2001, 366; Rosenstock et al. 2016, 103.

104 Im Falle der Beilklinge von Großheubach wird diese spezifische Spurenelementensignatur mit Antimon und Silber auch durch die Nachuntersuchung FMZM 0389 bestätigt.

105 Vgl. u. a. Klassen 2000, 105-106 (Dort werden explizit auch die Flachbeile von Lengfeld-Zipfen und Großheubach behandelt); Klassen et al. 2011, 20 mit Tab. 1; Schreiner 2007, 151.

106 Klassen 2000, 135.

107 Vgl. Klassen 2000, 128-129, auch in Bezug auf die Beilklingen von Schneppenhausen und Worms.

108 Klassen 2000, 135.

109 Kibbert 1980, 76 u. 80.

110 Gleser / Schmitz 2001, 373. – Vgl. dazu Höppner et al. 2005, 312; Grimmig 2008, 103; Rosenstock et al. 2016, 103.

111 Vgl. Jockenhövel 1983, 69 mit Abb. 1; Krause 2003, 30 Abb. 7.

Objekt	Analyse	Fundort	Cu	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
<b>Cluster 1</b>														
Perle	SAM 150	Kelsterbach		0	0	0,1	0,07	0,5	1,05	Spur	0	0	Spur	0
Perle	O/W 144	Kelsterbach	98,4	0	Spur	Spur	Spur	0,6	0,9	0	0	0	Spur	0
Perle	O/W 145	Kelsterbach	98,3	0	Spur	Spur	0,05	0,6	0,9	0	0	0	Spur	0
Perle	O/W 146	Kelsterbach	98,3	0	Spur	Spur	0,05	0,6	0,9	0	0	0	Spur	0
<b>Cluster 2</b>														
Doppelaxt	O/W 111	Flonheim	98,6	0	Spur	0	Spur	1,3	0,01	Spur	0	0	0	0
Perle	O/W 138	Kelsterbach	98,3	0	0,09	0	0,4	1,1	Spur	Spur	0	0	0	0
Flachbeil	SAM 110	Groß-Gerau		0	0,07	0	0,09	~1,00	0,06	<0,01	0	0	0	0,3
Perle	O/W 108	Kelsterbach	98,1	0	Spur	0	Spur	0,8	Spur	Spur	0	0	0	0
Perle	O/W 109	Kelsterbach	98,7	0	Spur	0	Spur	1	0,08	Spur	0	0	0	0
Spirale	SAM 149	Kelsterbach		0	0,07	0	0,07	0,9	0,09	Spur	0	0	0	0
Flachbeil	O/W 149	Engers/Neuwied	99,2	0	Spur	0	Spur	0,5	0,12	Spur	0	0	0	0
Doppelaxt	O/W 148	Mainz	98,8	0	0	0	Spur	0,7	0,32	Spur	0	0	Spur	0
Hammeraxt	O/W 147	Eschollbrücken	98,8	0	Spur	0	Spur	0,7	0,3	Spur	0	0	0	0
<b>Cluster 3</b>														
Doppelaxt	O/W 1168	Wiesbaden	97,9	0	0,9	0,15	0,05	1,4	0,4	Spur	0	0	Spur	0
<b>Cluster 4</b>														
Flachbeil	O/W 118	„Rheinhausen“	97,4	0	0,06	0	0,4	2	Spur	Spur	0	0	0	0
Hammeraxt	O/W 163	„Mainz“	97,6	0	0,05	0	0,6	1,6	0,04	Spur	0	0	0	0
Axt	O/W 159	Frankenthal	97,2	Spur	0,08	Spur	0,6	1,8	0,05	Spur	0	0	Spur	Spur
Perle	SAM 147	Kelsterbach		0	0,56	0	0,69	~1,20	0,05	<0,01	0	0	0	0,03
Kl. Ring	SAM 146	Kelsterbach		0	0,15	0,08	1,15	~1,20	0,07	0	0	0	0	0
<b>Cluster 5</b>														
Dolch	O/W 367	Mauchenheim	96,7	Spur	Spur	3	0,05	Spur	0,01	0,03	0	0	0	0
<b>Cluster 6</b>														
Flachbeil	O/W 268	„Rheinhausen“	98,3	Spur	Spur	1,5	Spur	0,02	Spur	Spur	0	0	0	0
Bandspirale	SAM 16481	Niedertiefenbach		Spur	Spur	1,45	0,03	<0,01	0	~0,001	0	Spur	0	+
Flachbeil	O/W 1078	„Rheinhausen“	97,4	Spur	Spur	1,9	0,4	0,05	Spur	0,03	0	0	0	Spur
Doppelaxt	O/W 1077	„Cochern“	98,1	Spur	0,05	1,1	0,5	Spur	Spur	Spur	0,0005	0	0	0
Flachbeil	O/W 1003	„Hessen-Nassau“	98,3	Spur	Spur	1,1	0,1	0,01	0,33	0,006	0	0	0	0
Flachbeil	SAM 3960	Rouffach		0	0	0,73	0	<0,01	0	0	0	0	0	0
Flachbeil	O/W 266	„Rheinpfalz“ „Rhein bei Mainz“	98,8	0	Spur	1	Spur	0,01	Spur	Spur	0	0	0	0
<b>Cluster 7</b>														
Flachbeil	O/W 407	Mainz	97,8	Spur	1,1	0,17	0,4	0,2	Spur	0,18	0	0	0	0
Barren	SAM 457 (814)	Waldhölzbach		0,03	1,18	0,009	0,12	Spur	0	0,001	0	0	0	0
<b>Cluster 8</b>														
Spirale	SAM 148	Kelsterbach		0	0,43	0	0,15	0,06	0,04	<0,01	0	0	0	0,02
Pfriem	Werner	Schernau	99,7	Spur	0	0,03	0,04	0,03	0,01	0,008	0,0007	0	n.a.	0,35
Flachbeil	SAM 225	Nieder-Ramstadt		0,01	0	0	0,1	0,2	0	~0,1	0	0	0	Spur
Flachbeil	O/W 179	Mainz	99,6	Spur	0,08	0	Spur	0,2	Spur	Spur	0	0	0	0
Flachbeil	O/W 97	Großheubach	99,7	0	0	0	Spur	0,16	Spur	Spur	0	0	0	0
Flachbeil	SAM 480	Lengfeld-Zipfen		0	0	0	0,05	0,23	0	<0,01	0	0	0	0
Flachbeil	SAM 362 (479)	Steinfurth		0	0,07	0,005	0,05	0,09	0,04	<0,01	0	0	0	0
Hammeraxt	O/W 185	Eschollbrücken	99,8	0	0,08	0	Spur	0,05	Spur	Spur	0	0	0	0
Hammeraxt	SAM 21607	Köttingen		0	0	0	0	Spur	Spur	0	0	0	0	0
Doppelaxt	O/W 153	Cochern	98,8	0	0	0	0	0,04	0,04	Spur	0	0	Spur	0
Gusskuchen	O/W 1240	Rhein (Mus. Mainz)	99	0	Spur	0	0	0,05	Spur	Spur	0	0	0	Spur
Flachbeil	O/W 56	Steinfurth	99,7	Spur	Spur	0	Spur	0,08	Spur	Spur	0,005	0	0	0
Flachbeil	O/W 305	Schneppenhausen	99,5	Spur	Spur	0,17	Spur	0,12	Spur	Spur	0	0	0	Spur
Flachbeil	O/W 306	Worms ?	99,5	0	Spur	0,17	Spur	0,2	Spur	Spur	0	0	0	0
Flachbeil	SAM 7092	Mainz		0	0	0,11	0,12	0,03	0,08	Spur	0	0	0	Spur
Flachbeil	SAM 3969	Niederschaeffolsheim		0	0	0,25	0,02	0,035	Sp	<0,001	0	0	+	0
Flachbeil	O/W 1084	Mainz-Mombach	99,3	Spur	0,01	0,25	0,2	0,09	Spur	Spur	0,0008	0	Spur	0
Flachbeil	O/W 119	Lengfeld-Zipfen	99,2	0	0	0	0,4	0,2	Spur	0,04	0	0	0	0
<b>Cluster 9</b>														
Dolch	Rennes (Schwe)	Schwebsange	98	<0,013	<0,074	0,397	0,94	0,146	0,037	<0,013	n.b.	0,391	<0,015	0,032
<b>Cluster 10</b>														
Flachbeil	Riederer	Remerschen „Moselle“	99,43	<0,25	<0,04	0,52	<0,05	0,06	<0,01	<0,025	n.b.	0,004	<0,01	<0,01
Flachbeil	O/W 269	„Rheinhausen“	99,3	Spur	Spur	0,5	0	0,01	Spur	Spur	0,0003	0	0	Spur
Flachbeil	SAM 3970	Leutenheim (Hagenauer Forst) „Koenigsbruck“		0	0	0,47	0,01	0,01	Sp	<0,001	0	0	+	0
Flachbeil	Zürich (Rim)	Rimling		0,0001	0,0032	0,4421	0,1041	0,0684	0,1731	0,0103	0,0004	0,0004	0,0002	0,0012
Flachbeil	SB 15 – integral 1	Ernzen	98,46	0	0,06	0,47	0	0	0,71	0	0,01	0	0	0
Flachbeil	Rennes (Rem)	Remerschen „Ile“	95,6	<0,013	0,209	0,473	0,11	0,084	0,221	0,016	n.b.	0,416	<0,015	0,021
Flachbeil	SB 15 – integral 2	Ernzen	98,99	0	0	0,49	0	0,02	0,4	0	0	0	0	0,1

Tabelle 1: Rohdaten zur chemischen Zusammensetzung der untersuchten Kupferartefakte. Die Tabelle ist nach den Ergebnissen der Clusteranalyse geordnet (O/W = Otto und Witter; SAM = Studien zu den Anfängen der Metallurgie). Signifikant erscheinende Elementkonzentrationen sind rot markiert.

abgrenzbaren kulturellen Kontext.<sup>112</sup> Bei Artefakten aus Gräbern der östlichen Glockenbecher-Kultur kommt die Kupfersorte gelegentlich vor.<sup>113</sup> Irenäus Matuschik hat die Zusammensetzung der Materialprobe des Mauchenheimer Dolches im Rahmen seiner Analyse von Glockenbecher-Kupfer in der Zone nordwärts der Alpen als selten herausstellen können; er bezeichnet das Kupfer als Materialgruppe E.<sup>114</sup> Die Herkunft des Materials aus West- bzw. Südwesteuropa ist wahrscheinlich, zumal das Artefakt selbst einen Typ repräsentiert, der auch in Westeuropa bekannt geworden ist. Manche frühbronzezeitlichen Materialproben der Region am Oberrhein weisen ebenfalls eine ganz ähnliche Spurenelementsignatur mit hohen Arsenwerten auf, so eine Nadel von Worms „Adlerberg“, eine Stabdolch Klinge von Bad Homburg und einer der Dolche aus dem Depot von Gaubickelheim.<sup>115</sup>

Im Cluster 6 sind mehrere Kupferproben zusammengefasst, die als charakteristisches „Mondsee-Kupfer“ zu bezeichnen sind, dessen ostalpine Provenienz in der Literatur bislang vielfach hervorgehoben wurde, die aber jetzt in Frage steht, weil südosteuropäische Herkunft möglich erscheint.<sup>116</sup> „Mondsee-Kupfer“ ist insbesondere für die Trapez-Beilklinge der Form Nieder-Ramstadt aus Rouffach im Elsass (SAM 3960, Abb. 1,9), für die Rechteck-Beilklinge des Typs Vinča aus der „Rheinpfalz“ (O/W 266, Abb. 3,9), für ein Exemplar eines Rechteck-Beils der Form Bygholm aus „Rheinhausen“ (O/W 268, Abb. 3,3) und für eine Bandspirale aus dem Kollektivgrab von Niedertiefenbach, Rhein-Lahn-Kreis (SAM 16481) nachgewiesen.<sup>117</sup> Alle diese Artefakte sind in das 4. bzw. an den Beginn des 3. Jahrtausends zu datieren. Die im Cluster 6 ebenfalls enthaltene Probe der geschweiften Beilklinge aus „Hessen-Nassau“ (O/W 1003), die nach Kurt Kibbert in die Spätkupferzeit datiert,<sup>118</sup> entspricht aufgrund ihres deutlich erhöhten Nickelanteils dagegen nicht mehr den Spurenelementsignaturen des „Mondsee-Kupfers“.<sup>119</sup> Das Kupfer wird als „holländisches Glockenbecher-Kupfer“ angesprochen.<sup>120</sup> Die Spurenelementgehalte der Proben von zwei weiteren Artefakten im Cluster 6 liegen ebenfalls außerhalb des Spektrums von „Mondsee-Kupfer“: Eine

Beilklinge der Form Bygholm aus „Rheinhausen“ (O/W 1078, Abb. 3,2) und die spätkupferzeitliche Doppelaxt aus Cochem (O/W 1077) weisen Antimon in Anteilen auf, die jene des „Mondsee-Kupfers“ übersteigen. Alle drei letztgenannten Artefakte deuten auf die Verhüttung von Fahlerzen hin.

Die Cluster 1, 2 und 4 versammeln verschiedene Sorten von Antimonkupfer, welche erhebliche Silber- und Nickelanteile enthalten, aber kein Arsen oder nur geringste Mengen dieses Elements aufweisen. Blei ist in fast allen Proben merklich vorhanden. Alle Artefakte, es sind 18 an der Zahl, datieren in das 3. Jahrtausend v. Chr. und sind im Bereich des Oberrheins nachgewiesen. Cluster 1 umfasst vier Perlen aus dem Ensemble von Kelsterbach. Hier ist Nickel das Element mit dem höchsten Gewichtsanteil der Spurenelemente, es folgt Silber. Antimon ist nur moderat vertreten. Dieses Kupfer hat Rüdiger Krause Metallsorte IVc angesprochen.<sup>121</sup> Bei jenen Proben, die in Cluster 2 vereinigt sind, hat Silber die deutliche Vormacht. Hier erscheinen außer Artefakten aus Kelsterbach auch die Doppelaxte von Flonheim (O/W 111) und Mainz (O/W 148) sowie eine der Hammeraxte von Eschollbrücken (O/W 147). Es sind dort auch zwei Trapez-Flachbeile des Typs Bygholm aus Groß-Gerau (SAM 110, Abb. 3,6) und aus dem Rhein zwischen Engers und Neuwied (O/W 149, Abb. 3,5)<sup>122</sup> vertreten. Typologisch ist die Klinge aus Groß-Gerau aufgrund ihres hexagonalen Querschnitts eindeutig in das Endneolithikum zu stellen.<sup>123</sup> Beide Flachbeilklingen sind erkennbar aus jener Kupfersorte gefertigt, die auch für Artefakte aus Kelsterbach Verwendung gefunden hat. Die Proben des Clusters 4 unterscheiden sich von jenen des Clusters 2 dadurch, dass Silber durchschnittlich noch höhere Anteile aufweist, gefolgt von Antimon, dessen Anteile jene des Nickels deutlich übersteigen. Bei den Proben der Cluster 2 und 4 handelt es sich um Metallsorte IVb nach Rüdiger Krause.<sup>124</sup>

Demzufolge wird erneut deutlich, dass Antimonkupfer am Oberrhein ein endneolithisches Phänomen darstellt, welches auf Verhüttung von Fahlerzen basiert. Es besteht darin ein klarer Unterschied zu den Rein- und Arsenkupfersorten der Früh- und Mittelkupferzeit. Technologisch handelt es sich beim Endneolithikum am Oberrhein um eine Periode, die erkennbar zur frühbronzezeitlichen Metallurgie überleitet. Das Kupfer der Perlen, Ringe und Spiralen aus Kelsterbach wurde im „Analyse-Stammbaum“ des SAM-Projektes insbesondere den Materialgruppen B1 und F2 zugeordnet,<sup>125</sup> wobei die Autoren damals im Zusammenhang mit Materialgruppe B1 auf deren Häufung in Südfrankreich verwiesen haben.<sup>126</sup> Dass Fahlerze im 3. Jahrtausend verarbeitet

112 Zum sog. „Arsenic-only metal“ vgl. Needham 2002, 107-109 mit Fig. 5.

113 Vgl. Bertemes / Šebela 1998, 235 Tab. III (z. B. SAM 19923).

114 Matuschik 2004, 294 Abb. 9.

115 Vgl. O/W 365, O/W 325, SAM 21842.

116 Vgl. Frank / Pernicka 2012, 131-132. – Zur chemischen Charakteristik des „Mondsee-Kupfers“ vgl. Klassen 2000, 222 Abb. 100-102; Frank / Pernicka 2012, 123 Fig. 5.5.

117 Vgl. Klassen 2000, 158. – Aus Arsenkupfer besteht auch die Doppelaxt vom Typ Zabitz von Kottenheim, Kr. Mayen-Koblenz (Kibbert 1980, 42 Nr. 9), allerdings mit dem für die späte Kupferzeit typischen erhöhten Bleianteil (SAM 22151).

118 Kibbert 1980, 80 Nr. 68.

119 Vgl. die Zusammenstellung bei Klassen 2000, 222 Abb. 100-102.

120 Butler / Van der Waals 1966, 51. 77. 101 mit Anm. 1; Kibbert 1980, 80.

121 Krause 2003, 90 Abb. 40.

122 Vgl. dazu auch die Ergebnisse einer Nachuntersuchung unter der Analyse-Nummer SAM 22150 (Engers/Neuwied).

123 Vgl. Klassen 2000, 126.

124 Krause 2003, 90 Abb. 4.

125 Junghans et al. 1960, 151.

126 Junghans et al. 1960, 78-79 mit Taf. 34 unten.

Analyse	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe	Cu	Objekt	Fundort
<b>Cluster 1</b>														
SAM 150	50	10	1000	700	5000	10500	20	1	10	50	10		Perle	Kelsterbach
O/W 144	50	20	20	20	6000	9000	10	1	10	50	10	98,4	Perle	Kelsterbach
O/W 145	50	20	20	500	6000	9000	10	1	10	50	10	98,3	Perle	Kelsterbach
O/W 146	50	20	20	500	6000	9000	10	1	10	50	10	98,3	Perle	Kelsterbach
<b>Cluster 2</b>														
O/W 111	50	20	10	20	13000	100	20	1	10	20	10	98,6	Doppelaxt	Flonheim
O/W 138	50	900	10	4000	11000	20	20	1	10	20	10	98,3	Perle	Kelsterbach
SAM 110	50	700	10	900	10000	600	50	1	10	20	3000		Flachbeil	Groß-Gerau
O/W 108	50	20	10	20	8000	20	20	1	10	20	10	98,1	Perle	Kelsterbach
O/W 109	50	20	10	20	10000	800	20	1	10	20	10	98,7	Perle	Kelsterbach
SAM 149	50	700	10	700	9000	900	20	1	10	20	10		Spirale	Kelsterbach
O/W 149	50	20	10	20	5000	1200	20	1	10	20	10	99,2	Flachbeil	Engers/Neuwied
O/W 148	50	10	10	20	7000	3200	20	1	10	50	10	98,8	Doppelaxt	Mainz
O/W 147	50	20	10	20	7000	3000	20	1	10	20	10	98,8	Hammeraxt	Eschollbrücken
<b>Cluster 3</b>														
O/W 1168	50	9000	1500	500	14000	4000	20	1	10	50	10	97,9	Doppelaxt	Wiesbaden
<b>Cluster 4</b>														
O/W 118	50	600	10	4000	20000	20	20	1	10	20	10	97,4	Flachbeil	„Rhein Hessen“
O/W 163	50	500	10	6000	16000	400	20	1	10	20	10	97,6	Hammeraxt	„Mainz“
O/W 159	100	800	20	6000	18000	500	20	1	10	50	20	97,2	Axt	Frankenthal
SAM 147	50	5600	10	6900	12000	500	50	1	10	20	300		Perle	Kelsterbach
SAM 146	50	1500	800	11500	12000	700	10	1	10	20	10		Kl. Ring	Kelsterbach
<b>Cluster 5</b>														
O/W 367	100	20	30000	500	20	100	300	1	10	20	10	96,7	Dolch	Mauchenheim
<b>Cluster 6</b>														
O/W 268	100	20	15000	20	200	20	20	1	10	20	10	98,3	Flachbeil	„Rhein Hessen“
SAM 16481	100	20	14500	300	50	10	10	1	20	20	200		Bandspirale	Niedertiefenbach
O/W 1078	100	20	19000	4000	500	20	300	1	10	20	20	97,4	Flachbeil	„Rhein Hessen“
O/W 1077	100	500	11000	5000	20	20	20	5	10	20	10	98,1	Doppelaxt	„Cochem“
O/W 1003	100	20	11000	1000	100	3300	60	1	10	20	10	98,3	Flachbeil	Hessen-Nassau
SAM 3960	10	10	7300	10	50	10	10	1	10	20	10		Flachbeil	Rouffach
O/W 266	50	20	10000	20	100	20	20	1	10	20	10	98,8	Flachbeil	Bei Mainz
<b>Cluster 7</b>														
O/W 407	100	11000	1700	4000	2000	20	1800	1	10	20	10	97,8	Flachbeil	Mainz
SAM 457 (814)	300	11800	90	1200	20	10	10	1	10	20	10		Barren	Waldhölzbach
<b>Cluster 8</b>														
SAM 148	50	4300	10	1500	600	400	50	1	10	20	200		Spirale	Kelsterbach
Werner	100	10	300	400	300	100	80	7	10	20	3500	~99,70	Pfriem	Schernau
SAM 225	100	10	10	1000	2000	10	1000	1	10	20	20		Flachbeil	Nieder-Ramstadt
O/W 179	100	800	10	20	2000	20	20	1	10	20	10	99,6	Flachbeil	Mainz
O/W 97	50	10	10	20	1600	20	20	1	10	20	10	99,7	Flachbeil	Großheubach
SAM 480	50	10	10	500	2300	10	50	1	10	20	10		Flachbeil	Lengfeld-Zipfen
SAM 362 (479)	50	700	50	500	900	400	50	1	10	20	10		Flachbeil	Steinfurth
O/W 185	50	800	10	20	500	20	20	1	10	20	10	99,8	Hammeraxt	Eschollbrücken
SAM 21607	50	10	10	10	20	20	10	1	10	20	10		Hammeraxt	Köttingen
O/W 153	50	10	10	10	400	400	20	1	10	50	10	98,8	Doppelaxt	Cochem
O/W 1240	50	20	10	10	500	20	20	1	10	20	20	99	Gußkuchen	Rhein (Mus. Mainz)*
O/W 56	100	20	10	20	800	20	20	50	10	20	10	99,7	Flachbeil	Steinfurth
O/W 305	100	20	1700	20	1200	20	20	1	10	20	20	99,5	Flachbeil	Schneppenhausen
O/W 306	50	20	1700	20	2000	20	20	1	10	20	10	99,5	Flachbeil	Worms ?
SAM 7092	50	10	1100	1200	300	800	20	1	10	20	20		Flachbeil	Mainz
SAM 3969	10	10	2500	200	350	20	5	1	10	80	10		Flachbeil	Niederschaeffolsheim
O/W 1084	100	100	2500	2000	900	20	20	8	10	50	10	99,3	Flachbeil	Mainz-Mombach
O/W 119	50	10	10	4000	2000	20	400	1	10	20	10	99,2	Flachbeil	Lengfeld-Zipfen
<b>Cluster 9</b>														
Rennes (Schwe)	65	370	3970	9400	1460	370	65	1	3910	75	320	98	Dolch	Schwebsange
<b>Cluster 10</b>														
Riederer	1250	200	5200	250	600	50	125	1	40	50	50	99,43	Flachbeil	Remerschen "Moselle"
O/W 269	100	20	5000	10	100	20	20	3	10	20	20	99,3	Flachbeil	„Rhein Hessen“
SAM 3970	10	10	4700	100	100	20	5	1	10	80	10		Flachbeil	Leutenheim; Hagenauer Forst "Koenigsbruck"
Zürich (Rim)	1	32	4421	1041	684	1731	103	4	4	2	12		Flachbeil	Rimling
SB 15 - integral 1	10	600	4700	10	10	7100	10	100	10	20	10	98,46	Flachbeil	Ernzen
Rennes (Rem)	65	2090	4730	1100	840	2210	160	1	4160	75	210	95,6	Flachbeil	Remerschen "Ile"
SB 15 - integral 2	10	10	4900	10	200	4000	10	1	10	20	1000	98,99	Flachbeil	Ernzen

Tabelle 2: Die überarbeiteten, im Rahmen der Clusteranalyse gerechneten Datensätze mit Angabe der Elementkonzentrationen in ppm.

wurden, ist seit Langem sichere Erkenntnis.<sup>127</sup> Für die Kultur mit Schnurkeramik sind Artefakte aus silber- und nickelhaltigem Antimonkupfer als charakteristisch zu bezeichnen.<sup>128</sup> Ob es sich im Falle des Kupfers am Oberrhein um Importmaterial handelt oder um die Produkte regional ausgebeuteter Lagerstätten, bleibt nach wie vor offen. Allerdings gibt die Massierung solcher Artefakte am Oberrhein im 3. Jahrtausend bei dieser Frage zu denken. Die Arbeitshypothese eines Abbaus von Erzen in der Mittelgebirgszone aufgrund der Elementkombination Silber-Nickel-Antimon und des hohen Silberanteils<sup>129</sup> sollte bestehen bleiben.

In den Clustern 3 und 7 werden Kupferartefakte mit deutlichem Gehalt oder sogar Vormacht des Elementes Blei erfasst. Es handelt sich um insgesamt bloß drei Artefakte. Die eigenständige Gruppierung dieser Blei enthaltenden Artefakte im Rahmen der multivariaten statistischen Analyse wird der Tatsache verdankt, dass in vorliegender Untersuchung alle Nebenelemente außer Zinn als Clustervariablen zur Anwendung gekommen sind. Die Stücke datieren wahrscheinlich in die Spätkupferzeit bzw. in das Endneolithikum. Diese Aussage leitet sich alleine schon aus der gerade erwähnten Beobachtung ab, dass in Proben zahlreicher endneolithischer Artefakte des Arbeitsgebietes, insbesondere aber an solchen aus dem Fundkomplex von Kelsterbach, erhöhte Bleigehalte zu beobachten sind. Das Bruchstück einer Doppelaxt aus der Gegend von Wiesbaden im Cluster 3 (O/W 1168) steht im Datensatz mit Berechtigung vereinzelt dar. Außer Blei enthält die Probe auch Arsen, Antimon, Nickel und Silber, letzteres mit deutlicher Vormacht. Es handelt sich wahrscheinlich um Metallsorte Ie nach Rüdiger Krause, die zur Klasse der Fahlerzmetalle mit Nickel zu zählen ist.<sup>130</sup> Das Artefakt wird, wie alle Doppeläxte des Typs Zabitz, von Kurt Kibbert in die Spätkupferzeit datiert.<sup>131</sup>

Im Unterschied dazu ist in den beiden Artefakten des Clusters 7 Blei sogar das Spurenelement mit dem höchsten Gewichtsprozentanteil, gefolgt von Antimon. Auch dabei handelt es sich um Fahlerzmetall, diesmal ohne Nickel.<sup>132</sup> Das schmale Rechteck-Beil aus Mainz (O/W 407, Abb. 3,11) hat Kurt Kibbert in die Spätkupferzeit gestellt.<sup>133</sup> Eigens verdient an dieser Stelle die Tatsache besondere Beachtung, dass in der Region an Saar und Mosel mit dem „Spangenbarren“ von Losheim-Waldhölzbach, Kr. Merzig-Wadern (SAM 457 bzw. 814) ein Artefakt bekannt geworden ist, das hinsichtlich der Bleivormacht dem Artefakt aus Mainz nahesteht und dass dadurch dieser Barren vielleicht ebenfalls in die Spätkupferzeit gestellt werden kann. Das Stück ist 22 cm lang und 2,5 cm breit. Es wurde 1953 „Im Lachen-

wald“ bei Ausschachtungsarbeiten der Baugrube für ein Wohnhaus gefunden.<sup>134</sup> Das Artefakt von Waldhölzbach hat in der regionalen Forschung bislang kaum Aufsehen erregt.<sup>135</sup> Es könnte aber aufgrund seiner hier durch die Spurenelementanalyse näher auf das Endneolithikum bzw. die Spätkupferzeit einzugrenzenden Zeitstellung als Hinweis auch auf regionalen Rohmaterialtransport in dieser Periode zu werten sein. Bei dieser Interpretation ist allerdings zu bedenken, dass spätbronzezeitliche Artefakte, nicht nur in der Region an Saar und Mosel, ebenfalls Kupfer mit Vormacht des Elementes Blei aufweisen können. Allerdings liegt der Anteil an Spurenelementen dort durchschnittlich wesentlich höher als in den hier betrachteten Artefakten.<sup>136</sup> Es erscheint lohnenswert, das Bleikupfer der Saar-Mosel-Region diachron näher zu erforschen.

Für den Saar-Mosel-Raum sind die Cluster 9 und 10 von vorrangigem Interesse, da annähernd alle dort versammelten Artefakte aus dieser Region stammen. Im Cluster 10 sind Artefakte verschiedener Sorten Arsenkupfers vereinigt, die, grob unterschieden, zwei Gruppierungen erkennen lassen. Die Messergebnisse stammen aus sechs verschiedenen Laboren und wurden mit unterschiedlichen Methoden herbeigeführt. Das allen Proben gemeinsame und das Ergebnis der Clusteranalyse bestimmende Merkmal ist der Arsengehalt, der jeweils bei ca. 0,5 Gewichtsprozent ausgewiesen ist.

In eine erste Gruppe des Clusters 10 fallen die Probe einer Flachbeilklinge des Typs Bygholm aus Rheinhessen (O/W 269, Abb. 3,1) und diejenige eines kleinen Flachbeils aus dem Hagenauer Forst (Leutenheim „Koenigsbruck“) im Elsass (SAM 3970, Abb. 6,4), das typologisch schwierig einzuordnen ist, weil es offenbar in einer offenen Form gegossen wurde.<sup>137</sup> Beide Artefakte weisen erhöhte Werte nur des Elementes Arsen auf und repräsentieren somit „Mondsee-Kupfer“. Diese Feststellung könnte für die dort vertretene Klinge aus der Mosel bei Remerschen in Luxemburg<sup>138</sup> ebenfalls gelten (Abb. 6,7 und Abb. 9), ein für die regionale Archäologie relevantes Ergebnis der vorliegenden Clusteranalyse. Es erscheint insofern plausibel, als die Beilklinge aus Mainz-

127 Vgl. insbesondere Krause 2003, 153-157.

128 Vgl. die tabellarische Zusammenstellung z. B. bei Bertemes / Šebela 1998, 234 Tab. II.

129 Otto / Witter 1952, 45; Jockenhövel 1983, 69.

130 Krause 2003, 90 Abb. 40.

131 Kibbert 1980, 49-51.

132 Vgl. Krause 2003, 90 Abb. 40: Klasse II.

133 Kibbert 1980, 74.

134 Das Artefakt wird von Alfons Kolling im Katalog seiner Dissertation über die späte Bronzezeit an Saar und Mosel aufgeführt (Kolling 1968, 196 Kat.-Nr. 119 mit Taf. 43,1), aber nicht bei der Kartierung spätbronzezeitlicher Depotfunde zwischen Maas und Mittelrhein berücksichtigt (vgl. Kolling 1968, 115 Abb. 3). – Damals stand Kolling nur die im Band SAM I (Junghans et al. 1960, 124) publizierte Metallanalyse zur Verfügung als er schrieb: „Die Metallanalyse ergab: Zinn 0,032; Blei 1,18; Arsen 4,1 %; Rest Kupfer“. Die in der hier vorliegenden Clusteranalyse berücksichtigten Gehalte der Elemente Arsen, Antimon und Bismut verdanken sich Nachuntersuchungen, vgl. Junghans et al. 1974, 363.

135 Vgl. allerdings Bachmann et al. 2003, Katalog-Nr. 25 mit Abb. 10 B.

136 Véber 2009, 110-111 mit Annexe 12-1 bis 12-3. Vgl. Schwab 2014, 150 mit Anm. 13.

137 Vgl. Michler 2013, 26 Nr. 1.

138 Zu dem Stück s. Valotteau et al. 2006, 166 Fig. 3; 169 Tab. 5.

Mombach (O/W 1084, Abb. 6,12), die, wie das Exemplar von Remerschen „Moselle“, dem regional verbreiteten Typ Erpolzheim angehört, ebenfalls aus „Mondsee-Kupfer“ gefertigt zu sein scheint. Solche Festlegung ist aber durchaus unsicher, weil der erhöhte Zinkgehalt in der Probe des Beils aus der Mosel bei Remerschen bei dieser Problematik zweifellos zu berücksichtigen ist.

Weitere drei Artefakte im Cluster 10 setzen sich von den gerade Genannten dadurch ab, dass außer Arsen das Element Nickel mit etwa 0,2 bis 0,7 Gewichtsprozent in Erscheinung tritt. In dieser zweiten Gruppe sind die Klinge des Typs Altheim von Ernzen in Rheinland-Pfalz (Abb. 6,3), für welche die Ergebnisse von zwei Saarbrücker Messvorgängen in die Clusteranalyse eingeflossen sind,<sup>139</sup> die Klinge Typ Maurach von Rimling in Lothringen (Abb. 6,5)<sup>140</sup> und die Klinge Typ Erpolzheim von Remerschen „Ile“<sup>141</sup> in Luxemburg vertreten. Im letztgenannten Artefakt erscheint der Anteil an Zink außergewöhnlich hoch. Der hohe Zinkgehalt verbindet dieses Artefakt mit einem weiteren aus Luxemburg, der Dolchklinge von Schwesange. Im vorliegenden Datensatz steht das Material dieses Artefaktes alleine da, weil der Antimongehalt darin die Gehalte der übrigen Elemente, insbesondere Arsen, Silber und Nickel deutlich übertrifft (Cluster 9). Allerdings lassen sich Verbindungen zu den Proben im Cluster 7 aufzeigen: Sieht man von den Gehalten des Elementes Blei ab, so ist Antimon dort ebenfalls das Element (unter den gemessenen) mit dem höchsten Gewichtsanteil.

Für die Archäologie des Saar-Mosel-Raums sind die Proben der Cluster 7 und 9 sowie die zweite Gruppe des Clusters 10 gewiss von besonderem Interesse, wobei die Herkunft des Rohmaterials dafür weiterer Forschungen bedarf. Die geringe Probenzahl verbietet verallgemeinernde Schlussfolgerungen. In den Analyseergebnissen Rüdiger Krauses finden die hier vorgelegten Spurenelementsignaturen jedenfalls keinen konkret interpretierbaren Niederschlag. Kupfer mit erhöhtem Arsen- und Nickelanteil (Cluster 10) wird üblicherweise als „ostalpinen Kupfer“ angesprochen,<sup>142</sup> allerdings gehören die Proben, worauf die Definition dieser Kupfersorte basiert, der jüngeren Früh- bzw. der Mittelbronzezeit an.<sup>143</sup> Diese Tatsache steht aber klar im Widerspruch zur Zeitstellung der hier behandelten Artefakte. Ein Blick nach Frankreich bzw. Westeuropa führt bei dieser Problematik weiter: Die Spurenelementsignaturen von Flachbeilklingen in Frankreich, die aufgrund ihrer scharfen Nackenausbildung gut mit dem Typ Erpolzheim vergleichbar sind und auch chronologisch in diesen Rahmen passen würden, zeigen ebenfalls Arsenkupfer, allerdings, in absteigender Reihenfolge, mit erhöhten Anteilen von Antimon, Silber

und Nickel.<sup>144</sup> Besser mit den Kupferproben des Clusters 10 scheinen die sog. Palmela-Spitzen und Griffzungendolche der Glockenbecher-Kultur vergleichbar zu sein: dort deutet sich für das 3. Jahrtausend tatsächlich eine Dominanz von Arsenkupfer mit Nickel als quantitativ zweitwichtigster Komponente an.<sup>145</sup> Mehrere Autoren haben westeuropäisches Arsenkupfer, dessen nächst höchste Verunreinigung Nickel darstellt, als „Glockenbecher-Kupfer“ bzw. „BB-metal“ angesprochen,<sup>146</sup> obwohl das Material durchaus nicht für Glockenbecher-Artefakte in Nordwesteuropa allein kennzeichnend ist. Dieser Kupfersorte gehört im vorliegenden Datensatz, wie oben bereits ausgeführt, auch die geschweifte Beilklinge aus „Hessen-Nassau“ (O/W 1003) im Cluster 6 an, die aber offenbar einen höheren Arsengehalt als die Proben im Cluster 10 aufweist.

Demzufolge hat die frühe Metallurgie des 3. Jahrtausends v. Chr. in der Saar-Mosel-Region Impulse aus dem Westen bzw. Südwesten<sup>147</sup> empfangen und vielleicht wurde sie von dort aus sogar vermittelt. Man hat offenbar westeuropäisches „Glockenbecher-Kupfer“ verarbeitet, allerdings zur Fertigung von Objekten, die tatsächlich nicht typisch für die Glockenbecher-Kultur sind, nämlich Beilklingen. Diese sind nach verschiedenen Vorlagen hergestellt worden, wobei einerseits die Bezüge nach Süddeutschland weisen (Typ Altheim, Typ Maurach), andererseits in Richtung Frankreich (Typ Erpolzheim) gehen.

## 9. Ergebnisse der Untersuchung und Diskussion (Abb. 10)

Am Oberrhein wird der allgemeine Trend jung- bis endneolithischen metallurgischen Wissens seit dem 5. Jahrtausend erkennbar. Fertigprodukte und Rohmetall wurden im Jungneolithikum zunächst anscheinend aus dem westlichen Karpatenraum (Nógrádmárcal), dann aus der Ostalpenregion bzw. der Balkanhalbinsel („Mondsee-Kupfer“) importiert. Am Oberrhein setzt extractive Metallurgie mit Abbau regional vorhandener Erze vermutlich zur Zeit der endneolithischen bzw. spätkupferzeitlichen Kultur mit Schnurkeramik (ca. 2800-2500 cal. BC) ein. Dafür könnten Artefakte aus Reinkupfer dieser Zeitstellung sprechen (Cluster 8), vermutlich auch solche, die aus Antimonkupfer bestehen und aus Fahlerzen gewonnen wurden (Cluster 1, 2 und 4). Der Glockenbecher-Dolch von Mauchenheim steht einzeln da; er scheint aus westeuropäischem Importmaterial,

139 Siehe Kibbert 1980, 69 Nr. 37A; Gleser et al. 2007, 102 mit Tab. 2.

140 Siehe Schmit et al. 2008, 66 Fig. 1 mit Tab. 1.

141 Siehe Valotteau et al. 2006, 165 Fig. 2 mit Tab. 2. – Zur typologischen Zuordnung: Kibbert 1980, 71 mit Anm. 5.

142 Vgl. Krause 2003, 90 Abb. 40: Metallsorte Ib.

143 Vgl. dazu Matuschik 2004, 295 Abb. 10: Cluster 79-10.

144 Briard / Roussot-Larroque 2002, 154 Fig. 10 und 157 Fig. 12; Roussot-Larroque 2005, 165 Fig. 1 und 169 Fig. 3.

145 Briard / Roussot-Larroque 2002, 143-148 mit Fig. 4-5. 152-155 mit Fig. 6 u. 9; Roussot-Larroque 2005, 168 Fig. 2 und 169 Fig. 3.

146 Das Kupfer wurde zuerst von Butler / Van der Waals 1966, 96 mit Tab. 1 und Fig. 29 als „Dutch Bell Beaker metal“ angesprochen; vgl. neuerdings z. B. Needham 2002, 110-112 mit Fig. 1 (Verbreitung) und Fig. 6-7.

147 Vgl. dazu die Zusammenstellung von Materialgruppen bei Sangmeister 2005, 21 Fig. 1 (die Gruppen 64, 67, 68, 69) und die Kartenbilder dazu.

PERIODE	OBERRHEIN	SAAR-MOSEL-REGION
Späte Kupferzeit/ Endneolithikum ca. 2800 – 2200 v. Chr.	Artefakte aus Reinkupfer Mondseekupfer (westeuropäisches) Arsenkupfer Antimonkupfer (regionaler Erzabbau?)	Artefakte aus Arsen-Nickel- Kupfer (westeuropäisches „Glockenbecherkupfer“)
Mittlere Kupferzeit/ Spätneolithikum ca. 3500 – 2800 v. Chr.	Nógrádmárcal- und Arsenkupfer-Artefakte (Importe, Mondseekupfer)	—
Frühe Kupferzeit/ Jungneolithikum ab ca. 4000 v. Chr.	Reinkupfer-Artefakte (Importe, Nógrádmárcal-Kupfer) Arsenkupfer-Artefakte (Importe, Mondseekupfer)	(Kirf)

Abb. 10: Vergleichende Tabelle zur Entwicklung der kupferzeitlichen Metallurgie am Oberrhein und in der Saar-Mosel-Region (Grafik: Renate Roling).

Kupfer mit Vormacht des Arsens, zu bestehen. Im Trierer Land ist mit der spitznackigen Beilklinge von Kirf ein Artefakt möglicherweise jungneolithischer Zeitstellung bekannt geworden, bei dem es sich um einen Import handeln dürfte. An Saar und Mosel ist allerdings die Verwendung von Kupferartefakten überhaupt erst für das 3. Jahrtausend in einiger Anzahl gesichert nachweisbar. Diese Artefakte zeigen eine spezifische Zusammensetzung der Spurenelemente, die nicht direkt mit Artefakten der Schnurkeramik bzw. der Glockenbecher-Kultur des Oberrheins zu verbinden sind. Es handelt sich um moderat arsenhaltiges Kupfer mit Spuren von Nickel, das sulfidischen Lagerstätten entstammen muss. Ein Artefakt, die Beilklinge aus der Mosel bei Remerschen, besteht aus Arsenkupfer, das dem Typ Mondsee nahesteht, was bedeutet, dass das Rohmaterial dafür aus östlicher Richtung den Weg an die Mosel gefunden haben könnte. Das Arsen-Nickel-Kupfer eröffnet dagegen Vergleichsmöglichkeiten zu Artefakten, welche in Frankreich und in den Niederlanden bekannt geworden sind. Dass im 3. Jahrtausend v. Chr. regional eigenständige Metallurgie mit Erzabbau betrieben wurde, ist anhand der bislang vorliegenden Daten eher in Zweifel zu ziehen. Der Barren von Waldhölzbach, für den im vorliegenden Beitrag endneolithische Zeitstellung vorgeschlagen wird, lässt den Gedanken einer Ausbeutung von Kupfererzen in der Region dennoch aufkommen.<sup>148</sup> Der Dolch von Schwesange in Luxemburg stellt mit der Vormacht des Antimons und wegen seines hohen Zinkgehalts metallurgisch ein Unikat dar.

In der Saar-Mosel-Region und am Oberrhein sind vielerorts Kupferlagerstätten bekannt, von denen manche in historischer Zeit genutzt wurden, doch ist eine prähistorische Ausbeutung bislang nicht nachgewiesen.

148 Für Waldhölzbach sind Kupfererz-Vorkommen in Vergesellschaftung mit Bleiglanz dokumentiert (Kolling 1968, 22).

Leicht verfügbar sind u. a. Vorkommen oxidischer Erze wie Kupferlasur und Malachit im Buntsandstein und weitere Vererzungen im Bereich der permischen Magmatite des Rotliegenden.<sup>149</sup> Für die römische Zeit oder spätere Perioden sind Bergbauaktivitäten auf Kupfererze beispielsweise am Donnersberg-Massiv, im Birkenfelder Revier (Fischbach an der Nahe), im saarländisch-lothringischen Warndt-Revier (Wallerfangen, Falck, St. Avold) und bei Beckingen-Düppenweiler, bei Kordel-Butzweiler im Trierer Land, bei Bleialf in der Eifel und bei Stolzenbourg in den luxemburgischen Ardennen bezeugt.<sup>150</sup> Über Abbau von Erzen bereits in der späten Bronzezeit ist im Zusammenhang mit den Vorkommen bei Wallerfangen gelegentlich spekuliert worden.<sup>151</sup> Die bleiisotopische Charakterisierung der genannten Lagerstätten im Kombination mit entsprechenden Untersuchungen an prähistorischen Kupfer- und Bronzeartefakten der näheren und weiteren Umfeldes stellen ein dringendes Desiderat dar.

Erste Ergebnisse zur frühen Metallurgie der Region an Saar und Mosel gewinnen Konturen, zugleich zeigt die vorliegende Arbeit Probleme des bislang erreichten Forschungsstandes auf. Bei zukünftigen Forschungen wird es notwendig sein:

1. Weitere Analysen zur Materialzusammensetzung von Artefakten durchzuführen.
2. Bleiisotopen-Untersuchungen zur Lagerstätten-Charakteristik in Gang zu setzen.

149 Vgl. Schneider 1991, 141-142.

150 Vgl. u. a. Kolling 1968, 22 (detaillierte Auflistung zahlreicher weiterer Lokalitäten); Jockenhövel / Wolf 1991, 538-543; Valotteau et al. 2006, 171 Anm. 6; Véber 2009, 10-13 mit Karte Fig. 2.

151 Schindler 1968, 78-88 mit Abb. 24; vgl. die Karte zu den in der Bronzezeit nutzbaren Erzvorkommen in Frankreich bei Brun et al. 2010, 202 Fig. 1.

3. Montanarchäologische Forschungen zur Lokalisierung prähistorischer Lagerstätten in der Region anzustrengen.
4. Ergebnisse paläometallurgischer und bleiisotopischer Analysen an Buntmetallartefakten der Kupferzeit zu jenen der Bronze-<sup>152</sup> und Eisenzeit<sup>153</sup> diachron in Beziehung zu setzen.

### Zusammenfassung

Im Beitrag geht es um die Auswertung der Formentypen der Klasse der Flachbeile, deren Verbreitung und, in Kombination dazu, um die Klassifikation von Spurenelementanalysen. Die Daten aus den forschungsgeschichtlich bedeutsamen Metallanalyse-Projekten (Otto und Witter; SAM) können auch für die Region an Rhein, Mosel und Saar dazu eingesetzt werden, kupferzeitliche Tauschbeziehungen des 5. bis 3. Jahrtausends cal. BC aufzuzeigen und den regionalen Beginn von Kupfergewinnung bzw. -verarbeitung aufzuhellen. Es wird ein diachrones Bild der Ausbreitung metallurgischen Wissens im Untersuchungsraum gezeichnet. Kupfer wurde westlich Rheins deutlich später erstmals verwendet als östlich dieses Flusses. Das Oberrheingebiet weist in der frühen und mittleren Kupferzeit deutliche Beziehungen zum östlichen Mitteleuropa auf, während die frühen Metallfunde an Mosel und Saar, was im vorliegenden Beitrag erstmals aufgezeigt werden kann, Beziehungen nach Westeuropa erkennen lassen. In der späten Kupferzeit dürfte am Oberrhein regional eigenständig Kupfermetallurgie betrieben worden sein. In der Saar-Mosel-Region gibt es dafür noch keine eindeutigen Hinweise.

### Resumé

Dans cet article, il est question de la répartition des types de formes de la famille des haches plates, de leur répartition géographique et, en complément, de la classification des analyses d'éléments-traces. On peut faire appel aux données des projets d'analyses de métaux, très importants pour l'histoire de la recherche (Otto et Witter; SAM), aussi pour la région Rhin-Moselle-Sarre afin de montrer les relations d'échanges à l'âge du Cuivre, aux <sup>v<sup>e</sup>-iii<sup>e</sup></sup> millénaires avant notre ère, et pour éclaircir la question du début de l'exploitation du cuivre et de sa transformation dans cette région. Une vision diachronique de l'extension des savoirs métallurgiques dans la zone d'étude est esquissée. Le cuivre est formellement employé pour la première fois plus tard à l'ouest du Rhin qu'à l'est. La région du Rhin supérieur a des relations clairement établies à l'âge du Cuivre ancien et moyen avec l'est de l'Europe centrale tandis qu'à la même période, les objets métalliques anciens à proximité de la Moselle et de la Sarre sont les témoins de contacts avec l'Europe de l'Ouest, ce qui peut être montré pour la première fois dans cet article. A l'âge du Cuivre récent, la métallurgie du cuivre est susceptible d'avoir été déve-

loppée localement dans la région du Rhin supérieur de façon autonome. Pour la région Rhin-Sarre-Moselle, il n'existe pas encore d'indications formelles. (Traduction Anne Wilmouth).

### Abstract

The paper deals with the evaluation of the types of shapes within the category of the flat axes, their distribution, and, in combination, the classification of trace element analyses. The data from the significant metal analysis projects (Otto and Witter; SAM) in terms of the history of research can also be applied for the region around the rivers Rhine, Moselle and Saar to illustrate Copper Age exchange relationships of the 5th to the 3rd millennia BC and to illuminate the regional beginning of copper exploitation resp. processing. A diachronic picture of the spread of metallurgical knowledge in the research area is drawn. Copper was employed considerably later west of the Rhine than east of this river. The Upper Rhine region exhibits distinct relations to eastern Central Europe in the early and middle Copper Age, whereas the early metal finds at the rivers Moselle and Saar display relations to western Europe, which can be ascertained for the first time in the present paper. In the late Copper Age of the Upper Rhine region, copper metallurgy was probably pursued regionally independently. In the Saar-Moselle region, no such evidence has been found until today. (Translation Valeska Becker).

### Literatur

- Bachmann et al. 2003 = H.-G. Bachmann / A. Jockenhövel / U. Spichal / G. Wolf, Zur bronzezeitlichen Metallversorgung im mittleren Westdeutschland: Von der Lagerstätte zum Endprodukt. Berichte der Kommission für Archäologische Landesforschung in Hessen 7, 2002/2003 (2003) 67–120.
- Behn 1938 = F. Behn, Ein Grabfund der Steinkupferzeit von Kelsterbach, Starkenburg. Germania 22, 1938, 77–78.
- Bertemes / Šebela 1998 = F. Bertemes / L. Šebela, Quelques aspects de la métallurgie du Chalcolithique récent et le début de l'Âge du Bronze ancien en Autriche, Bohême et Moravie. In: C. Mordant / M. Pernot / V. Rychner (Éds.), L'Atelier du bronzier en Europe du XX<sup>e</sup> au VIII<sup>e</sup> siècle avant notre ère. Actes du colloque international «Bronze'96» Neuchâtel et Dijon 1996, Tome II (session Dijon) (Paris 1998) 227–239.
- Blouet / Guillaume 1984 = V. Blouet / Ch. Guillaume, Le Michelsberg en Lorraine. Revue Archéologique de Picardie 1, 1984, 125–132.
- Blouet et al. 1996 = V. Blouet / M.-P. Koenig / J. Vanmœrkerke, L'Âge du Bronze ancien en Lorraine. In: C. Mordant / O. Gaiffe (Éds.), Cultures et Sociétés du Bronze Ancien en Europe. 117<sup>e</sup> Congrès national des sociétés historiques et scientifiques Clermont-Ferrand, 27-29 octobre 1992, section Pré- et Protohistoire (Paris 1996) 403–457.
- Briard / Roussot-Larroque 2002 = J. Briard / J. Roussot-Larroque, Les débuts de la métallurgie dans la France Atlantique. In: M. Bartelheim / E. Pernicka / R. Krause (Hrsg.), Die Anfänge der Metallurgie in der Alten

152 Jockenhövel / Wolf 1991; Véber 2009.

153 Schwab 2014.

- Welt. Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft 1 (Rahden/Westf. 2002) 135–160.
- Brun et al. 2010 = P. Brun / L. Aubry / C. Galinand / F. Pennors / P. Ruby, Elite and prestige goods during the Early and Middle Bronze Age in France. In: H. Meller / F. Bertemes (Hrsg.), *Der Griff nach den Sternen. Wie Europas Eliten zu Macht und Reichtum kamen*. Internationales Symposium in Halle (Saale) 16.-21. Februar 2005. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 5 (Halle / Saale 2010) 199–206.
- Butler / Van der Waals 1966 = J.J. Butler / J.D. Van der Waals, Bell Beakers and Early Metal-working in the Netherlands. *Palaeohistoria* 12, 1966, 41–139.
- D’Amico et al. 2006 = C. D’Amico / R. Jacobs / F. Le Brun-Ricalens / H. Löhr / S. Rick, Einige weitere Steinbeilklingen aus „Jade“ aus dem Saarland, dem nördlichsten Lothringen, Luxemburg und dem Trierer Land. *Bulletin de la Société Préhistorique Luxembourgeoise* 25, 2003 (2006) 115–161.
- Denaire / Croutsch 2010 = A. Denaire / C. Croutsch, Du Campaniforme à la fin du Bronze ancien en Alsace: essai de synthèse chronologique. In: C. Jeunesse / A. Denaire (dir.), *Du Néolithique final au Bronze ancien dans le Nord-Est de la France. Actualité de la recherche. Actes de la table ronde internationale de Strasbourg organisée par l’UMR 7044 du CNRS, Strasbourg 2009* (Zimmersheim 2010) 165–186.
- Dzbyński 2008 = A. Dzbyński, Von Seeberg bis Kelsterbach: ein Beitrag zur Bedeutung des Kupfers im Äneolithikum und in der Bronzezeit Europas. *Prähistorische Zeitschrift* 83, 2008, 36–44.
- Frank / Pernicka 2012 = C. Frank / E. Pernicka, Copper artefacts of the Mondsee group and their possible sources. In: M. S. Midgley / J. Sanders (Eds.), *Lake Dwellings after Robert Munro. Proceedings from the Munro International Seminar „The Lake Dwellings of Europe“, 22nd and 23rd October 2010, University of Edinburgh* (Leiden 2012) 113–138.
- Fritsch 1998 = T. Fritsch, Studien zur vorurnenfelderzeitlichen Besiedlung des Saar-Mosel-Raumes. *Saarbrücker Beiträge zur Altertumskunde* 67 (Bonn 1998).
- Fritsch 2007 = T. Fritsch, Le Néolithique de la Sarre. État de la question. *Archaeologia Mosellana* 7, 2007, 39–51.
- Gebers 1984 = W. Gebers, *Das Endneolithikum im Mittelrheingebiet. Typologische und chronologische Studien*. Saarbrücker Beiträge zur Altertumskunde 27 (Bonn 1984).
- Gleser 2012 = R. Gleser, Zeitskalen, stilistische Tendenzen und Regionalität des 5. Jahrtausends in den Altsiedellandschaften zwischen Mosel und Morava. In: R. Gleser / V. Becker (Hrsg.), *Mitteleuropa im 5. Jahrtausend vor Christus. Beiträge zur Internationalen Konferenz in Münster 2010. Neolithikum und ältere Metallzeiten. Studien und Materialien 1* (Münster 2012) 35–103.
- Gleser 2015 = R. Gleser, Ein Technologiesprung - Frühes Metall. Wissen, Funktion und Symbol. In: Thomas Otten et al. (Hrsg.), *Revolution Jungsteinzeit. Begleitkatalog Landesausstellung Nordrhein-Westfalen. Schriften zur Bodendenkmalpflege in Nordrhein-Westfalen* 11,1 (Darmstadt 2015) 250–259.
- Gleser et al. 2007 = R. Gleser / A. Grisse / M. Marx, Daten zur kupfer- und bronzezeitlichen Metallurgie im Saar-Mosel-Raum. In: R. Gleser (Hrsg.), *Zwischen Mosel und Morava – Neue Grabungen und Forschungen zur Vor- und Frühgeschichte Mitteleuropas. Saarbrücker Studien und Materialien zur Altertumskunde* 11 (Bonn 2007) 97–125.
- Gleser / Schmitz 2001 = R. Gleser / A. Schmitz, Schernau und Varna. Überlegungen zur Herkunft des ältesten Metalls in Süddeutschland. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 31, 2001, 365–376.
- Grimmig 2008 = N. Grimmig, Die Herkunft frühen Kupfers. Ein Überblick unter besonderer Berücksichtigung Süddeutschlands und Mitteldeutschlands. In: F. Falkenstein / S. Schade-Lindig / A. Zeeb-Lanz (Hrsg.), *Kumpf, Klotte, Pfeilschaftglätter. Zwei Leben für die Archäologie. Gedenkschrift für Annemarie Häußler und Helmut Spatz. Internationale Archäologie – Studia honoraria* 27 (Rahden/Westf. 2008) 103–108.
- Guillaume 1978 = C. Guillaume, La grotte sépulcrale néolithique des “Rochers de la Frasse” à Novéant-sur-Moselle (Moselle). *Revue Archéologique de l’Est et du Centre-Est* 24, 1978, 219–256.
- Höppner et al. 2005 = B. Höppner / M. Bartelheim / M. Huijmans / R. Krauss / K.-P. Kramer / E. Pernicka / R. Schwab, Prehistoric copper production in the Inn Valley (Austria) and the earliest copper in Central Europe. *Archaeometry* 47, 2005, 293–315.
- Jeunesse / Denaire 2010 = C. Jeunesse / A. Denaire, Catalogue des sites cordés, campaniformes et Bronze ancien du Sud de la Plaine du Rhin supérieur. In: C. Jeunesse / A. Denaire (dir.), *Du Néolithique final au Bronze ancien dans le Nord-Est de la France. Actualité de la recherche. Actes de la table ronde internationale de Strasbourg organisée par l’UMR 7044 du CNRS, Strasbourg 2009* (Zimmersheim 2010) 187–198.
- Jockenhövel 1983 = A. Jockenhövel, Kupferlagerstätten und prähistorische Metallverarbeitung in Nordhessen. Zum Stand der Forschung. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 13, 1983, 65–73.
- Jockenhövel / Wolf 1991 = A. Jockenhövel / G. Wolf, Paläometallurgische Untersuchungen zur Bronze- und Eisenzeit im Gebiet zwischen Mosel und Werra. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums* 35, 1988 (1991) 536–550.
- Junghans et al. 1960 = S. Junghans / E. Sangmeister / M. Schröder, Metallanalysen kupferzeitlicher und frühbronzezeitlicher Bodenfunde aus Europa. *Studien zu den Anfängen der Metallurgie 1* (Berlin 1960).
- Junghans et al. 1968 = S. Junghans / E. Sangmeister / M. Schröder, Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas. Die Materialgruppen beim Stand von 12000 Analysen. *Studien zu den Anfängen der Metallurgie* 2,1-3 (Berlin 1968).
- Junghans et al. 1974 = S. Junghans / E. Sangmeister / M. Schröder, Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas. Katalog der Analysen Nr. 10041 bis 22000 (mit Nachuntersuchungen der Analysen Nr. 1 bis 10040). *Studien zu den Anfängen der Metallurgie* 2,4 (Berlin 1974).
- Kibbert 1980 = K. Kibbert, Die Äxte und Beile im mittleren Westdeutschland. I. *Prähistorische Bronzefunde* IX, 10 (München 1980).
- Klassen 2000 = L. Klassen, Frühes Kupfer im Norden. Untersuchungen zu Chronologie, Herkunft und Bedeutung der Kupferfunde der Nordgruppe der Trichterbecherkultur. *Jutland Archaeological Society* 36 (Moesgård 2000).

- Klassen et al. 2011 = L. Klassen / M. Dobeš / P. Pétrequin, Dreieckige Kupferflachbeile aus Mitteldeutschland und Böhmen. Zum kulturgeschichtlichen Hintergrund einer bemerkenswerten Fundgruppe. *Alt-Thüringen* 41, 2008/2009 (2011) 7–35.
- Köhne 2007 = R. Köhne, Kieselschiefer und Kupfererze als vorgeschichtliche Werkstoffbasen im Sauerland. In: H. Heineberg (Hrsg.), *Westfalen Regional. Aktuelle Themen, Wissenswertes und Medien über die Region Westfalen-Lippe*. Festgabe für Prof. Dr. Klaus Temnitz zum 65. Geburtstag. *Siedlung und Landschaft in Westfalen* 35 (Münster 2007) 146–147.
- König 2015 = P. König, Das Kupferflachbeil von St. Ilgen – das älteste Metallartefakt des Neckarmündungsgebiets. *Kurpfälzisches Museum der Stadt Heidelberg* Nr. 358 (Heidelberg 2015).
- Köster 1965/66 = C. Köster, Beiträge zum Endneolithikum und zur Frühen Bronzezeit am nördlichen Oberrhein. *Prähistorische Zeitschrift* 43/44, 1965/66, 2–95.
- Kolling 1968 = A. Kolling, Späte Bronzezeit an Saar und Mosel. *Saarbrücker Beiträge zur Altertumskunde* 6 (Bonn 1968).
- Krause 2003 = R. Krause, Studien zur kupfer- und frühbronzezeitlichen Metallurgie zwischen Karpatenbecken und Ostsee. *Vorgeschichtliche Forschungen* 24 (Rahden/Westf. 2003).
- Lefebvre 2010 = A. Lefebvre, Les sépultures du Néolithique final / Bronze ancien en Lorraine: vers l'émergence de nouvelles problématiques. In: C. Jeunesse / A. Denaire (dir.), *Du Néolithique final au Bronze ancien dans le Nord-Est de la France. Actualité de la recherche. Actes de la table ronde internationale de Strasbourg organisée par l'UMR 7044 du CNRS, Strasbourg 2009* (Zimmersheim 2010) 103–118.
- Lichardus 1991 = J. Lichardus, Die Kupferzeit als historische Epoche. Ein forschungsgeschichtlicher Überblick. In: J. Lichardus (Hrsg.), *Die Kupferzeit als historische Epoche. Symposium Saarbrücken und Otzenhausen* 6. – 13.11.1988. *Saarbrücker Beiträge zur Altertumskunde* 55 (Bonn 1991) 13–32.
- Lüning 1973 = J. Lüning, Der älteste Kupferfund im süddeutschen Raum. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 3, 1973, 15–22.
- Lüning 1996 = J. Lüning, Erneute Gedanken zur Benennung der neolithischen Perioden. *Germania* 1996, 74, 1996, 233–237.
- Lutz et al. 2007 = J. Lutz / I. Matuschik / E. Pernicka / K. Rassmann, Die frühesten Metallfunde in Mecklenburg-Vorpommern im Lichte neuer Metallanalysen. Vom Endmesolithikum bis zur frühen Bronzezeit. *Jahrbuch der Bodendenkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern* 45, 1997, 41–67.
- Maran 2008 = J. Maran, Zur Datierung und Deutung der Kupferäxte vom Typ Eschollbrücken. In: F. Falkenstein / S. Schade-Lindig / A. Zeeb-Lanz (Hrsg.), *Kumpf, Kalotte, Pfeilschaftglätter. Zwei Leben für die Archäologie. Gedenkschrift für Annemarie Häußer und Helmut Spatz*. *Internationale Archäologie, Studia honoraria* 27 (Rahden/Westf. 2008) 173–187.
- Matuschik 2004 = I. Matuschik, Kupfer der Glockenbecherkultur im Nordalpengebiet. Zur endneolithischen Kupfergewinnung in den nordöstlichen Alpen. In: G. Weisgerber / G. Goldenberg (Hrsg.), *Alpenkupfer / Ramedelle Alpi*. *Internat. Konferenz Innsbruck 1995. Der Anschnitt Beiheft* 17 (Bochum 2004) 285–302.
- Matuschik 2016 = I. Matuschik (mit einem Beitrag von S. Merkel), Neufunde von Gusstiegeln aus Sipplingen am Bodensee. Ein Beitrag zum Einsetzen der «Gusstiegelmetallurgie» im nördlichen Alpenvorland und zur Frage nach der Herkunft des genutzten Kupfers. In: G. Körlin / M. Prange / T. Stöllner / Ü. Yalçın (Hrsg.), *From Bright Ores to Shiny Metals. Festschrift für Andreas Hauptmann on the Occasion of 40 Years Research in Archaeometallurgy and Archaeometry*. *Der Anschnitt, Beiheft* 29 (Bochum 2016) 49–68.
- Matuschik et al. 2016 = I. Matuschik / M. Merkl / C. Strahm, Von großer Tragweite. Neuer Werkstoff Kupfer. In: *4.000 Jahre Pfahlbauten. Begleitband zur Großen Landesausstellung Baden-Württemberg 2016* (Ostfildern 2016) 379–383.
- Mehmen 1998 = B. Mehmen, Frühes Metall im nordrheinischen Mittelgebirgsraum. In: B. Hänsel (Hrsg.), *Mensch und Umwelt in der Bronzezeit Europas. Abschlußtagung der Kampagne des Europarates: Die Bronzezeit: Das Erste Goldene Zeitalter Europas, an der Freien Universität Berlin* 17.-19. März 1997 (Kiel 1998) 267–269.
- Merkl 2013 = M. Merkl, Alles abgekupfert? Die Zeit der frühen Metallurgie in Südwestdeutschland. *Porträt Archäologie* 4 (Esslingen 2013).
- Michler 2013 = M. Michler, Les haches du Chalcolithique et de l'Âge du Bronze en Alsace. *Prähistorische Bronzefunde* IX, 26 (Stuttgart 2013).
- Müller-Karpe 1974 = H. Müller-Karpe, Zur kupferzeitlichen Kultur in Hessen. *Fundberichte aus Hessen* 14, 1974 (1975) 215–226.
- Needham 2002 = S. Needham, Analytical implications for Beaker metallurgy in North-West Europe. In: M. Bartelheim / E. Pernicka / R. Krause (Hrsg.), *Die Anfänge der Metallurgie in der Alten Welt. Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft* 1 (Rahden/Westf. 2002) 99–133.
- O'Brien 2015 = W. O'Brien, *Prehistoric Copper Mining in Europe* (Oxford 2015).
- Otto / Witter 1952 = H. Otto / W. Witter, *Handbuch der ältesten vorgeschichtlichen Metallurgie in Mitteleuropa* (Leipzig 1952).
- Pászthory / Mayer 1998 = K. Pászthory / E. F. Mayer, Die Äxte und Beile in Bayern. *Prähistorische Bronzefunde* IX, 20 (Stuttgart 1998).
- Pernicka 1990 = E. Pernicka, Gewinnung und Verbreitung der Metalle in prähistorischer Zeit. *Jahrbuch des Römisch Germanischen Zentralmuseums* 37, 1990, 21–129.
- Pétrequin et al. 2010 = P. Pétrequin / S. Cassen / L. Klassen, Zwischen Atlantik und Schwarzem Meer. Die großen Beile aus alpinem Jadeit im 5. und 4. Jt. v. Chr. In: *Badisches Landesmuseum Karlsruhe* (Hrsg.), *Jungsteinzeit im Umbruch. Die „Michelsberger Kultur“ und Mitteleuropa vor 6000 Jahren. Katalog zur Ausstellung im Badischen Landesmuseum Karlsruhe* (Karlsruhe 2010) 191–197.
- Rosenstock et al. 2016 = E. Rosenstock / S. Scharl / W. Schier, Ex oriente lux? – Ein Diskussionsbeitrag zur Stellung der frühen Kupfermetallurgie Südosteuropas. In: M. Bartelheim / B. Horejs / R. Krauss (Hrsg.), *Von Baden bis Troia. Ressourcennutzung, Metallurgie und Wissenstransfer. Eine Jubiläumsschrift für Ernst Pernicka*. *Oriental and European Archaeology* 3 (Rahden/Westf. 2016) 59–122.

- Roussot-Larroque 2005 = J. Roussot-Larroque, Première métallurgie du Sud-Ouest Atlantique de la France. In: P. Ambert / J. Vaquer (dir.), La première métallurgie en France et dans les pays limitrophes. Actes du colloque international Carcassonne 28-30 septembre 2002. Société Préhistorique Française Mémoire 37 (Cabrières 2005) 159–174.
- Salanova / Heyd 2007 = L. Salanova / V. Heyd, Du collectif à l'individu, de la région à l'Europe. Le IIIe millénaire avant J.-C. entre le Bassin parisien et la vallée rhénane. *Archaeologia Mosellana* 7, 2007, 469–493.
- Sangmeister 2005 = E. Sangmeister, Les débuts de la métallurgie dans le sud-ouest de l'Europe: l'apport de l'étude des analyses métallographiques. In: P. Ambert / J. Vaquer (dir.), La première métallurgie en France et dans les pays limitrophes. Actes du colloque international Carcassonne 28-30 septembre 2002. Société Préhistorique Française Mémoire 37 (Cabrières 2005) 19–25.
- Sattler 2016 = A. Sattler, Zwei neu entdeckte Kupferflachbeile aus Nordhessen. Frühe Metallfunde des Jungneolithikums von Calden-Fürstenwald und Baunatal-Großenritte, Landkreis Kassel. *Hessen-Archäologie* 2015 (2016) 38–39.
- Schier 2010 = W. Schier, Jungneolithikum und Kupferzeit in Mitteleuropa (4500-2800 v. Chr.). In: Badisches Landesmuseum Karlsruhe (Hrsg.), Jungsteinzeit im Umbruch. Die „Michelsberger Kultur“ und Mitteleuropa vor 6000 Jahren. Katalog zur Ausstellung im Badischen Landesmuseum Schloss Karlsruhe 20. 11. 2010–15. 5. 2011 (Karlsruhe 2010) 26–36.
- Schier 2014 = W. Schier, The Copper Age in Southeast Europe – historical epoch or typo-chronological construct? In: W. Schier / F. Draşovean (Eds.), The Neolithic and Eneolithic in Southeast Europe. New approaches to dating and cultural dynamics in the 6th to 4th millennium BC. *Prähistorische Archäologie in Südosteuropa* 28 (Rahden/Westf. 2014) 419–435.
- Schindler 1968 = R. Schindler, Studien zum vorgeschichtlichen Siedlungs- und Befestigungswesen des Saarlandes (Trier 1968).
- Schmit et al. 2008 = S. Schmit / F. Valotteau / M. Wörle, Lame de hache plate en cuivre de Rimling- „Kohlhecke“ (département de la Moselle, France). *Bulletin de la Société Préhistorique Luxembourgeoise* 30, 2008, 63–72.
- Schneider 1991 = R. Schneider, Saarland. Sammlung geologischer Führer 84 (Berlin, Stuttgart 1991).
- Schreiner 2007 = M. Schreiner, Erzlagerstätten im Hronal, Slowakei. Genese und prähistorische Nutzung. Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft (Rahden/Westf. 2007).
- Schwab 2014 = R. Schwab, Eisenzeitliche Kupferlegierungen und Kupfermetallurgie zwischen Alpen und Eifel. In: S. Hornung (Hrsg.), Produktion – Distribution – Ökonomie. Siedlungs- und Wirtschaftsmuster der Latènezeit. Akten des internationalen Kolloquiums in Otzenhausen, 28.-30. Oktober 2011. *Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie* 258 (Bonn 2014) 149–162.
- Schwarzberg 2016 = H. Schwarzberg, Neues zu jungneolithischen Kupferbeilen aus Oberbayern. *Bayerische Vorgeschichtsblätter* 81, 2016, 7–18.
- Sperber 1995 = L. Sperber, Die Vorgeschichte. Katalog des Historischen Museums der Pfalz Speyer (Speyer 1995).
- Sprater 1928 = F. Sprater, Die Urgeschichte der Pfalz. Veröffentlichung der Pfälzischen Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften 5 (2. Auflage, Speyer 1928).
- Strahm 1994 = C. Strahm, Die Anfänge der Metallurgie in Mitteleuropa. *Helvetica Archaeologica* 25, Heft 97, 1994, 2–39.
- Strahm 2010 = C. Strahm, Kupfer: Prestige, Netzwerke. Ein neuer Werkstoff, der Geschichte schreibt. In: Badisches Landesmuseum Karlsruhe (Hrsg.), Jungsteinzeit im Umbruch. Die „Michelsberger Kultur“ und Mitteleuropa vor 6000 Jahren. Katalog zur Ausstellung im Badischen Landesmuseum Schloss Karlsruhe 20. 11. 2010–15. 5. 2011 (Karlsruhe 2010) 179–190.
- Tarrête / Le Roux 2008 = J. Tarrête / C.-T. Le Roux (Coord.), Archéologie de la France. Le Néolithique (Paris 2008).
- Turck 2010 = R. Turck, Die Metalle des Jungneolithikums in Mitteleuropa. Eine sozialarchäologische Untersuchung. *Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie* 185 (Bonn 2010).
- Turck 2011 = R. Turck, Über die Grenzen hinweg? Zur symbolischen Bedeutung von Äxten, Beilen und Kupfer im mitteleuropäischen Jungneolithikum. In: T. Doppler / B. Ramminger / D. Schimmelpfennig (Hrsg.), Grenzen und Grensräume? Beispiele aus Neolithikum und Bronzezeit. Fokus Jungsteinzeit. *Berichte der AG Neolithikum* 2 (Kerpen-Loogh 2011) 141–154.
- Valotteau et al. 2006 = F. Valotteau / F. Le Brun-Ricalens / J.-R. Bourhis / G. Querré / L. Legrain, Contribution à l'étude des premiers outils métalliques du territoire luxembourgeois. *Bulletin de la Société Préhistorique Luxembourgeoise* 25, 2003 (2006) 163–173.
- Valotteau / Weber 2011 = F. Valotteau / P. Weber, Lame de hache plate en cuivre de Wallendorf- « Langenberg » (commune d'Irrel, Landkreis Bitburg-Prüm, Allemagne). *Bulletin de la Société Préhistorique Luxembourgeoise* 33, 2011, 41–44.
- Véber 2009 = C. Véber, Métallurgie des dépôts de bronzes à la fin de L'Age du Bronze final (IX<sup>e</sup>-VIII<sup>e</sup> av. J.-C.) dans le domaine Sarre-Lorraine. Essai de caractérisation d'une production bronzière au travers des études techniques: formage et analyses élémentaires. *BAR International Series* 2024 (Oxford 2009).
- Wiermann 2004 = R. R. Wiermann, Die Becherkulturen in Hessen. Glockenbecher – Schnurkeramik – Riesenbecher. *Freiburger Archäologische Studien* 4 (Rahden/Westf. 2004).
- Zalai-Gaál 2012 = I. Zalai-Gaál, Frühkupferzeitliche Elemente in den Bestattungssitten der Lengyel-Kultur in Transdanubien. In: R. Gleser / V. Becker (Hrsg.), Mitteleuropa im 5. Jahrtausend vor Christus. Beiträge zur Internationalen Konferenz in Münster 2010. Neolithikum und ältere Metallzeiten. *Studien und Materialien* 1 (Münster 2012) 495–508.

Prof. Dr. Ralf Gleser  
Abteilung für Ur- und Frühgeschichtliche Archäologie  
im Historischen Seminar  
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster  
Robert-Koch-Str. 29  
48149 Münster  
r.gleser@t-online.de