

# Frühe Eisentechnologie in der Ägäis: case study Ionien

Marek Verčák

## ABSTRACT

Iron is one of the most significant metal commodities and its discovery had a decisive impact on the development of human history. From the first millennium BC on, iron virtually permeated all spheres of ancient life, either as a material for weapons and tools or as a currency. The introduction of the iron technology in Greece in the Early Iron Age has traditionally been seen as coming from eastern Anatolia through Cyprus and Crete, whereas Ionia does not appear in these assumptions. This interpretation, however, neglects the significance of this region as a historical bridge between the Anatolia and the Aegean, even though according to the written sources, the Greeks – and the Ionians in particular (e.g. Glaucus of Chios) – were well conscious of the highly developed metallurgy of the neighbouring regions of Phrygia and Lydia. It is therefore the main aim of this paper to revisit the traditional view on the spread of the knowledge of iron technology based on new findings from Ionia. Moreover, using this evidence the further development of this technological knowledge in the Aegean, including technical skills as well as specific social context, will be analysed in more detail to provide fresh insights into the discussion, whether the iron technology was fully developed at the end of the geometric period or there were further innovations in the course of archaic period.

## KEYWORDS

Aegean; Geometric Period; Archaic Period; Iron; Technology; Material studies; social anthropology.

## EINLEITUNG

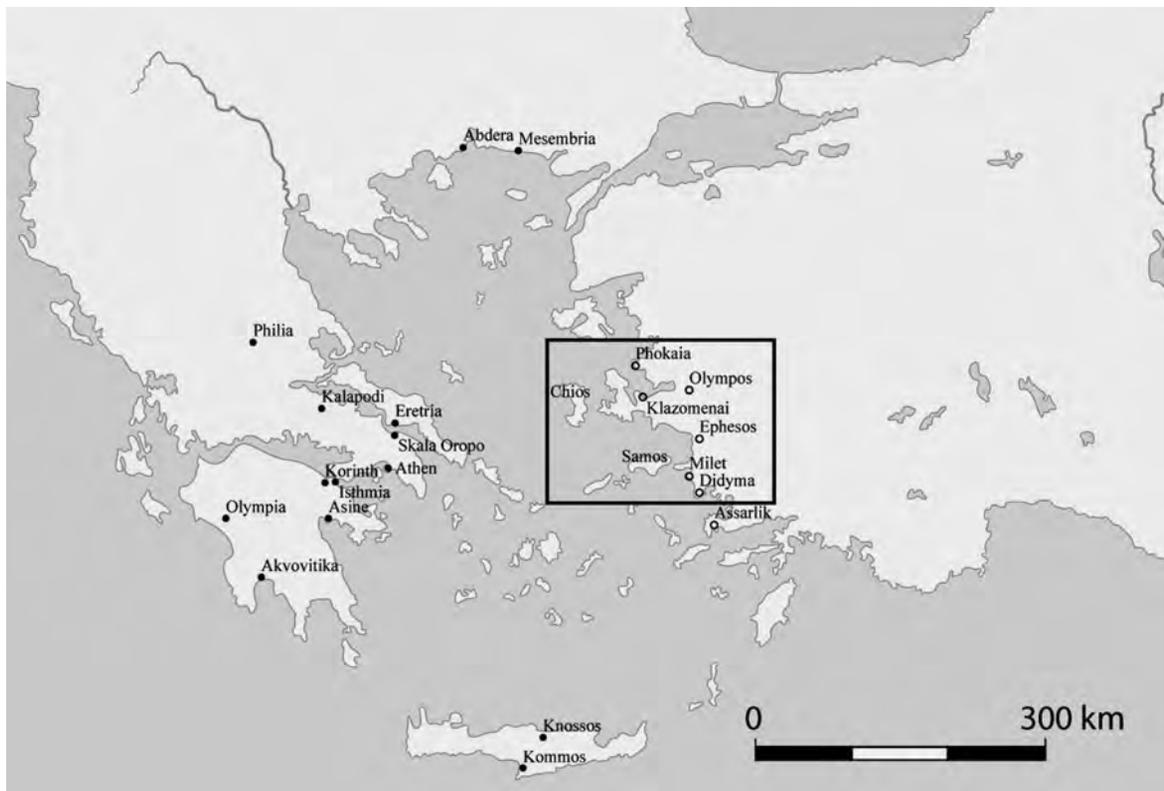
Im Jahre 1969 eröffnete R. Pleiner seine Abhandlung zur Eisentechnologie im antiken Griechenland mit folgenden Wörtern (PLEINER 1969, 7): “Iron smelting and smithing are often mentioned in contemporary works on ancient Greek culture and on early metallurgy. However, there has been no systematic concentration of all the important archaeological and written sources and their evaluation.” Heute, knapp 50 Jahre nach der Erscheinung seiner Arbeit, muss man leider feststellen, dass die mahnenden Wörter Pleiners immer noch gelten und durch keine entsprechende Synthese zur frühen Eisentechnologie in der Ägäis widerlegt worden wären.<sup>1</sup> Und das trotz der, in den letzten Jahrzehnten gestiegenen Aufmerksamkeit durch die Altertumswissenschaften für das Thema antiker Technologien und ihrer Relevanz für die kulturellen, soziohistorischen sowie wirtschaftlichen Entwicklungen im Mittelmeerraum und insbesondere in der Ägäis der vor-klassischen Zeit.<sup>2</sup> Insofern fokussierte sich die archäologische Forschung zum Thema Eisen bislang primär auf die Einführung dieser technologischen Innovation in die Ägäis der ausgehenden Bronzezeit und richtete ihr Augenmerk vornehmlich auf die zentralen Siedlungsgebiete wie Athen, Argolis oder Kreta, wohingegen andere

---

1 Dagegen vgl. die zahlreichen, aktuellen *State of the discipline* zur Bronzemetallurgie (MATTUSCH 2014; BORN 2009), Glas- (HENDERSON 2013) sowie Keramikproduktion und Vasenmalerei (BOARDMAN 2006; BENTZ *et al.* 2010) oder Bauwesen (BARLETTA 2011).

2 Zuletzt vgl. ROBERTS – RADIVOJEVIĆ 2015; KIRIATZI – KNAPETT 2016; mit ausführlicher Literatur (bis zum Jahr der Erscheinung) zu diversen Themen vgl. OLESON 2008.

ägäische Regionen kaum berücksichtigt wurden (s. SNODGRASS 2000; PLEINER 2006; MORRIS 2007). Aus diesem Grund stellen die vereinzelt Studien zur frühen Eisentechnologie in der Nordägäis (PHOTOS 1987; KOSTOGLU 2008; 2010) nicht nur eine willkommene Ausnahme dar, sondern gaben zugleich Anstoß zu weiteren, überaus wünschenswerten Fundvorlagen und Aufarbeitungen.<sup>3</sup> In diesem Sinne ist auch der hier präsentierte Beitrag zu verstehen, in dem der Fachwelt die Funde und Befunde aus Ionien vorgestellt werden – einer Region, die aufgrund ihrer günstigen geographischen Lage als ein Bindeglied zwischen dem Ägäischen Kulturraum und dem, an Metallen reichen anatolischen Hinterland diente. Bei der zusammenfassenden Besprechung des archäologischen Materials, welches in Verbindung mit der Eisentechnologie steht, wird angesichts des augenblicklichen sehr „dynamischen“ Forschungs- und Publikationsstands im Arbeitsgebiet jedoch keine Vollständigkeit angestrebt.<sup>4</sup>



**Abb.1: Im Text erwähnte Eisenfunde und Kontexte mit Eisenwerkstätten des 11.–6. Jhs. v. Chr. (Ausschnitt: Ionien).**

- 3 Ein ähnliches Ziel verfolgt auch der aktuell erschienene Aufsatz von SANIDAS *et al.* 2016 zu den Funden aus Lakonien und der Insel Thassos. Leider war es dem Verfasser nicht mehr möglich, diesen wertvollen und sehr willkommenen Beitrag zu sichten und rechtzeitig einzuarbeiten.
- 4 Der Beitrag basiert auf einer Präsentation, die vom Autor im Rahmen der Tagung *Ex Ionia Scientia*. „Knowledge“ in Archaic Greece (11.–14. Dezember 2016) vorgetragen wurde. Für die Einladung möchte ich mich ganz herzlich bei den Organisatoren und insbesondere A. Herda (Berlin/Athen) bedanken.

## INNOVATION „EISENTECHNOLOGIE“ IN DER ÄGÄIS

Eisen gehört zu den wichtigsten metallischen Rohstoffen in der Geschichte. Die Kenntnis seiner Verhüttung, Formbarkeit und Weiterbearbeitung hatte einen folgenschweren Einfluss auf die kulturhistorischen Entwicklungen im antiken Mittelmeerraum spätestens seit der Mitte des 2. Jts. v. Chr.<sup>5</sup> Die Eisentechnologie war dabei stets tief im historischen und soziokulturellen Kontext jeweiliger Gesellschaften verankert und von diesem untrennbar. Diese Feststellung ist nicht nur im Rückblick und aus dem heutigen Blickwinkel zutreffend, sondern die Bedeutung des Eisens und seiner dazugehörigen Technologie war bereits den verschiedenen mediterranen sowie nahöstlichen Kulturen sehr wohl bewusst. In der Ägäis wurde die Achtung dieses Metalls bereits in einem der frühesten erhaltenen schriftlichen Zeugnisse – Hesiods *Werke und Tage* – erfasst, wobei der inhaltliche Kern dieses Textes sehr wohl aus älteren kosmologischen Vorstellungen in Anatolien oder dem Iran hervorging (HERDA 2013, 107, Fußnote 253): So beschrieb Hesiod (*Erga* 110–201) die Entwicklung des menschlichen Geschlechts als eine Abfolge von Epochen, welchen ein, den Metallen entsprechender Symbolismus anhaftet. Das eiserne Zeitalter positioniert er (Hes. *Erga* 174–201) im Rahmen seiner „Evolution“ als das letzte – charakterisiert durch die Kälte des grau glänzenden Metalls und symbolisiert durch die aus ihm hergestellten kalten Waffen und Instrumente.

Blickt man auf die archäologischen Quellen, so vollzieht sich die Innovation der Eisentechnologie in ihren Anfängen über einen sehr langen Zeitraum (s. SNODGRASS 1980; PERNICKA 1990; WALDBAUM 1999; YALÇIN 2000; PLEINER 2006, 3–11). Genutzt wird zuerst Meteoreisen mit hohem Nickelanteil (ca. 7–10 %), wie die ältesten stratifizierten Eisenfunde aus dem 4. Jt. v. Chr. und 3. Jt. v. Chr. aus Ägypten, Anatolien und Mesopotamien belegen.<sup>6</sup> Erste verlässliche Belege für gezielte Verhüttung von terrestrischen Eisenerzen liegen aus dem 2. Jt. v. Chr. aus Zentralanatolien vor und werden mit dem Hethitischen Reich in Zusammenhang gebracht (e.g. GAILHARD 2014; YALÇIN 2005; JEAN 2001; MUHLY *et al.* 1985). Aus den entsprechenden schriftlichen Quellen geht weiter hervor, dass in der neu-hethitischen Zeit das Eisen bereits in seiner Qualität unterschieden wurde (SIEGELOVA 1984).<sup>7</sup> Die ersten archäometallurgischen Untersuchungen des Fundmaterials aus den Nekropolen von Ernis und Karagündüz (SEVIN-KAVAKLI 1996) scheinen diese Angaben zu bestätigen. Neben dem weichen Eisen wurde bei der Herstellung von Waffen und Messern ebenso der kohlenstoffhaltige Stahl bekannt und verwendet (YALÇIN 2005, 500).<sup>8</sup> Laut Ü. Yalçin erfolgte diese technologische Innovation im

- 
- 5 Die Eisenerzeugung ist ein langwieriger Prozess, der im Allgemeinen in drei Phasen aufgeteilt werden kann: Schmelzen von eisenhaltigen Erze zur einer Eisenluppe (Verhüttung / primäre Produktion) – Raffinierung der Eisenluppe zu einem Halbprodukt, den Barren (sekundäre Produktion) – Schmieden des Endprodukts (tertiäre Produktion).
  - 6 Die frühesten Eisenfunde stammen aus stratigraphisch nicht sichereren, bzw. nicht mehr rekonstruierbaren Kontexten des 5. Jts. v. Chr. aus Samara, Irak und Tepe Sialk, Iran. Dabei wurden die frühesten Objekte (Dolche mit Eisenklingen, Schmuck) neben dem meteoritischen Eisen wohl auch aus eisenhaltiger Luppe hergestellt, die als Zufallsprodukt bei der Kupfergewinnung entstand. In dieser war das Eisenmetall nur im geringen Umfang verfügbar, was sich auch in der Dimension der Funde zeigt. Entsprechende Zusammenstellung der frühen Eisenfunde findet sich bei PERNICKA 1990; PLEINER 1996.
  - 7 Zu den wenigen Erwähnungen von Eisen in zeitgleichen assyrischen Quellen vgl. CURTIS *et al.* 1979.
  - 8 Ob die Einsetzung vom Stahl gezielt erfolgte (YALÇIN 2005, 500), muss jedoch offenbleiben, denn die Kohlenstoffanreicherung konnte sowohl durch absichtliche Karburierung der Objekte als auch eine zufällige Aufkohlung der Eisenluppe im Brennofen eintreten. Dazu vgl. MADDIN 1982; SCOTT – EGGERT 2009. Zu frühen Stahllegierungen aus der südlichen Levante vgl. YAHALOM-MACK – ELIYAHU-BEHAR 2015, 296 (mit weiterer Literatur).

späten Abschnitt der sog. industriellen Phase der Metallurgie in Anatolien, die von ihm als ein Zeitalter mit organisierter Produktion und vielfältigen Verarbeitungstechniken charakterisiert wurde, und in der, auf Basis einer jahrhundertlangen Erfahrung in der Kupfermetallurgie der Weg zur Eisenerzeugung endgültig aufgestoßen wurde (YALÇIN 2003, 529 Tab. 1. 535).<sup>9</sup>

Welchen Einfluss der Kollaps der bronzezeitlichen Kulturen im östlichen Mittelmeerraum auf die Verbreitung der Innovation Eisen von Anatolien aus hatte, ist immer noch ungewiss.<sup>10</sup> Klar ist nur, dass sich ausgerechnet am Ende des 2. Jts. v. Chr. und Beginn des 1. Jts. v. Chr. einzelne Eisenfunde auch in den benachbarten Regionen häuften – auf Zypern, in Mesopotamien und Iran sowie im Kaukasus<sup>11</sup> – und darüber hinaus auch erste direkte Hinweise auf primäre, sekundäre sowie tertiäre Eisenproduktion aus der südlichen Levante überliefert sind (vgl. YAHALOM-MACK – ELIYAHU-BEHAR 2015). Dementsprechend wurden in den vergangenen Jahrzehnten auch die Wege, über die Eisen in die Ägäis gelangte und die steigende Anzahl archäologisch fassbarer Eisenfunde vor und während der Umbruchphase nach 1200 v. Chr. unterschiedlich erklärt.

Breite Akzeptanz in der Fachwelt erlangte zuerst das dreistufige Erklärungsmodell (*circulation model*) von A. Snodgrass (1980; 2006).<sup>12</sup> Er postulierte anhand der proportionalen Distribution von Eisenfunden in den Gräbern eine allmähliche Einführung von Eisen und der entsprechenden Technologie aus den eigentlichen Innovationszentren in Anatolien, der Levante und auf Zypern in die Ägäis. Ausschlaggebend für ihn waren die ökonomischen Faktoren, denn die Eisentechnologie etablierte sich im 11. und 10. Jh. v. Chr. aufgrund des Mangels an Kupfer, Zinn und Bronzeschrott (SNODGRASS 1980, 345–355).

Dagegen behauptete wenige Jahre später I. Morris, dass der Mangel an Rohstoffen nicht die Ursache für die Einführung des Eisens und den Katalysator dieser Invention darstellte, sondern er betonte vielmehr die soziokulturellen Faktoren hinter dem verstärkten Vorkommen des neuen Metalls (MORRIS 1989). Dem Eisen wurde so in der protogeometrischen Periode ein hoher Prestigewert zugeschrieben, der sich in der Niederlegung eiserner Objekte in Gräbern widerspiegeln sollte. Und obwohl gewisse Unterschiede zum Konzept von A. Snodgrass (1980; 2006) bestehen, die zu heftigen Kontroversen führten, nimmt auch dieses, sog. *deposition model* in Bezug auf die weitere Etablierung der Eisentechnologie in der Ägäis folgendes an (MORRIS 1989, 513–515).<sup>13</sup>

– In der ersten Phase (bis ins 12. Jh. v. Chr.) waren die Eisenobjekte noch selten und als Güter mit hohem Prestige an die spätbronzezeitliche Elite gebunden.

– Das Fundspektrum der submykenischen Periode kennzeichnet ein verstärktes Auftreten von eisernen Waffen, wie Schwertern und Dolchen in den Gräbern. Diese werden bereits als Produkte von heimischen Handwerkern gesehen, wobei für die Einführung dieser Innovation die Kontakte zwischen der Ägäis und dem Zypern maßgebend waren.

– Ab der protogeometrischen bis hin zur frühen archaischen Periode durchdrang das neue Metall alle Lebensbereiche der ägäischen Gesellschaft und das Eisen ersetzte in dieser Zeit als

9 Ein ähnlicheres Modell der Entwicklung der Metallurgie in der Bronzezeit in Anatolien sieht auch YENER 2000.

10 Dazu vgl. SHERRATT 1994; 2003; PICKLES – PELTENBURG 1998.

11 Zusammenfassend vgl. Literaturverzeichnis in PLEINER 2006; VELDHIJZEN – REHREN 2007. Iran: PIGOTT 1980; 1989. Kaukasus: ERB-SATULLO *et al.* 2014.

12 Der Model von A. Snodgrass (1980) wurde für den gesamten östlichen Mittelmeerraum ausgearbeitet.

13 Eine Kombination von wesentlichen Argumenten der beiden Ansätze wurde schließlich im letzten, vom J. K. Papadopoulos entworfenen Erklärungsmodell präsentiert, der die „continuity of technological practice“ von der Bronze- bis in die frühe Eisenzeit unterstreicht (PAPADOPOULOS 2015, 182–183).

primärer Werkstoff endgültig die Bronze. Ab dem 10. Jh. v. Chr. verbreiteten und etablierten sich die Kenntnisse der Eisenverhüttung, des Raffinierens der Eisenluppe und die entwickelten Schmiedetechniken (Aufkohlung, Abschrecken und Temperierung) demnach kontinuierlich von den Zentren in Argolis, Attika und Kreta über Mittelgriechenland und Westgriechenland bis nach Epirus und Makedonien. Somit erreichte die Ägäis laut Snodgrass im Verlauf der geometrischen Zeit die „true Iron Age“ (SNODGRASS 1980, 336). Die ägäische Region wurde, folgt man den bisherigen Forschungsansätzen weiter, zu einer Drehscheibe, über die Wissen und Technologie im Gegenzug für Rohstoffe in der nachfolgenden archaischen Zeit weiter im westlichen Mittelmeerraum und nach Nordeuropa vermittelt wurden (MUHLY 2006; PLEINER 2006).

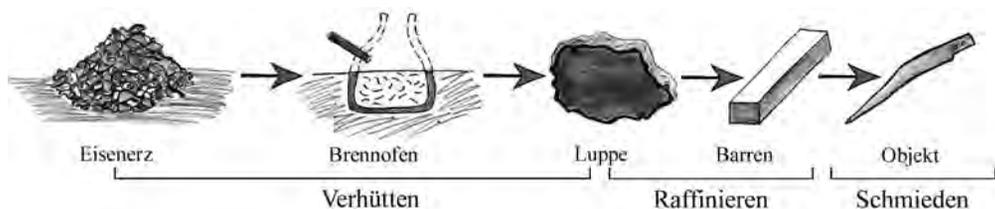
Welche Dynamik die Verbreitung der Eisentechnologie in der Ägäis hatte und welche strukturelle Züge und Stellung sie im gesellschaftlichen Kontext annahm, lässt sich jedoch anhand der vorhandenen Konzepte ebenso wenig nachvollziehen wie der Zeithorizont der endgültigen Etablierung dieser Innovation in der Region. So machen die aktuellen Untersuchungen zu Eisenobjekten und Produktionszentren in der südlichen Levante, dem historischen *Kanaan*, deutlich, dass in dem besagten Zeitraum des 11.–8. Jhs. v. Chr. die Entwicklung von Schmiedetechniken keineswegs abgeschlossen war (McCONCHIE 2004, 31–35; YAHALOM-MACK – ELIYAHU-BEHAR 2015, 297).<sup>14</sup> Darüber hinaus stellt sich auch die Frage, ob es eine Diskontinuität in der technologischen Entwicklung während der geometrischen – und der archaischen (?) – Periode gab. Entstanden aufgrund naturräumlicher und kultureller Gegebenheiten oder sozialer Bedürfnisse regionale Unterschiede in den Produktionsabläufen und eingesetzten Techniken? In welcher Relation steht das Niveau des technologischen Wissens zur sozialen Differenzierung und Entstehung von wirtschaftlichen Strukturen im ägäischen Raum? Alle diese Fragen blieben bislang unbeantwortet. Denn die Forschungslage führte in der Vergangenheit zu einigen Befangenheiten:

Zum einen ist es die einseitige Fokussierung bisheriger Studien auf die Rekonstruktion der Eisentechnologie auf Basis der archäologischen Evidenz weniger, ausgewählter Regionen, die man als entscheidend für den gesamten Prozess des Wissenstransfers in die und innerhalb der Ägäis vorklassischer Zeit identifizierte (SNODGRASS 1980; 2006; MORRIS 1989; MUHLY 2006; PLEINER 2000; 2006). Dies gründet darauf, dass das Potential der archäologischen Evidenz in vielen Regionen nur unzureichend ausgeschöpft wurde. Obwohl die Eisenobjekte die zahlenmäßig größte überlieferte Gruppe unter den archäologischen Funden darstellen, wurden sie nur selten zum Gegenstand einer thematisch – geschlossenen, holistischen Analyse. Bezogen auf die Periode im Fokus, sind es – neben den Vorlagen des früheisenzeitlichen Materials (vgl. SNODGRASS 2000, 218, fig. 74), so etwa aus den Nekropolen in Asty (LEMONS 2002), Lefkandi auf Euböa (POPHAM *et al.* 1979–1980) oder im Knossos (COLDSTREAM – CATLING 1996) – lediglich die archaischen Eisensfunde aus dem Heiligtum in Olympia (BAITINGER 2001; BAITINGER – VÖLLING 2007). Dagegen wurden die Funde aus anderen Kultstätten (vgl. KILIAN-DIRLMEIER 2002; RAUBITSCHKE 1998; SCHMITT 2007) sowie städtischen Zentren (DAVIDSON 1952) nur im Rahmen größerer Kleinfundeditionen vorgelegt. Diese Publikationen verbindet, dass sie meist nicht über eine berichtsähnliche oder klassifikatorische Auswertung hinausgehen und ihr Fokus primär auf die Ausarbeitung von typologischen Sequenzen verschiedener Fundgruppen sowie

14 Die Daten deuten zwar auf eine Kenntnis des Aufkohlens hin. Die weiteren, für die Härtung des Eisens entscheidenden Techniken des Abschreckens und der Temperierung wurden jedoch nicht oder nur unzureichend verwendet (YAHALOM-MACK – ELIYAHU-BEHAR 2015, 297). Dazu vgl. auch die Kritik von M. McConchie (2004, 33) an die Analyse der Funde aus Idalion/Zypern (12. Jh. v. Chr.), die das früheste Beispiel für das Abschrecken von Eisenobjekten darstellen sollten (THOLANDER 1971; MADDIN 1982).

ihre Verankerung innerhalb der örtlichen Chronologie gerichtet wurde. Dementsprechend liegen bislang wenige metallurgische Analysen der Eisensfunde aus stratifizierten Kontexten vor, die Aufschluss über die technischen Fertigkeiten geben könnten.<sup>15</sup>

Desgleichen fanden die eisenproduzierenden bzw. verarbeitenden Werkstätten in der archäologischen Forschung nur bedingt Beachtung, was sich in der Tatsache widerspiegelt, dass die technologische Entwicklung bisher auf Basis von diachronen und synchronen Distributionen von Objekten verstanden wurde.<sup>16</sup> Das steht im klaren Kontrast zur großen Zahl untersuchter Werkstattzentren in anderen Regionen entlang des Mittelmeerraums und nördlich der Alpen.<sup>17</sup> Eine Ausnahme bilden lediglich die Untersuchungen von G. Zimmer (1990) und Chr. Risberg (1992; 1997; 1998), in denen die Autoren die Eisenwerkstätte im Rahmen von größeren Studien zu metallverarbeitenden Werkstätten (mit primärem Fokus auf die Bronzegusswerkstätte) behandelten.<sup>18</sup> Die interdisziplinäre Auswertung der *in situ* Ausstattung, Infrastruktur, Ressourcen und der soziokulturellen und bzw. wirtschaftlichen Funktion der Werkstätten sowie ihre mikro- und makroregionale Kontextualisierung sind jedoch für das weitere Verständnis des verwendeten technologischen Wissens und seines Transfers maßgebend. Daher überrascht es wenig, dass die Etablierung der Eisentechnologie bis in die archaische Periode hinein seitens der Forschung ganz im Sinne einer, bereits vorher angedeuteten Diffusion betrachtet wurde, die – wenn auch nicht ausgesprochen – dem Konzept *Zentrum-Peripherie* entspricht.



**Abb. 2:** Schematische Darstellung der eisenmetallurgischen *chaîne opératoire* (nach YAHALOM-MACK – ELIYAHU-BEHAR 2015, fig. 3).

Nicht zuletzt ist allen Forschungsansätzen eine Generalisierung gemein, dass sie die Eisenobjekte und die dazugehörige Technologie ausschließlich aus dem Blickwinkel einer Evolution von technischen Fertigkeiten betrachten. Infolgedessen wird die Eisentechnologie als eine lineare Produktionskette (*chaîne opératoire*) wahrgenommen (**Abb. 2**), deren Kenntnis sich kontinuierlich ausbreitete und funktionalbedingt in der Ägäis etablierte – ohne den gesellschaft-

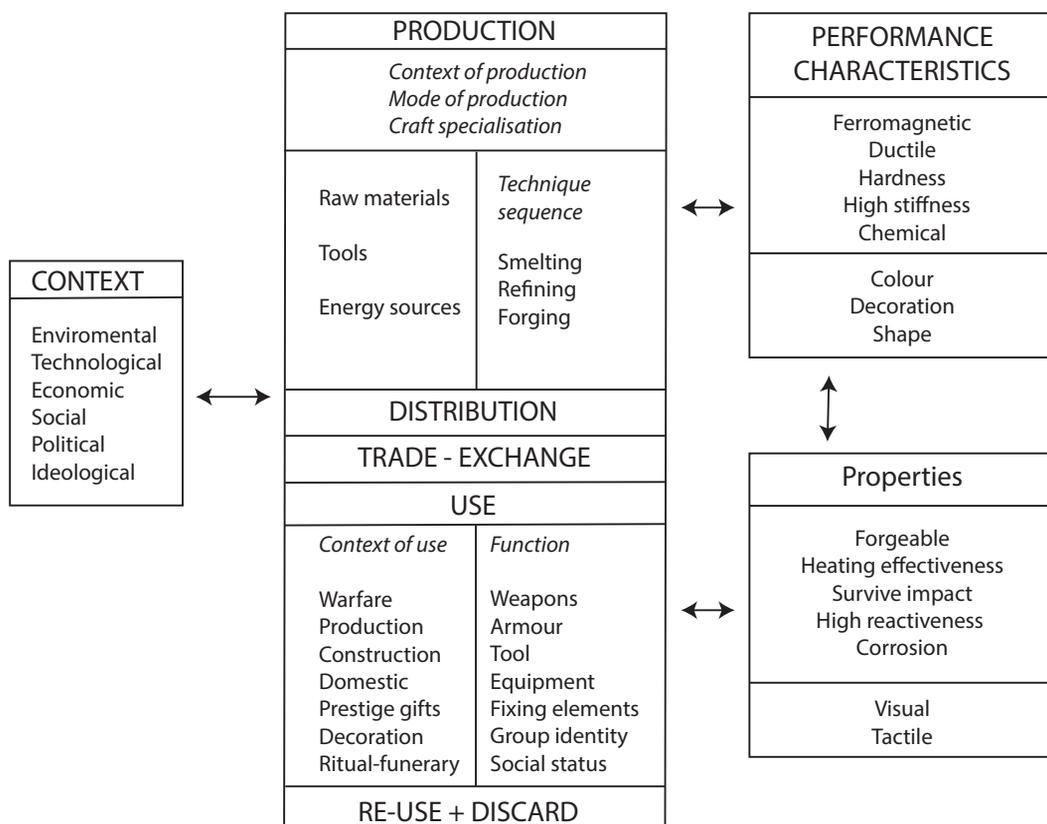
15 Untersucht wurden bislang singuläre Funde aus der Athener Akropolis (VAROUFAKIS 1995), Milet (YALÇIN 1993) und den Museen in Kaval und Thasos (Fundorte: Amphipolis, Drama, Aidonochori, Limenas; PHOTOS 1987) sowie zwei gezielt ausgewählte Fundensembles aus der Nord Ägäis (KOSTOGLU 2008) bzw. Asine in Argolis (BACKE-FORSBERG – RISBERG 2002).

16 Ähnliches war bis vor kurzem auch in den Forschungen zur Eisentechnologie im Nahen Osten zu beobachten (WALDBAUM 1978; 1980; 1982; SNODGRASS 1980; McNUTT 1990). Dagegen vgl. VELDHIJZEN 2012; YAHALOM-MACK – ELIYAHU-BEHAR 2015.

17 Letzte Zusammenfassung in PLEINER 2006; MODARRESSI-TEHRANI 2009.

18 Dazu vgl. auch die neuesten Studien zu eisenverarbeitenden Metallwerkstätten der spätgeometrischen Periode in Asine (BACKE-FORSBERG *et al.* 2000/2001), Eretria (VERDAN 2007) und Skala Oropou (MAZARAKIS AINIAN – DOONAN 2007). Zusammenfassend mit Literatur s. auch CEVIZOĞLU – YALÇIN 2012, 75.

lichen Rahmen und den Faktor „Mensch“ anders als im Hinblick auf die Aspekte *supply and demand* bzw. *status* zu reflektieren (vgl. auch die Kritik in KOSTOGLU 2010, 171–174). Dagegen ist es, in der heutigen, intensiv von *Material Cultural Studies* geprägten Technologieforschung, der sog. SCOT-Ansatz (zusammenfassend GREEN 2008), welcher dem nicht-linearen Modell Vorzug gibt (**Abb. 3**): Die Objekte sind ein Enderzeugnis einer Sequenz von Arbeitsschritten und bewusster Entscheidungen, die allesamt in einem bestimmten soziokulturellen Raum durchgeführt wurden. Sie basierten gleichermaßen auf materialtechnischen Ressourcen und Erfahrungen der einzelnen Handwerker sowie auf Erwartungen der Verbraucher. Diese standen entweder zur Verfügung oder mussten über existierende Handels- und soziale Netzwerke beschafft bzw. vermittelt werden. Demzufolge stellt die Gesamtheit der einzelnen Arbeitsgänge und Entscheidungen – die Technologie – nicht nur einen rein technischen Ablauf dar. Sie ist immer auch ein soziales Produkt, welches den *Habitus* einer Gesellschaft in einer Region reproduzierte und gleichzeitig konstruierte.



**Abb. 3: Schematische Darstellung der Technologie als ‘social choice’ (nach SILLAR - TITE 2000, fig. 1).**

Davon ausgehend haben vor wenigen Jahre M. Kostoglou (2008; 2010) und A. Mazarakis Ainian (DOONAN - MAZARAKIS AINIAN 2007) in ihren Studien zur Eisenbearbeitung in der Nordägäis bzw. in Skala Oropou in Zentralgriechenland die oben angeführten problematischen Interpretationen infrage gestellt.<sup>19</sup> Im Rahmen von detaillierten regionalen Analysen dekonstruierten

<sup>19</sup> Die Auswertung der Metallproduktion in Asine steht dagegen immer noch aus. Zum methodischen Ansatz vgl. BACKE-FORSBERG *et al.* 2000/2001 bzw. BACKE-FORSBERG - RISBERG 2002.

beide Autoren überzeugend die Funktion der wenigen, zentralen *Poleis* oder ausgewählte Regionen als *foci* des technologischen Wissens. Gleichzeitig kontextualisierten sie die bisher als „Peripherie“ angesehenen Regionen in der vorklassischen Ägäis. Und obwohl diese Studien örtlich bezogen sind und daher Momentaufnahmen darstellen, die punktuelle Informationen zu Produktion und Bearbeitung von Eisen von und in bestimmten Siedlungszentren geben, zeigen sie in aller Deutlichkeit, dass die künftige Forschung zur Eisentechnologie in der Ägäis ihren Augenblick auf weitere Regionen in diesem geographischen Raum richten muss. Das wird die notwendigen Daten für die bereits von Pleiner so antizipierte Synthese liefern können.

## FRÜHE EISENTECHNOLOGIE IN IONIEN

Eine besondere Stellung innerhalb der Ägäis nimmt die historische Landschaft Ioniens ein. Dieser Landstrich an der westlichen Kleinasiatischen Küste und den gegenüberliegenden Inseln, insbesondere Chios und Samos, wurde am Ende der geometrischen Periode zu einer der führenden Regionen in der griechischen *koine* und seine kulturelle, wirtschaftliche sowie politische Dominanz beendete erst die persische Zerschlagung des ionischen Aufstandes im Jahre 494 v. Chr. Während dieser Periode nahmen die ionischen Städte aktiv an dem intensiven pan-mediterranen Austausch teil, innerhalb ihrer *chora* wurden monumentale Bauten und Tempel errichtet, und sie selbst wurden zu intellektuellen Zentren der antiken Welt, aus denen die ersten Naturphilosophen wie Thales, Anaximander oder Anaximenes hervorgingen. Untrennbar davon ist auch die Rolle Ioniens und der gesamten westlichen Küste Kleasiens als eine Brücke der Kulturen, die (nicht nur) während der Antike die Ägäis mit Anatolien verband und vielschichtige Kontakte sowie Transfer von Wissen, technologischen Impulse, etc. ermöglichte (COBET 2007; HOEPFNER 2011; STAMPOLIDIS *et al.* 2015).

Dennoch, die bisherigen Forschungen schienen – primär aufgrund der oben angeführten Schwierigkeiten – die Entwicklung der Eisentechnologie in diesem spezifischen regionalen Kontext zu vernachlässigen. Es verwundert umso mehr, als dass die schriftlichen Quellen eindeutig berichten, dass die Griechen, und die Bewohner Ioniens insbesondere, mit der hoch entwickelten Metallurgie der Nachbarregionen in Anatolien wie Phrygien oder Lydien bestens vertraut waren.

Zweifelsohne spiegelt sich diese Kenntnis bereits in der mythologischen Tradition (PEG 1 fr. 2) wider. Namentlich in der Gestalt von drei, aus dem idäischen Gebirge in Phrygien stammenden Daktylen – Akmon, Damnameneus und Kelmis – denen das Entdecken der Schmiedekunst zugeschrieben wird.<sup>20</sup> Ebenso berichten mehrere Autoren über einen, für seine Eisenverarbeitungskunst berühmten Volksstamm, dem man auch die Erfindung des Eisens zuschrieb und der im nordanatolischen Gebirge westlich des Flusses Halys angesiedelt wurde – die Chalybes.<sup>21</sup> Ein weiteres Beispiel ist in dem Werk von Herodot (Hdt. I, 25) zu finden, der kurz das Leben und Werk eines gewissen Glaukus aus Chios erwähnt. Dieser galt als Schmiedemeister und Metallurg, der für lydischen König Alyattes einen prächtigen

<sup>20</sup> Zu Δάκτυλοι Ἰδαῖοι vgl. auch Diod. XVII, 75; Eur. *Orest.* 1453; Strab. X, 3. 22.–Nicht für das idäische Gebirge im Phrygien, sondern das auf der Insel Kreta bezeugen dasselbe Marmor Parium FGrH 239 A11 und Eur. fr. 472 TGF; Hes. *Cat.* fr. 282 M-W, schol. Apoll. Rhod. I, 1126; Diod. V, 64.3; LV, 64.5.–Außerdem wurden sie verbunden mit Olympia (über den Idäischen Herakles: Paus. VIII, 31.3) und Zypern (Clem. Al. *Stromateis* 1,16,75,4). Zusammenfassend zu Daktylen vgl. CADUFF 2006.

<sup>21</sup> Über Χάλυβες oder Χάλυβοι berichteten Hekat. FGrH 1 F 203, Aischyl. *Prom.* 714–715; Hdt. I, 28; Strab. XII, 3.19ff. Zusammenfassend mit weiterer Literatur s. OLSHAUSEN 2006.

silbernen Kessel auf einem eisernen Dreifuss gefertigt haben sollte. Zudem wird ihm auch die Erfindung des Schweißens von Eisen zugeschrieben.

Aus diesem Grund überrascht es wenig, wenn zahlreiche Bronzearbeiten phrygisches Ursprungs sowie Erzeugnisse, die auf phrygischen Vorlagen basieren, spätestens ab dem frühen 7. Jh. v. Chr. in die Heiligtümer von Ephesos, Samos oder Milet geweiht, in diesen hergestellt und anschließend deponiert wurden (s. KLEBINDER-GAUSS 2008). Ein vergleichbarer Transfer vom technologischen Wissen lässt sich auch im Falle der Distribution von lydischen bzw. lydisch-griechischen Metallfunde aus Silber beobachten, die in Kontexten des ausgehenden 7. Jh. und des frühen 6. Jhs. v. Chr. im Artemision von Ephesos und in Smyrna aufgefunden wurden (KERSCHNER 2005; zum Transfer vgl. auch GAUSS *et al.* 2015).

Richtet man nun sein Augenmerk auf die Eisentechnologie, so ist zunächst in dem zu behandelnden Zeitraum vom 11. Jh. v. Chr. bis in die vorklassische Zeit eine Zunahme der stratifizierten Eisenfunde in Ionien festzustellen. Jedoch, auch die Deutung dieses, im Vergleich zu anderen ägäischen Regionen eher stufenartigen Anstieges entging nicht dem konventionellen Erklärungsmuster des Zentrum-Peripherie-Modells. So wurde postuliert, dass entsprechend der Verbreitung von kulturellen, künstlerischen oder technologischen Innovationen (wie z.B. des protogeometrischen Stils) von Griechenland aus auf die westanatolische Küste im Rahmen der sog. „Migration“ auch die Kenntnis des Eisens nach Ionien gelangte.<sup>22</sup> Dabei wurde versucht, diese Annahme mit dem Mangel an frühen Eisenfunden aus der protogeometrischen und geometrischen Zeit zu bestätigen. Denn, der bislang einzige veröffentlichte, westkleinasiatische Kontext mit Eisenfunden stammt aus Assarlik/Bodrum<sup>23</sup> (Bez. Muğla) und wurde ins 11. Jh. v. Chr. datiert (SNODGRASS 2000, 224). Aus den bekannten Siedlungszentren der Region wie Ephesos, die alte Hauptstadt des bronzezeitlichen Reiches *Arzawa*, oder Smyrna und bis vor kurzem auch Milet, sind dagegen kaum frühere, vor das 7. Jh. v. Chr. datierbare Kontexte mit metallurgischer *debris* bekannt. Die verstärkte Grabungstätigkeit der letzten Jahre, gemeinsam mit den neuen Überlegungen zur Koexistenz der ankommenden Griechen mit der einheimischen Bevölkerung, lässt jedoch die Rolle Ioniens nicht nur bei der Verbreitung der Eisentechnologie (1) sondern auch in Bezug auf die weitere Etablierung dieses technologischen Wissens im Sinne einer *longue durée* (2) ins neue Licht treten.<sup>24</sup> Im Folgenden soll daher ein Überblick über die Fundorte und Kontexte gegeben werden, die Aufschluss über die Rekonstruktion der Eisentechnologie gewähren. Die Informationen zu den, chronologisch aufgelisteten Fundplätzen sind skizzenhaft und im Hinblick auf die oben erwähnten Schwerpunkte angeführt. Sie bilden die Basis für die abschließende Auswertung, in der die Perspektiven und Möglichkeiten weiterer Forschung erläutert werden sollen.

## FUNDORTE

Bezogen auf die erste Frage, das Aufkommen von Eisens in der Ägäis, nimmt das bislang partiell publizierte Fundkontext aus **Phokaia/Foça** eine wichtige Position im bisherigen

22 Zur Kritik am Konstrukt der „ionischen“ Kolonisation vgl. mit weiterer Literatur in LEMOS 2007; MACSWEENEY 2014, 157–165.

23 Der Fundort Assarlik befindet sich zwar in der historischen Landschaft *Karien*, jedoch in den Forschungen zur ägäischen Bronzezeit wird diese Region, gemeinsam mit den Gebieten südlich des Gebirges Mykale/Samsun Dağı, zum Kulturkreis der sog. *southern interface* zugerechnet (MOUNTJOY 1998).

24 Dazu vgl. auch die Studien von M. Kerschner (2008; 2011) zur Keramik der frühen Eisenzeit aus dem Artemision in Ephesos.

Diskurs an (ÖZYİĞİT 2005; YALÇIN – ÖZYİĞİT 2013). Das Zentrum der antiken Stadt, berühmt für die Migration eines Teiles ihrer Bevölkerung angesichts der persischen Bedrohung im Jahre 540 v. Chr., liegt nördlich der Mündung des Hebros/Gediz auf einer Halbinsel, die sich in die Bucht von Phokaia erstreckt. Während der Grabungen der letzten Jahre legte man hier eine früheisenzeitliche Siedlung frei, in deren südlichen Teil, unterhalb von zwei ovalen, protogeometrischen Häusern eine weiträumige Schmiede entdeckt wurde (ÖZYİĞİT 2005, 44–45). Die Werkstatt weist eine sichelförmige Steinummauerung auf, innerhalb der sich ein terrassiertes Areal mit insgesamt acht hufeisenförmigen mit Stein umfasste Herde befanden, gemeinsam mit zwei steinernen Ambossen und einer großen, im Boden eingelassenen Amphore. Aus unterschiedlichen Bereichen der Werkstatt sowie den Öfen selbst konnte man massenhaft Produktionsabfälle wie Schlackenbrocken oder Hammerschläge bergen, die für die Identifizierung der Werkstatt als Eisenschmiede sprechen, in der die sekundäre Produktion stattfand (YALÇIN – ÖZYİĞİT 2013, 242–244). Hinsichtlich der Datierung des Kontextes sind die keramischen Funde ausschlaggebend, die unmittelbar über dem Fußboden lagen (ÖZYİĞİT 2005, 44): neben den Randfragmenten mehrerer Krüge ist es die besagte Schulter-Amphora mit S-förmiger Verzierung im Schulterbereich, welche die Schmiede in die zweite Hälfte des 11. Jh. v. Chr. (LH IIIC / PG) datiert.<sup>25</sup>

Wendet man sich dem zweiten Fragenkomplex zu, so ermöglichen mehrere neu ausgegrabene Fundkontexte eine bessere Bewertung des technologischen Wissens auf der westkleinasiatischen Küste sowie den umliegenden Inseln. Die bisherigen, primär auf der typologischen Analyse und Distribution von Eisenobjekten basierenden Ansätze können nun mit Daten aus den Verhüttungsplätzen und Schmiedewerkstätten konfrontiert werden, wobei die letzteren die zahlenmäßig größere Gruppe darstellen.

Als erstes ist hier der Fund einer Schmiede zu nennen, entdeckt im Rahmen der jüngsten Grabungen in **Klazomenai/Urla**. Diese brachten in verschiedenen Arealen der polykulturellen Siedlung mehrere Handwerksbezirke zutage, wobei die frühesten, auf produktionsbezogene Tätigkeit hinweisenden archäologischen Kontexte auf dem Liman Tepe freigelegt wurden (CEVIZOĞLU – ERSOY 2016, 106). Weitere Areale mit Resten von handwerklichen Produktion stammen aus den Befunden der frühen Eisenzeit im Westen (Sektor HBT), des 6. Jhs. v. Chr. aus der unmittelbaren Umgebung der sog. Akropolis (Sektor AKRO) sowie den klassischen und frühhellenistischen Kontexten auf dem Festland (Sektor FGT) bzw. an der Spitze der Karantina-Halbinsel (CEVIZOĞLU – ERSOY 2016, 107, Abb. 1). Die Anzahl der unterschiedlichen Werkstätten lässt dabei den Anstieg in der Produktion und wohl auch die Bedeutung der archaischen Stadt erahnen. Neben zahlreichen Töpfereien, Keramiköfen, Weinkelereien, Ölpresen und Werkstätten zur Herstellung von Geräten aus Bein weisen die Befunde auch auf eine sekundäre und tertiäre Produktion von Eisenobjekten (YALÇIN – CEVIZOĞLU 2011; CEVIZOĞLU – YALÇIN 2012; CEVIZOĞLU – ERSOY 2016, 116, 126). Im Sektor HBT wurde innerhalb eines geschlossenen Kontextes eine komplette Ausstattung einer Schmiede freigelegt, einschließlich eines Steinambosses, einer Herdstelle und einer Vertiefung für den Wasserbehälter. Die Arbeitsfläche wurde zusätzlich von zwei Holzkohlelagerplätzen flankiert (CEVIZOĞLU – YALÇIN 2011, 85–86, Abb. 1; CEVIZOĞLU – YALÇIN 2012, 76–78, fig. 11). Die genaue

25 Die Datierung der stark fragmentierten Amphora ist immer noch umstritten und reicht bis in die geometrische Periode hinein (mündlicher Hinweis von Prof. Ü. Yalçin). Die Autoren des Vorberichtes datieren das Stück in die „submykenische Periode“ (YALÇIN – ÖZYİĞİT 2013, 240), die jedoch in Ionien bislang nicht erfasst wurde. Für diesen Hinweis bin ich Dr. P. Pavúk (Karls-Universität Prag) dankbar. – Dazu vgl. auch die neu erschienene Publikation zu den Forschungen in Phokaia (ÖZYİĞİT 2017), welche der Verfasser nicht mehr einsehen konnte.

Datierung des frühesten Nutzungshorizontes der Werkstatt ist zwar immer noch ungewiss, doch liefert die spätarchaische Amphora vom einheimischen Typus eine ungefähre Angabe zu ihrer Aufgabe (CEVIZOĞLU – YALÇIN 2011, 86; CEVIZOĞLU – YALÇIN 2012, 78). Die metallurgischen Abfälle konzentrierten sich um den steinernen Amboss sowie die Herdstelle und bestehen aus Eisenschlacken, Luppenresten und ‚hammer scales‘ (CEVIZOĞLU – YALÇIN 2011, 88; CEVIZOĞLU – YALÇIN 2012, 79–80). Im Vergleich zu den zeitgleichen metallurgischen Befunden in Athen oder Korinth deutet dieser Befund zum ersten Mal auf eine, ausschließlich auf das Schmieden von Eisen spezialisierte Werkstatt innerhalb eines größeren Handwerksviertels einer archaischen Siedlung hin.

Ein weiteres bekanntes, wohl bekanntes archaisches Produktionszentrum, in dem ebenso Eisenschmieden identifiziert wurden, befindet sich in **Milet/Balat**. Das an der Mündung des Flusses Mäander gelegene Zentrum des südlichen Ioniens war Gegenstand intensiver Ausgrabungen seit dem Beginn des 20. Jh. und dementsprechend wurden in verschiedenen Arealen der Siedlung mehrere hundert Eisenobjekte und Schlackenreste aus den archaischen Schichten geborgen. Die Funde konzentrierten sich zum einen in den Aschegruben vor der Ostseite des Athena-Heiligtums, die im Zusammenhang mit dem Bau des Tempels stehen und in die erste Hälfte des 6. Jh. v. Chr. datieren (HELD 2000, 28, 177, Fußnote 634). Die beiden auch als sog. Bauopfer gedeuteten Deponierungen enthielten eiserne Waffenfragmente, Blechreste und Geräte, unter anderem auch einen Amboss (HELD 2000, 152, B74, 175, 177). Ferner wurden Eisenfunde in großen Mengen aus den Befunden des Wohnviertels am Südhang des Hügels Kalabaktepe geborgen, der in archaischer Zeit zum Stadtgebiet gehörte (DONDER 2002; 2015). Hier konnten auch die Reste einer Bronzewerkstatt identifiziert werden (DONDER 2015, 179). Weitere Kontexte und die dazugehörigen Funde warten noch auf ihre Veröffentlichung.<sup>26</sup> Jedoch konnte eine Auswahl an Objekten und Produktionsabfällen (Schmiedeschlacke) einer metallographischen Analyse unterzogen werden. Diese illustriert, dass die Bewohner Milets im 7./6. Jh. v. Chr. die komplexen Techniken der Eisenhärtung durch das Aufkohlen sowie das Schweißen von Objekten aus unterschiedlich kohlenstoffhaltigen Halbprodukten beherrschten (YALÇIN 1993).

Inwiefern es Unterschiede im technologischen Wissen innerhalb einer historischen Region gab und ob die Kenntnisse an die Personen der Handwerker oder die Werkstätte gebunden waren, können die Untersuchungen des archäologischen Materials aus dem extraurbanen Heiligtum von **Didyma/Didim** ergeben (s. BUMKE 2015 mit weiterer Literatur). Die überregional bekannte Kultstätte liegt an der Südseite der milesischen Halbinsel, etwa 20 km südlich vom Milet. Sein Zentrum bildete die Orakelstätte des Apollon, dessen ältester Kultbau um 700 v. Chr. am Ort einer den Kult konstituierenden heiligen Quelle errichtet wurde. Verbunden waren Stadt und Heiligtum über eine ca. 18 km lange sog. Heilige Straße, die unmittelbar vor dem Kernbereich des Tempels den Taxiarchis-Hügel passiert (vgl. BUMKE 2013). Hier wurden in den Jahren 2000–2009 archaische Schichten untersucht, die eine große Anzahl an Metallfunden enthielten;<sup>27</sup> insbesondere die Brandschicht des späten 6. Jhs. v. Chr., die eindeutig mit der

26 Die Eisenfunde der Grabungen auf dem Kalabaktepe werden gemeinsam mit restlichen Metallfunden von Dr. H. Donder (Bonn) für eine Veröffentlichung vorbereitet.

27 Die Eisenfunde aus dem Taxiarchis-Hügel ergänzen das archäologische Material aus dem Heiligtum in Didyma entscheidend, denn der gesamte Bestand an Kleinfunden der intensiven Grabungen der Jahren 1905–1913 wurde größtenteils vor ihrer Bearbeitung durch einen Brand zerstört (TUCHELT 2007). Weitere Eisenfunde stammen aus den archaischen Kontexten im und am Apollon-Tempel (vgl. SLAWISCH 2013) sowie auf der Felsbarre (vgl. dazu mit weiterer Literatur BUMKE 2006, 218); beide Ensembles werden vom Verfasser bearbeitet und für die Publikation vorbereitet.

Perserzerstörung des Jahre 494 v. Chr. verknüpft werden kann (BUMKE 2015, 330). Aufgrund der Beschaffenheit und des Spektrums der Funde kann zudem davon ausgegangen werden, dass es sich um Heiligtumsinventar handelt. So weisen die geborgenen Votivreste eine hohe Konzentration und einen ausgesprochen fragmentarischen Erhaltungszustand auf, welche typisch für den sog. Heiligtumsabfall sind, der als Eigentum der Gottheit vor Ort verbleiben musste (BUMKE 2013, 337). Unter den zahlreichen gefalteten und verbogenen Metallgegenständen sowie einige Klumpen von Eisenschlacke<sup>28</sup> heben sich mehrere kleinformatige, ins 6. Jh. v. Chr. datierte Ambosse ab. Diese in der Ägäis bislang nur selten vorkommende Geräte haben pyramidale Form und wurden aus massivem Eisenblocken geschmiedet.<sup>29</sup> Aufgrund morphologischer Analyse lassen sich die didymäischen Exemplare der Gruppe der Blockambosse zuordnen, die lediglich aus späteren Kontexten in Pergamon bekannt sind (GAITZSCH 2005, 95, 164, Taf. 2, AM1, AM2). In der römischen Zeit wurden solche Ambosse bei der Herstellung von kleinen Metallteilen (Beschläge, Scharniere, Türangel etc.) oder im Bereich der Buntmetallurgie gebräuchlich (s. GAITZSCH 1980; GRALFS 1988). Im ähnlichen Kontext dürfen auch die didymäischen Funde verstanden werden. Hier bietet sich eine Parallele zu den Halbfabrikaten und Metallobjekten aus anderen ionischen Zentren wie Ephesos oder Smyrna, die anhand der typologischen, stilistischen und technologischen Vergleiche mit den östlichen Bronze- und Goldwerkstätten verbunden wurden (KERSCHNER 2005, 128–129, 131–133).

Die reichhaltigen Kleinfunde aus Bronze, die während der Ausgrabungen im Artemis-Heiligtum von **Ephesos/Selçuk** zutage getreten sind, wurden mehrmals einer detaillierten Analyse unterzogen (KLEBINDER-GAUSS 2007; 2008). Dagegen erlangten die Eisenfunde nur wenig Aufmerksamkeit. Die vorerst letzte Studie von A. Bammer und U. Muss (2009) widmet sich den eisernen Objekten und Schlacken, die aus den früh- und hocharchaischen Deponien im Areal um den sog. Kroisos-Tempel stammen. Unter denen nehmen die Bratspieße (*Obeloi*) einen überproportionalen Teil an.<sup>30</sup> In zwei Fällen fanden sich die *Obeloi* vergesellschaftet mit anderen Objekten, die mit der metallurgischen Produktion in Verbindung stehen, ohne jedoch auf diese direkt hinzuweisen. Folgt man den Autoren, so müssten die *Obeloi* gemeinsam mit einer tönernen Düse eines Blasebalges (Art. 87/ K236; Kultbasis B) bzw. mit der hochmagnetischen Schmiedeschlacke (Apsidenbau) anlässlich der Errichtung von Kultplätzen deponiert werden (BAMMER – MUSS 2009, 396). Weitere Schlacken mit sowohl Eisen- als auch Bronzeinschlüssen wurden unweit im Areal des sog. Hekatompedos, östlich des späteren archaischen Tempels gefunden. Entsprechend ähnlichen Befunden des 8.–6. Jhs. v. Chr. in den Heiligtümern in Eretria (VERDAN 2007, 348, 356, fig. 1), Philia (KILIAN-DIRLMEIER 2002, 207–211, Abb. 30) oder Kalapodi (RISBERG 1992, 36) lässt sich demnach festhalten, dass am Artemision in Ephesos ebenfalls seit der frühesten Bauphase Eisen geschmiedet wurde.

Nicht zuletzt sind die immer noch aktuellen Ausgrabungen in **Olympos/Nif** zu nennen (s. mit weiterer Literatur TULUNAY 2015). Seit dem Jahr 2006 wurden hier, im bergigen Hinterland von Smyrna/Izmir, mehrere Fundstellen mit metallurgischer *debris* untersucht und bislang mehr als 2000 Metallobjekte, Halbfabrikate und Produktionsabfälle sowie Reste der

28 Bislang konnten keine metallurgischen Untersuchungen zur näheren Identifikation der Schlacken durchgeführt werden. Anhand der morphologischen und makroskopischen Beobachtungen tendiert der Autor zu ihrer Bezeichnung als Schmiedeschlacke.

29 Die Ambosse sind 6–8 cm hoch und ihre quadratische Bahn hat eine Breite von ca. 4 cm. Das Gewicht der vollständig erhaltenen Exemplare beträgt 300 g. - Aus archaischer Zeit ist bislang nur ein einziger Amboss veröffentlicht. Zum Exemplar aus dem Athena-Heiligtum in Milet s.o.

30 Insgesamt konnte U. Muss (mit A. BAMMER 2009, 397) 227 Kontexte bestimmen, in denen *Obeloi* vorkommen. Eine genaue Zahl der gefundenen Bratspieße lässt sich jedoch dem Text nicht entnehmen.

Werkstattinfrastruktur geborgen (vgl. BAYKAN 2016a mit weiterer Literatur). Den größten Anteil unter den Funden nehmen die Eisenobjekte an, die aus den Schichten des 6. Jhs. v. Chr. am Karamattepe stammen (BAYKAN 2015). Neben den zahlreichen Waffen, Werkzeugen und Gerätschaften sowie diversen Blechen und Stangen wurden auch mehrere Schmelzöfen bislang unbekanntes Typus sowie zahlreiche Herdstellen für die anschließende Raffinierung und Schmiedearbeit freigelegt. Darüber hinaus konnten während der Sondagen im benachbarten Areal ergänzende metallurgische Einrichtungen erfasst werden, wie z.B. die Stellen für die Holzkohle-Aufbereitung (BAYKAN 2012; 2016a). Von besonderer Bedeutung für die Frage nach der Etablierung der Eisentechnologie im Sinne einer *longue durée* und im Hinblick auf die kulturhistorischen, wirtschaftlichen und naturräumlichen Gegebenheiten Ioniens ist der Nutzungsdauer der Anlage am Karamattepe. Basierend auf den ausgegrabenen Kontexten identifizierten die Ausgräber zwei Perioden, in denen die Handwerkerstätigkeit stattfand (BAYKAN 2012, 231–246): Im ausgehenden 7. und frühen 6. Jh. v. Chr. ist es eine kurze Phase einer kleinformatigen, ausschließlich auf Bronze und Kupfer spezialisierten Produktion feststellbar. Nach einem ca. 50–75 Jahre dauernden *hiatus* wurde die Produktion erneut aufgenommen – die Ausgräber sehen diese Tätigkeit bereits unter persischer Kontrolle. Das Schmelzen, Raffinieren sowie Schmieden bzw. Gießen von fertigen Produkten, in diesem Fall Eisenwaffen und bronzenen Pfeilspitzen, wurde in dieser zweiten Phase bereits räumlich getrennt und erfolgte, im Unterschied zu voriger Periode, innerhalb gemauerter Hofstrukturen. Entsprechend den vorläufigen Ergebnissen kam die Produktion nach weiteren 50 Jahren, im frühen 5. Jh. v. Chr., endgültig zum Stillstand (BAYKAN 2013, 195; 2016a, 26).

## DISKUSSION

Wie auf den vorigen Seiten dargelegt, können nun neue Informationen zur bisherigen Evidenz hinzugefügt werden, die eine willkommene Erweiterung der Quellenbasis für die künftige Synthese zur frühen Eisentechnologie in der Ägäis darstellen. Insbesondere die Forschungslücke in Bezug auf die soziohistorischen und wirtschaftlichen Hintergründe dieser Technologie in der Periode im Fokus (11.–6./5. Jh. v. Chr.) auf der westkleinasiatischen Küste sowie den anliegenden Inseln scheint jetzt allmählich gefüllt zu werden.

Betrachtet man die neue Evidenz im Hinblick auf ihre Quantität, so muss jedoch festgestellt werden, dass leider immer noch zu wenige Funde bzw. Befunde verbunden mit der Eisentechnologie bekannt oder aber veröffentlicht wurden. Diese Forschungslage ist charakteristisch für die nachfolgende klassische, hellenistische oder römische Periode und es ist die Aufgabe der künftigen Forschung dies zu beheben. Nichtsdestotrotz, der neuen, hier präsentierten archäologischen Evidenz haftet eine hohe Aussagekraft an: Auf dieser Weise liefern die Studien zu gut datierten Eisensfunden aus den Städten und Heiligtümern in der gesamten Region eine hohe Datendichte, die es erlaubt die Distribution und Konsumtion (sowie im begrenzten Ausmaß die Produktion) von Eisenobjekten besser zu verstehen. Zudem verfügt man über erhaltene Reste von gleich mehreren Produktionsstätten, anhand deren zum ersten Mal der gesamte Prozess der Eisenproduktion innerhalb einer Region rekonstruiert werden könnte; und darüber hinaus auch der kulturhistorische Kontext der Eisentechnologie in der frühen Ägäis selbst. Dies zusammen erlaubt es, die bestehenden Ansätze zu überdenken und eine Tendenz in der künftigen Deutung der Rolle der frühen Eisentechnologie in der Ägäis aufzuzeichnen.

In diesem Sinne stellt der ins 11. Jh. v. Chr. datierte Fund aus Phokaia/Foça das früheste Beispiel einer Eisenschmiede in der Ägäis dar, vergleichbar lediglich mit den etwas älteren bzw. zeitgleichen Funden aus dem Nahen Osten (Tell Tayinat/Antakya, Meggido; mit weiterer Literatur s. YAHALOM-MACK – ELIYAHU-BEHAR 2015, 300). Auf dem griechischen Festland sind ähnliche Werkstätten erst für die spätgeometrische Periode belegt (Asine, Skala Oropou). Aus diesem Grund ist es plausibel, die entsprechende technologische Kenntnis (zumindest des Raffinierens und des Schmiedens) für die submykenische/protogeometrische Zeit ebenso in Ionien zu postulieren, und das obwohl die frühen Eisenobjekte im archäologischen Material der Region nur singular vertreten sind. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die bestehenden Ansätze zur Einführung von Eisen in die Ägäis abzulehnen sind, sondern nur dass der Fund aus Phokaia/Foça einen weiteren *locus* auf der fiktiven Karte der technologischen Entwicklung skizziert – eine Region, die spätestens seit der Bronzezeit einen fruchtbaren und intensiven kulturellen Austausch mit Anatolien pflegte, dem Entstehungsort der Metallurgie.

Ferner bestätigen die ersten archäometallurgischen Untersuchungen der Eisenobjekte aus Milet und Klazomenai den Fortschritt im technologischen Wissen in der archaischen Zeit, welcher ebenfalls in anderen Bereichen wie die Bronzemetallurgie zu fassen ist. Gleichzeitig bietet das umfangreiche Fundensemble aus den Kultstätten (Assesos, Didyma, Samos) und Siedlungen (Milet) in Ionien eine günstige Gelegenheit die technologische Entwicklung während der gesamten archaischen Periode zu untersuchen und somit festzustellen, ob und wann der entscheidende Durchbruch (insbesondere in der Verwendung von anspruchsvollen Schmiedetechniken und der Einführung von Stahllegierung) stattfand, der sich am früheren Material aus der Ägäis sowie dem östlichen Mittelmeerraum bislang nicht abzeichnet.

Davon ausgehend lässt sich zusammenfassen, dass in Ionien spätestens seit der protogeometrischen Zeit ein entwickeltes metallurgisches Wissen existierte. Dieses umfasste das Verständnis von komplexen pyrometallurgischen Prozessen, bei denen der Rohstoff zu einem Objekt transformiert wurde; und das nicht nur im Sinne des Bronze gießens, sondern auch des Eisenschmiedens sowie der Stahlerzeugung. Die Aufarbeitung der Funde und Kontexte aus der westlichen Kleinasiatischen Küsten und der gegenüberliegenden Inseln ist jedoch noch nicht abgeschlossen und neue Entdeckungen sind im Hinblick auf die laufenden Grabungen zu erwarten. Somit müssen derzeit zahlreiche Fragen unbeantwortet bleiben – allen voran die Frage nach der Rolle der spätbronzezeitlichen und früheisenzeitlichen Bronzetechnologie bei der Einführung und der anschließenden Etablierung der Eisentechnologie in der Ägäis.

## LITERATUR

- Aischyl. *Prom.* = Aischylos: *Prometheus Bound*. Transl. H.W. Smyth. Aeschylus. Vol. I. Cambridge Mass. 1926.  
 Clem. Al. *Stromateis* = Clement of Alexandria: *Stromateis*. Transl. J. Ferguson. Fathers of the Church. Vol. 85. Washington 1991.  
 Diod. = Diodorus Siculus: *Library*. Transl. C.H. Oldfather. Diodorus Siculus Vol. 4–8. Cambridge Mass. 1989.  
 Eur. *Orest.* = Euripides: *Orestes*. Transl. E.P. Coleridge. The Complete Greek Drama. Editor: W.J. Oates – E. O’Neil. Jr. Vol. 2. New York.  
 Hdt. = Herodotus. *The Histories*. Transl. A.D. Godley. Herodotus. Harvard 1920.  
 Hekat. = Hekataios von Milet. *Early Greek Mythography*. Editor: R. Fowler. Vol. I. Oxford 2000.

- Hes. *Erga* = Hesiod: *Works and Days*. Transl. H.G. Evelyn-White. The Homeric Hymns and Homeric. Cambridge Mass. 1914.
- Hes. *Cat. fr.* = Hesiodos. *Catalogus Feminarum*.
- Paus. = Pausanias: *Description of Greece*. Transl. W.H.S. Jones – H.A. Ormerod. Pausanias Description of Greece IV. Cambridge Mass. 1918.
- Schol. Apoll. Rhod. = Apollonios from Rhodos: *Argonautica*. Transl. R. Gleis – S. Natzel-Gleis. Das Argonautenepos. Bd. 1. Darmstadt 1996.
- Strab. = Strabo: *Geography*. The Geography of Strabo. Editor: H.L. Jones. Cambridge Mass. 1924.
- BACKE-FORSBERG, Y. *et al.* 2000/2001: Metal-working at Asine. Report on the Remains of Iron Production from the Barbouna Area and the Area East of the Acropolis. *Opuscula Atheniensia* 25, 25–34.
- BACKE-FORSBERG, Y. – RISBERG, C. 2002: Archaeometallurgical Methods Applied to Remains of Iron Production from the Geometric Period at Asine. In: B. Wells (ed.): *New Research on Old Material from Asine and Berbari*. Stockholm, 85–94.
- BAITINGER, H. 2001: *Die Angriffswaffen aus Olympia*. Olympische Forschungen 29. Berlin.
- BAITINGER, H. – VÖLLING, T. 2007: *Werkzeug und Gerät aus Olympia*. Olympische Forschungen 32. Berlin.
- BAMMER, A. – MUSS, U. 2009: Deponien im Artemision von Ephesos. In: S. Lehmann *et al.* (eds.): *Zurück zum Gegenstand. Festschrift für Andreas E. Furtwängler*. Schriften des Zentrums für Archäologie und Kulturgeschichte des Schwarzmeerraumes 16. Langenweissbach, 391–404.
- BARLETTA, B. 2011: State of the Discipline. Greek Architecture. *American Journal of Archaeology* 115, 611–640.
- BAYKAN, D. 2012: Nif (Olympos) Dağı Kazısı metal buluntularının tipolojik ve Analojik Değerlendirmesi. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı* 27, 231–246.
- BAYKAN, D. 2013: Batı Anadolu` dan Yeni Arkeo-metalürjik Veriler. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı* 28, 191–204.
- BAYKAN, D. 2015: Metal Finds from Nif-Olympus. In: E. Lafli – S. Pataci (eds.): *Recent Studies on the Archaeology of Anatolia*. BAR International Series 2750. Oxford, 41–48.
- BAYKAN, D. 2016a: M.Ö. 1. Bin Nif Dağı metalurji verileri. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı* 31, 21–36.
- BAYKAN, D. 2016b: Antik madencilik Çerçevesinde Nif Dağı Kazıları. *Yer altı kaynakları dergisi* 5/9, 25–34.
- BENTZ, M. *et al.* (eds.) 2010: *TonArt. Virtuosität antiker Töpfertechnik*. Petersberg.
- BOARDMAN, J. 2006: *The History of Greek Vases. Potters, Painters and Pictures*. London.
- BORN, H. 2009: *Die Helme des Hephaistos. Handwerk und Technik griechischer Bronzen in Olympia*. München.
- BUMKE, H. 2006: Die Schwester des Orakelgottes. Zum Artemiskult in Didyma. In: J. Mylonopoulos – H. Roeder (eds.): *Archäologie und Ritual. Auf der Suche nach der rituellen Handlung in den antiken Kulturen Ägyptens und Griechenlands*. Wien, 215–237.
- BUMKE, H. 2013: Der archaische Heiligtumsbefund vom “Taxiarchis-Hügel” in Didyma und sein Zeugniswert für die Rekonstruktion „ritueller Mahlzeiten“. In: I. Gerlach – D. Raue (eds.): *Sanktuar und Ritual. Heilige Plätze im archäologischen Befund*. Rahden, 335–342.
- BUMKE, H. 2015: Aktuelle Forschungen in Didyma. In: Ü. Yalçın *et al.* (eds.): *Anatolien, Brücke der Kulturen. Aktuelle Forschungen und Perspektiven in den deutsch-türkischen Altertumswissenschaften*. Bochum, 325–343.
- CEVIZOĞLU, H. – YALÇIN, Ü. 2012: A Blacksmith’s Workshop at Klazomenai. In: A. Çilingiroğlu – A. Sagona (eds.): *Anatolian Iron Ages 7. The Proceeding of the Seventh Anatolian Iron Ages Colloquium held at Edirne, 19–24 April 2010*. Ancient Near East Studies 39. Leuven, 73–97.
- CEVIZOĞLU, H. – ERSOY, Y. 2016: Zur Rolle der handwerklichen Betriebe in Bezug auf die wirtschaftliche Entwicklung von Klazomenai. In: K. Piesker (ed.): *Wirtschaft als Machtbasis. Beiträge zur Rekonstruktion vormoderner Wirtschaftssysteme in Anatolien*. BYZAS 22. Istanbul, 105–131.
- CADUFF, G.A. 2006: Daktyloi Idaioi. In: H. Cancik *et al.* (eds.): *Der Neue Pauly*. Available online: [http://dx.doi.org/emedien.ub.uni-muenchen.de/10.1163/1574-9347\\_dnp\\_e309790](http://dx.doi.org/emedien.ub.uni-muenchen.de/10.1163/1574-9347_dnp_e309790) (visited 12/05/2017).

- COLDSTREAM, J.N. – CATLING, H.W.: *Knossos North Cemetery. Early Greek Tombs*. BSA Supplementary Volume 28. London.
- CURTIS, J. et al. 1979: Neo-Assyrian Ironworking Technology. *Proceedings of the American Philosophical Society* 123/6, 369–390.
- DAVIDSON, G. 1952: *The minor objects*. Corinth 12. Princeton.
- DONDER, H. 2002: Funde aus Milet 11. Die Metallfunde. *Archäologischer Anzeiger* 2002/1, 1–8.
- DONDER, H. 2015: Die Metallfunde vom Kalabaktepe in Milet. Siedlungsniederschlag oder thesauriertes Altmetall? In: H. Baitinger (ed.): *Materielle Kultur und Identität im Spannungsfeld zwischen mediterraner Welt und Mitteleuropa*. Akten der internationalen Tagung am Römisch-Germanischen Zentralmuseum Mainz, 22.–24. Oktober 2014. Mainz, 175–184.
- DOONAN, R. – MAZARAKIS AINIAN, A. 2007: Forging Identity in Early Iron Age Greece: Implications of the Metalworking Evidence from Oropos. In: A. Mazarakis Ainian (ed.): *Oropos and Euboea in the Early Iron Age*. Acts of an international round table, University of Thessaly, June 18–20, 2004. Volos, 361–378.
- ERB-SATULLO, N. et al. 2014: Late Bronze Age and Early Iron Age Copper Smelting Technologies in the South Caucasus. The View from Ancient Colchis c. 1500–600 BC. *Journal of Archaeological Science* 49, 147–159.
- GAILHARD, N. 2014: Reflections on Experimentation and Innovations Process. The Origin of Iron in Anatolia. In: P. Bieliński et al. (eds.): *Archaeology of Fire, Conservation, Preservation and Site Management, Bioarchaeology in the Ancient Near East Islamic Session*. Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Congress on the Archaeology of the Ancient Near East, 30 April–4 May 2012, University of Warsaw. Wiesbaden, 173–186.
- GAITZSCH, W. 1980: *Eiserne römische Werkzeuge. Studien zur römischen Werkzeugkunde in Italien und den nördlichen Provinzen des Imperium Romanum*. BAR International Series 78. Oxford.
- GAITZSCH, W. 2005: *Eisenfunde aus Pergamon. Geräte, Werkzeuge und Waffen*. Pergamenische Forschungen 14. Berlin.
- GAUSS, W. et al. 2015: Introduction. In: W. Gauß et al. (eds.): *The Transmission of Technical Knowledge in the Production of Ancient Mediterranean Pottery*. Wien, 7–16.
- GRALFS, B. 1988: *Metallverarbeitende Produktionsstätten in Pompeji*. BAR International Series. Oxford.
- HELD, W. 2000: *Das Heiligtum der Athena in Milet*. Milesische Forschungen 2. Mainz.
- HENDERSON, J. 2013: Glass and Faience. In: H. Fokkens – A. Harding (eds.): *The Oxford Handbook of the European Bronze Age*. Oxford, 492–500.
- HERDA, A. 2013: Burying a Sage. The Heroon of Thales in the Agora of Miletos. In: O. Henry (ed.): *Le mort dans la ville. Pratiques, contextes et impacts des inhumations intra-muros en Anatolie, de début de l'Âge du Bronze à l'époque romaine*. Istanbul, 14–15 Novembre 2011. Istanbul, 67–122.
- HOEPFNER, W. 2011: *Ionien. Brücke zum Orient*. Stuttgart.
- JEAN, E. 2001: Le fer chez les Hittites. Un bilan des données archéologiques. *Mediterranean Archaeology* 14, 163–188.
- KERSCHNER, M. 2005: Die Ionier und ihr Verhältnis zu den Phrygern und Lydern. Analyse der literarischen, epigraphischen und numismatischen Zeugnisse. In: E. Schwertheim – E. Winter (eds.): *Neue Forschungen zu Ionien*. Bonn, 113–146.
- KERSCHNER, M. 2008: *Archäologische Forschungen zur Siedlungsgeschichte von Ephesos in geometrischer, archaischer und klassischer Zeit. Grabungsbefunde und Keramikfunde aus dem Bereich von Koressos*. Wien.
- KERSCHNER, M. 2011: Approaching Aspects of Cult Practice and Ethnicity in Early Iron Age Ephesos Using Quantitative Analysis of a Proto-geometric Deposit from the Artemision. In: S. Verdan et al. (eds.): *Early Iron Age Pottery. A Quantitative Approach*. Proceedings of the International Round Table organized by the Swiss School of Archaeology in Greece. Athens, November 28–30, 2008. Oxford, 19–27.
- KILIAN-DIRLMEIER, I. 2002: *Kleinfunde aus dem Athena Itonia-Heiligtum bei Philia (Thessalien)*. Monographien des Römisch-Germanisches Zentralmuseums Mainz 48. Bonn.

- KIRIATZI, E. – KNAPPETT, C. eds. 2016: *Human Mobility and Technological Transfer in the Prehistoric Mediterranean*. New York.
- KLEBINDER-GAUSS, G. 2003: Zu Bronzeworkstätten im früharchaischen Artemision von Ephesos. *Forum Archaeologie* 27. Vol. VI
- KLEBINDER-GAUSS, G. 2007: *Bronzefunde aus dem Artemision von Ephesos*. Forschungen in Ephesos XII/3. Wien.
- KLEBINDER-GAUSS, G. 2008: Ephesos und seine Beziehungen zur phrygischen Bronzekunst. In: U. Muss (ed.): *Die Archäologie der ephesischen Artemis. Gestalt und Ritual eines Heiligtums*. Wien, 235–240.
- KOSTOGLU, M. 2008: *Iron and Steel in Ancient Greece. Artefacts, Technology and Social Change in Aegean Thrace from Classical to Roman Times*. BAR International Series 1883. Oxford.
- KOSTOGLU, M. 2010: Iron, Connectivity and Local Identities in the Iron Age to Classical Mediterranean. In: P. van Dommelen – A.B. Knapp (eds.): *Material Connections in the Ancient Mediterranean. Mobility, Materiality, and Mediterranean Identities*. Abingdon, 171–189.
- LEMONS, I. 2002: *The Protogeometric Aegean. The Archaeology of The Late Eleventh and Tenth Centuries BC*. Oxford.
- LEMONS, I. 2007: The Migration to the West Coast of Asia Minor. Tradition and Archaeology. In: J. Cobet et al. (eds.): *Frühes Ionien. Eine Bestandaufnahme*. Panionion-Symposium Güzelçamli 25. Sempember – 1. Oktober 1999. Milesische Forschungen 5. Mainz, 713–727.
- MAC SWEENEY, N. 2014: *Foundation Myths and Politics in Ancient Ionia*. Cambridge.
- MADDIN, R. 1982: Early Iron Technology in Cyprus. In: J.D. Muhly et al. (eds.): *Early Metallurgy in Cyprus, 4000–500 B.C.* Nicosia, 303–314.
- MATTUSCH, C. 1977: Bronze and Ironworking in the Area of the Athenian Agora. *Hesperia* 46, 340–379.
- MATTUSCH, C. 2014: *Enduring Bronze. Ancient Art, Modern Views*. Los Angeles.
- MCCONCHIE, N. 2004: *Archaeology at the North-East Anatolian Frontier V: Iron Technology and Iron-making Communities of the First Millennium BC*. Ancient Near Eastern Studies. Supplement 13. Louvain.
- MCCONNELL, P. M. 1990: *The Forging of Israel. Iron Technology, Symbolism and Tradition in Ancient Society*. Sheffield.
- MODARRESSI-TEHRANI, D. 2009: *Untersuchungen zum früheisenzeitlichen Metallhandwerk im westlichen Hallstatt- und Frühlaténegebiet*. Rahden/West.
- MORRIS, I. 1989: Circulation, Deposition and the Formation of the Greek Iron Age. *Man, New Series* 24/3, 502–519.
- MORRIS, I. 2007: *Early Iron Age Greece*. Cambridge.
- MOUNTHOY, P.A. 1998: The East Aegean-West Anatolian Interface in the Late Bronze Age: Mycenaeans and the Kingdom of Ahhiyawa. *Anatolian Studies* 48, 33–67.
- MUHLI, J.D. et al. 1985: Iron in Anatolia and the Nature of the Hittite Iron Industry. *Anatolian Studies* 35, 67–84.
- MUHLI, J.D. 2006: Texts and technology: the beginning of iron metallurgy in the Eastern Mediterranean. In: T.P. Tassios – C. Polyvou (eds.): *Ancient Greek Technology*. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Ancient Greek Technology, October 2005. Athens, 19–31.
- OLESON, J.P. ed. 2008: *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical world*. Oxford.
- OLSHAUSEN, E. 2006: Chalybes. In: H. Cancik et al. (eds.): *Der Neue Pauly*. Available online: [http://dx.doi.org/emedien.ub.uni-muenchen.de/10.1163/1574-9347\\_dnp\\_e231270](http://dx.doi.org/emedien.ub.uni-muenchen.de/10.1163/1574-9347_dnp_e231270) (visited 12/05/2017).
- ÖZYIĞIT, Ö. 2003: Yili Phokaia Kazi Çalışmaları. *Kazi Çalışmaları Toplantısı* 26/2, 43–50.
- ÖZYIĞIT, Ö. 2017: *Phokaia kazıları tarihi ile Foça yarımadasını çeviren kent duvarları ve restorasyonu. Phokaia Kazi ve Araştırmalar*. Istanbul.
- PAPADOPOULOS, J.K. 2015: Greece in the Early Iron Age. Mobility, Commodities, Politics, and Literacy. In: A.B. Knapp – P. van Dommelen (eds.): *The Cambridge Prehistory of the Bronze and Iron Age Mediterranean*. Cambridge, 178–195.
- PERNICKA, E. 1990: Gewinnung und Verbreitung der Metalle in prähistorischer Zeit. *Jahrbuch des Römisch-germanischen Zentralmuseums Mainz* 37, 21–129.
- PHOTOS, E. 1987: *Early Extractive Iron Metallurgy in N Greece. A Unified Approach to Regional Archaeometallurgy*. Unpublished PhD Thesis, University of London. London.

- PICKLES, S. – PELTENBURG, E. 1998: Metallurgy, Society and Bronze/Iron Transition in the East Mediterranean and the Near East. *Report of the Department of Antiquities Cyprus 1998*, 67–100.
- PIGOTT, V.C. 1980: The Iron Age in Western Iran. In: T.A. Wertime – J.D. Muhly (eds.): *The Coming of the Age of Iron*. New Haven, 417–461.
- PIGOTT, V.C. 1989: The Emergence of Iron Use at Hasanlu. *Expedition* 31/2–3, 67–79.
- PLEINER, R. 1969: *Iron Working in Ancient Greece*. Praha.
- PLEINER, R. 1996: Das frühe Eisen. Von den Kleinwaagemengen zu der ältesten Industrie. *Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift* 37/3, 283–291.
- PLEINER, R. 2006: *Iron in Archaeology. Early European Blacksmiths*. Praha.
- POPHAM, M.R. et al. 1979–1980: *Lefkandi I. The Iron Age*. BSA Supplementary Volume 11. Oxford.
- PSAROUDAKIS, K. 2003: Iera kai metallotechnia stin anatoliki mesogeio apo tin epochi tou chalkou sta istorika chronia. In: N. Kyparissi-Apostolika – M. Papakonstantinou (eds.): *The Periphery of the Mycenaean World*. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Interdisciplinary Colloquium, Lamia 1999. Athens, 581–585.
- RAUBITSCHKE, A.E. 1998: *The Metal Objects (1914–1988)*. Isthmia 7. Princeton.
- RISBERG, C. 1992: Metal-working in Greek Sanctuaries. In: T. Linders – B. Alroth (eds.): *Economics of Cult in the Ancient Greek World*. Proceedings of the Uppsala Symposium, 1990. Uppsala, 33–40.
- RISBERG, C. 1997: Evidence of Metal Working in Early Greek Sanctuaries. In: C. Gillis et al. (eds.): *Trade and Production in Premonetary Greece. Production and the Craftsman*. Proceedings of the 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> International Workshops, Athens 1994 and 1995. Jonsered, 185–196.
- RISBERG, C. 1998: Production in a Sacred Place. *Topoi* 8/2, 671–679.
- ROBERTS, B. – RADIVOJEVIĆ, M. 2015: Invention as a Process. Pyrotechnologies in Early Societies. *Cambridge Archaeological Journal* 25, 299–306.
- SANIDAS, G.M. et al. 2016: Polykmetos sideros. A propos du fer en grèce antique. *Revue Archéologique* 62, 279–301.
- SCOTT, D.A – EGGERT, G. 2009: *Iron and Steel in Art. Corrosion, Colorants, Conservation*. London.
- SCHMITT, H.-O. 2007: Die Angriffswaffen. In: R. Felsch et al. (eds.): *Kalapodi. Ergebnisse der Ausgrabungen im Heiligtum der Artemis und des Apollon von Hyampolis in der antiken Phokis II*. Mainz, 423–551.
- SEVIN, V. – KAVAKLI, E. 1996: *Van/Karagündüz. Bir erken demir çağ nekropolü / An Early Iron Age Cemetery*. Istanbul.
- SHERRATT, S. 2003: The Mediterranean Economy. “Globalisation” at the End of the Second Millennium B.C.E. In: W.G. Dever – S. Gitin (eds.): *Symbiosis, Symbolism and the Power of the Past: Canaan, Ancient Israel and their Neighbors from the Late Bronze through Roman Palestina*. Proceedings of the Centennial Symposium W.F. Albright Institute of Archaeological Research and the American Schools of Oriental Research Jerusalem, May 29–31, 2000. Winona Lake. Eisenbrauns, 37–62.
- SIEGELOVA, J. 1984: Gewinnung und Verarbeitung von Eisen im Hethitischen Reich im 2. Jahrtausend v. u. Z. *Annals of the Náprstek Museum* 12, 71–168.
- SILLAR, B. – TITE, M.S. 2000: The Challenge of “Technological Choices” for Material Science Approaches in Archaeology. *Archeometry* 42/1, 2–20.
- SLAWISCH, A. 2013: Didyma. Untersuchungen zur sakralen Topographie und baulichen Entwicklung des Kernheiligtums vom 8.–4. Jh. v. Chr. In: I. Gerlach – D. Raue (eds.): *Sanktuar und Ritual. Heilige Plätze im archäologischen Befund*. Rahden 2013, 53–60.
- SNODGRASS, A.M. 1980: Iron and Early Metallurgy in the Mediterranean. In: T.A. Wertime – J.D. Muhly (eds.): *The Coming of the Age of Iron*. New Haven, 335–374.
- SNODGRASS, A.M. 1982: Cyprus and the Beginnings of Iron Technology in the Eastern Mediterranean. In: J.D. Muhly et al. (eds.): *Early Metallurgy in Cyprus, 4000–500 B.C.* Acta of the International Archaeological Symposium. Larnaca, Cyprus, 1<sup>st</sup>–6<sup>th</sup> of June 1981. Nicosia, 285–294.
- SNODGRASS, A.M. 2000: *The Dark Age of Greece. An Archaeological Survey of the Eleventh to the Eight Centuries BC*. Edinburgh.

- SNODGRASS, A.M. 2006: *Archaeology and the Emergence of Greece. Collected Papers on Early Greece and Related Topics (1965–2002)*. Edinburgh.
- STAMPOLIDIS, N. et al. (eds.) 2015: *Nostoi. Indigenous Culture, Migration and Integration in the Aegean Islands and Western Anatolia During the Late Bronze and Early Iron Age*. Istanbul.
- THOLANDER, E. 1971: Evidence for the Use of Carburized Steel and Quench Hardening in Late Bronze Age Cyprus. *Opuscula Atheniensi* 10, 15–22.
- TUCHELT, K. 2007: Überlegungen zum archaischen Didyma. In: J. Cobet et al. (eds.): *Frühes Ionien. Eine Bestandaufnahme*. Panionion-Symposium, Güzelçamlı, 25. Sempember–1. Oktober 1999. Milesische Forschungen 5. Mainz, 393–412.
- TULUNAY, E.T. 2015: Nif (Olympos) Dağı araştırma ve kazı projesi: 2013 yılı Kazısı. *Kazı Sonuçları Toplantısı* 36/3, 695–717.
- VAROUFAKIS, G. 1995: The Iron T-clamps and Dowels of Parthenon. *Pact. Revue du Groupe européen d'études pour les techniques physiques, chimiques et mathématiques appliquées à l'archéologie* 45, 137–142.
- VELDHUIJZEN, H. 2012: Just a Few Rusty Bits. The Innovation of Iron in the Eastern Mediterranean in the 2<sup>nd</sup> and 1<sup>st</sup> millennia BC. in: V. Kassianidou – G. Pappasavas (eds.): *Eastern Mediterranean Metallurgy and Metalwork in the Second Millennium BC. A Conference in Honour of J.D. Muhly*. Nicosia, 11<sup>th</sup>–11<sup>th</sup> October 2009. Oxford, 237–250.
- VELDHUIJZEN, H. – REHREN, T. 2007: Slags and the City: Early Iron Production at Tell Hammeh, Jordan and Tel Beth-Shemesh, Israel. In: S. La Niece – P. Craddock (eds.): *Metals and Mines. Studies in Archaeometallurgy. Selected Papers from the Conference Metallurgy: A Touchstone for Cross-cultural Interaction*. British Museum, 28–30 April 2005. London, 189–201.
- VERČÍK, M. 2016: Nichts als Schrott? Nahöstliche Panzerschuppen aus dem Apollon-Heiligtum in Didyma. *Distant World Journal* 1, 11–26.
- VERDAN, S. 2007: Eretria. Metalworking in the Sanctuary of Apollo Daphnephoros during the Geometric Period. In: A. Mazarakis Ainian (ed.): *Oropos and Euboea in the Early Iron Age*. Acts of an International Round Table, University of Thessaly, June 18–20, 2004. Volos, 345–359.
- WALDBAUM, J. 1978: *From Bronze to Iron. The Transition from the Bronze Age to the Iron Age in the Eastern Mediterranean*. SIMA 54. Goteborg.
- WALDBAUM, J. 1980: The First Archaeological Appearance of Iron and the Transition to the Iron Age. In: T.A. Wertime – J.D. Muhly (eds.): *The Coming of the Age of Iron*. New Haven, 69–98.
- WALDBAUM, J. 1982: Bimetallic Objects from the Eastern Mediterranean and the Question of the Dissemination of Iron. In: J.D. Muhly et al. (eds.): *Early Metallurgy in Cyprus, 4000–500 B.C.* Acta of the International Archaeological Symposium. Larnaca, Cyprus, 1<sup>st</sup>– 6<sup>th</sup> of June 1981. Nicosia, 325–350.
- WALDBAUM, J. 1999: The Coming of Iron in the Eastern Mediterranean. Thirty Years of Archaeological and Technological Research. *Masca Research Papers in Science and Archaeology* 16, 27–57.
- YAHALOM-MACK, N. – ELIYAHU-BEHAR, A. 2015: The Transition from Bronze to Iron in Canaan. Chronology, Technology, and Context. *Radiocarbon* 52/2, 285–305.
- YALÇIN, Ü. 1993: Archäometallurgie in Milet. Technologiestand der Eisenverarbeitung in archaischer Zeit. *Istanbuler Mitteilungen* 43, 361–370.
- YALÇIN, Ü. 2000: Zur Technologie der frühen Eisenverhüttung. *Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege* 42, 307–316.
- YALÇIN, Ü. 2003: Metallurgie in Anatolien. In: T. Stöllner et al. (eds.): *Man and Mining – Mensch und Bergbau. Studies in honour of Gerd Weisgerber on Occasion of his 65<sup>th</sup> Birthday*. Der Anschnitt, Beiheft 16. Bochum, 527–536.
- YALÇIN, Ü. 2005: Zum Eisen der Hethiter. In: Ü. Yalçin et al. (eds.): *Das Schiff von Uluburun. Welthandel vor 3000 Jahren*. Katalog der Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum vom 15. Juli 2005 bis 16. Juli 2006. Bochum, 493–502.

- YALÇIN, Ü. – CEVIZOĞLU, H. 2011: Eine archaische Schmiedewerkstatt in Klazomenai. In: Ü. Yalçin (ed.): *Anatolian Metals V. Der Anschnitt. Beiheft 24.* Bochum, 85–90.
- YALÇIN, Ü. – ÖZYIĞIT, Ö. 2013: Die Schmiedewerkstatt aus Phokaia. Ein Kurzbericht. In: Ü. Yalçin (ed.): *Anatolian Metals VI. Der Anschnitt. Beiheft 25.* Bochum, 239–246.
- YENER, K.A. 2009: *The Domestication of Metals. The Rise of Complex Metal Industries in Anatolia.* Culture and History of the Ancient Near East 4. Leiden.
- ZIMMER, G. 1990: *Griechische Bronzegusswerkstätten. Zur Technologieentwicklung eines antiken Kunsthandwerkes.* Mainz.

**Marek Verčík**

Institute of Classical Archaeology  
Faculty of Arts, Charles University  
Celetná 20, CZ-110 00 Prague 1  
marek.vercik@ff.cuni.cz

Post-Doc Affiliate  
Distant Worlds: Munich Graduate School for  
Ancient Studies  
Ludwig-Maximilians-University Munich  
Geschwister-Scholl-Platz 1  
D-80539 München