

Blasrohrdüsen

Ein archäologischer Exkurs zur Pyrotechnologie des Chalkolithikums und der Bronzezeit

Stehen keine Kinder dabei, wenn ich schmiede? Wenn ich sterbe, wird mein Platz verlassen sein, denn sie haben das Schmiedehandwerk nicht gelernt. Aber wenn es in einem Buch aufgezeichnet wird, werden sie es wissen.

(Abakper, Schmied in Ghana, 1975)¹

Die Interpretation prähistorischer Funde beschränkt sich seit den Anfängen der Urgeschichtswissenschaft keineswegs allein auf Probleme der chronologischen und chorologischen Ausdeutung. Im Zentrum standen und stehen auch heute immer noch Fragen determinierender Nomenklatur, mithin Fragen nach den funktionalen Aspekten des jeweiligen Fundgegenstandes.

Je nach Art und Umfang der Überlieferung wurden und werden die hierbei zu erwartenden Lösungen jedoch weitgehend vom Erkenntnisstand benachbarter Disziplinen, wie etwa der Volks- und Völkerkunde, den Geschichts- und Altertumswissenschaften bestimmt². Grundsätzlich handelt es sich hierbei um Analogieschlüsse³, um Vergleiche mit historisch überlieferten Objekten und deren Funktionen – vorzugsweise unter Berücksichtigung größtmöglicher zeitlicher und geographischer Nähe⁴.

Die Suche nach Analogien beherrschte verständlicherweise gerade die Frühphase der vorgeschichtlichen Forschung, galt es doch, die oftmals märchenhaften und durch Aberglaube bestimmten volkstümlichen Interpretationen – wie die Ansichten über Donnerkeile, Hünengräber und in der Erde wachsende Töpfe – durch rationale, sowohl historisch als auch naturwissenschaftlich verifizierbare Ausdeutungen des Fundmaterials zu korrigieren.

Unter diesem Gesichtspunkt ist es nicht verwunderlich, daß sich die ersten kritischen Ansätze zur Ausdeutung prähistorischer Funde in Mitteleuropa in den Werken mineralogisch ausgebildeter Forschergruppen, wie etwa in den Schriften Georg Agricolas, finden, der als Arzt und Mineraloge gerade prädestiniert war, die in der Erde aufgefundenen Gefäße als Urnen zu deuten, „worin die alten Germanen, dem Christentume noch nicht zugewandt, die Asche der verbrannten Leichname aufbewahrt“ hätten⁵.

Auch heute noch profitieren die Urgeschichtswissenschaften in zunehmenden Maße, gerade aber die montananar-

chäologische Forschung, von den Erkenntnissen naturwissenschaftlich-archäometrischer Untersuchungen; gelingt doch die Rekonstruktion prähistorischen Alltags im Berg- und Hüttenwesen nur durch die Verknüpfung prinzipiell verschiedenartiger Wissenschaftsbereiche.

Urgeschichtsforschung und Naturwissenschaften verfolgen hierbei den Weg der Erze von der Lagerstätte zum Verhüttungsplatz, sie untersuchen die bei der Warenproduktion angewandten Techniken und erprobten Verfahren zur Korrelation von Fertigprodukten und Lagerstätten.

Für die Bereiche des prähistorischen und antiken Bergbaus und des Hüttenwesens bieten sich auch heute noch – trotz mittelalterlicher und neuzeitlicher Überprägung – in unterschiedlichem Umfang Chancen, die technischen Verfahren, ihren Umfang und ihre Leistungsfähigkeit im Umfeld der Lagerstätten zu überprüfen.

Die pyrotechnologischen Verfahren der sekundären Metallurgie sind dagegen nur mittelbar zu erschließen. Ihre Kenntnis ist weitgehend abhängig vom Umfang und der Qualität entsprechender Siedlungsgrabungen, dem sorgfältigen Umgang mit oft unscheinbarem Fundmaterial, nicht zuletzt von der Qualität der abschließenden Publikationen, die weitgehend die Quellengrundlage entsprechender Untersuchungen bilden. Unter diesen Gesichtspunkten besitzen die hier im Detail zu diskutierenden keramischen Kleinformen sicherlich Modellcharakter. Ihre Bedeutung erlangen sie als integraler Bestandteil pyrotechnologischer Prozesse nicht allein der sekundären Metallurgie bis zur Mitte des 2. Jahrtausends v. Chr.

Die Beschäftigung mit Fragen der prähistorischen Kupfergewinnung in Oberitalien – gefördert durch Mittel der Vereinigung der Freunde von Kunst und Kultur im Bergbau e. V. – gibt Anlaß, die Bedeutung dieser Formen, ihre Verbreitung und Funktion erneut zu diskutieren.



Abb. 1: Altägyptischer Metallhandwerker im Grab des Wesirs Mereruka (6. Dynastie). Sechs Arbeiter erhitzen mit Hilfe langer Blasrohre eine Metallschmelze in hornförmigen, beidseitig offenen Tiegeln, die nach Aussage der Beischriften neu angefertigt worden waren und daher einer besonderen Behandlung bedurften

Forschungsgeschichte

Neben Analogien der Form gelten geschlossene Fundzusammenhänge und die Vergesellschaftung der Funde mit eindeutig zu interpretierenden Befunden als wichtige Schlüssel zur Deutung prähistorischer Grab- und Siedlungsfunde. Zur Beurteilung der hier im Mittelpunkt stehenden Kleinformen stehen jedoch bislang nur wenige, zudem weit verstreute Befunde zur Verfügung. Es ist daher nicht unverständlich, daß man die Düsen zeitweilig mit keinem praktischen Verwendungszweck in Verbindung bringen mochte und sie als Objekte mit Votivcharakter⁶, gar als Phallusidole eines prähistorischen Fruchtbarkeitskultes deutete⁷. Im italienischen Sprachraum wurden sie zeitweilig als „fischietto“ angesprochen und galten demnach als Blasinstrumente bronzezeitlicher Musikanten⁸. Häufig glaubte man auch in ihnen kleine Trichter⁹ oder Spinnwirtel¹⁰ erkennen zu können, ohne jedoch dabei zu berücksichtigen, daß die länglichen Formen nur unzulänglich als Schwungrad hätten dienen können.

Eine Nutzung der konischen Trichter im Bereich der Metallurgie wurde allerdings bereits seit dem 19. Jahrhundert diskutiert. Heinrich Schliemann deutete sie als Gußtrichter¹¹, während Josef Pič sie als einer der ersten als Mundstücke von Blasebälgen interpretierte¹². Mit beiden Ansichten setzte sich 1926 Bolko v. Richthofen bei der Publikation der Düsen von Mertschütz auseinander. Gegen eine Nutzung als Trichter sprach nach Richthofens Meinung der geringe, nur wenige Zentimeter große Durchmesser der Formen an ihrer Basis, der das Umfüllen einer Flüssigkeit, auch einer flüssigen Legierung keineswegs erleichtern konnte.

Doch auch eine Nutzung als Mundstücke von Blasebälgen schien ihm zumindest zweifelhaft, zeigten doch die damals bekannten Stücke keine Verschlackungen am Ende der vermutlich dem Feuer zugewandten Spitze. Zusätzlich wies er darauf hin, daß die Trichter als Blasebalgmundstücke unweckmäßig kurz gewesen wären, mithin ein Blasebalg immer in Gefahr gestanden hätte, mit der Glut des Schmelzofens oder der Feuerstelle in Kontakt zu geraten¹³.

Gleichwohl wollte v. Richthofen nicht gänzlich ausschließen, daß die Formen einst doch „als Mundstücke einer blasebalgähnlichen Vorrichtung zum Feuer-Anfachen“ dienten, wobei es sich allerdings nicht unbedingt um ein Werkzeug bronzezeitlicher Metallhandwerker handeln mußte¹⁴.

Erst 1969 erkannte Werner Kneußl in den zahlreichen Grabreliefs altägyptischer Zeitstellung eine wichtige Quellengruppe zur Deutung der frühbronzezeitlichen Düsenformen (Abb. 1). Wenn auch die abschließende Einschätzung des Fundmaterials aus der Tischerhöhle als verfehlt gelten kann, da Kneußl die Düsen in das Umfeld der weitaus größeren Windformen stellte¹⁵, lag doch seit dieser Zeit die korrekte Ansprache der kleinen konischen Trichter als Blasrohrdüsen in greifbarer Nähe.

Auf die ägyptischen Grabdenkmäler und ihre technologische Bedeutung für das Verständnis der mitteleuropäischen Bronzemetallurgie verwies erneut zunächst Hans-Jürgen Hundt, der in den Blasrohrdüsen Werkzeuge eines sowohl zeitlich als auch technologisch eng einzugrenzenden Entwicklungsabschnittes der Bronzemetallurgie zu erkennen glaubte und diesen in das zweite Viertel des

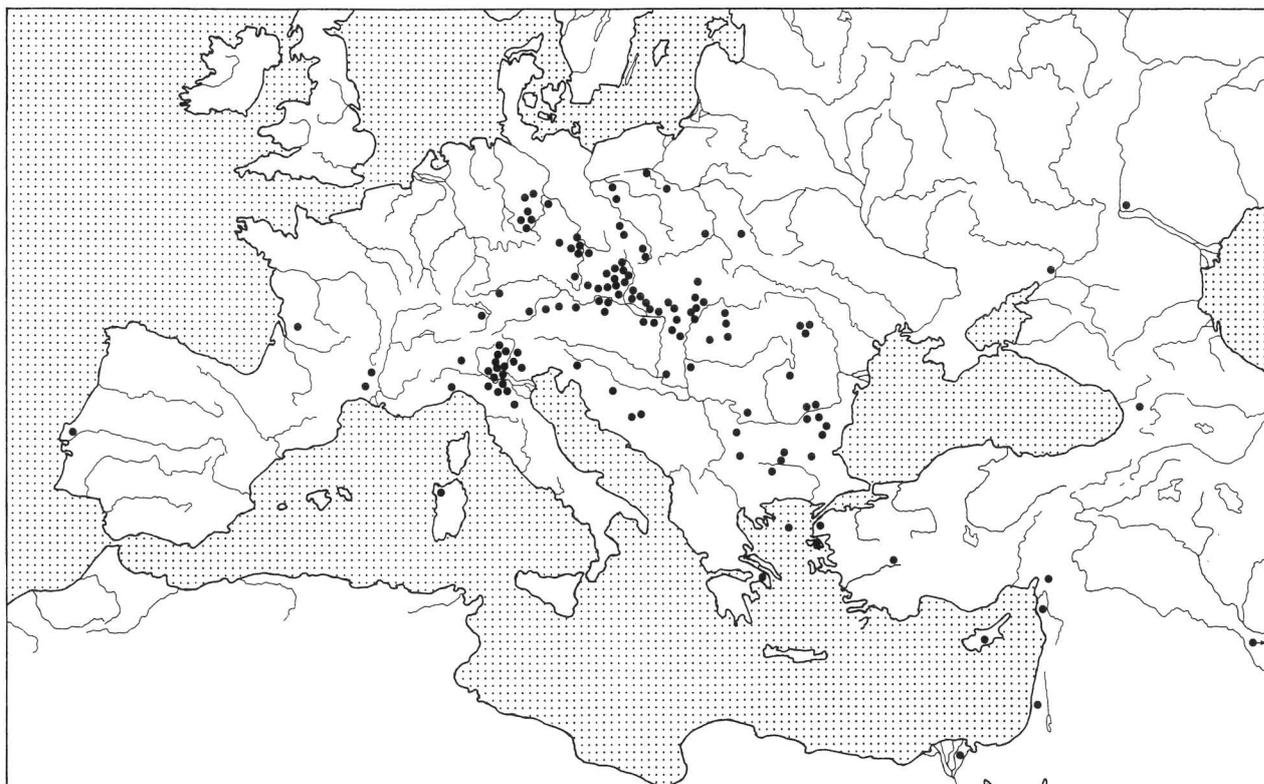


Abb. 2: Verbreitungskarte der im Katalog aufgeführten Fundstellen prähistorischer Blasrohrdüsen

2. Jahrtausends v. Chr. und dessen Mitte datierte¹⁶. Verbindungen zu den Grabdenkmälern sahen 1983 auch Aleksandar Durman¹⁷ und Albrecht Jockenhövel¹⁸, dem zusätzlich die erste Zusammenstellung frühbronzezeitlicher Blasrohrdüsen in Mitteleuropa zu verdanken ist.

Da alle Autoren den Gebrauch der Düsen auf die Bereiche der sekundären Metallurgie, zeitweilig noch auf die Bronzezeitmetallurgie der Frühbronzezeit beschränkt sahen, ergab

sich zwangsläufig die Frage, welche Instrumente in der zeitgleichen primären Kupfermetallurgie zum Einsatz kamen, und welcher Verfahren man sich in den kupferführenden Kulturen vorhergehender Zeiträume bediente. Der folgende Katalog (Abb. 2) versucht daher ohne Beschränkung auf Mitteleuropa und die Frühbronzezeit, alle jene Formen zusammenzustellen, für die angenommen werden kann, daß sie als Blasrohrdüsen bei der Durchführung pyrotechnologischer Prozesse Verwendung fanden¹⁹.

Katalog prähistorischer Blasrohrdüsen zwischen Atlantik und Kaspischem Meer

Portugal

1. Pedra do Ouro²⁰

Frankreich

2. Sainte-Anastasia, Grotte de Campefiel²¹
3. Auriolles, Grotte de Peyroche II²²
4. Merpins²³

Schweiz

5. Arbon-Bleiche²⁴

Bundesrepublik Deutschland

6. Reisenburg²⁵

Italien

7. Montesei²⁶

8. Romagnano, Loch²⁷
9. Romagnano, Tof de la Val²⁸
10. Acquaviva²⁹
11. Ledro³⁰
12. Cisano³¹
13. Bor di Pacengo³²
14. Lucone die Polpenazze³³
15. Barche di Solferino³⁴
16. Isolone del Mincio³⁵
17. Arquà Petrarca³⁶
18. Castione dei Marchesi³⁷
19. Castellaro Lagusello³⁸
20. La Tesa³⁹
21. Montale⁴⁰
22. Gorzano⁴¹
23. Polada⁴²
24. Cattaragna⁴³

- 25. Isola Virginia⁴⁴
- 26. Monte del Castellaccio⁴⁵
- 27. Caverna Pollera⁴⁶
- 28. Anghelu Ruju, Sardinien⁴⁷

Deutsche Demokratische Republik

- 29. Derenburg⁴⁸
- 30. Minsleben⁴⁹
- 31. Gräfentonna⁵⁰
- 32. Eckstedt⁵¹
- 33. Erfurt⁵²
- 34. Erfurt-Gispersleben⁵³
- 35. Sachsenburg⁵⁴
- 36. Kleinzerbst⁵⁵

Polen

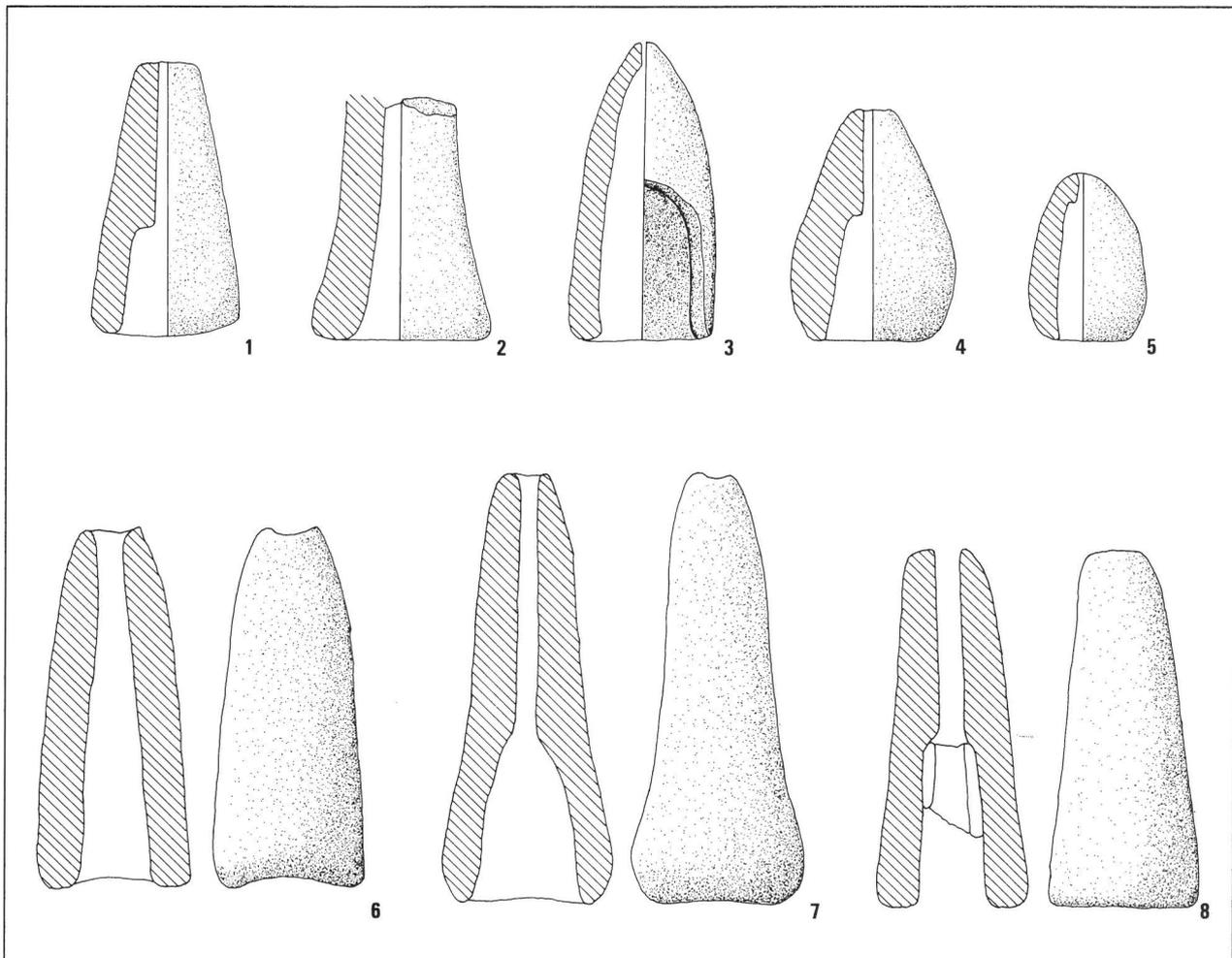
- 37. Bruszczewo⁵⁶
- 38. Mertschütz⁵⁷
- 39. Jędrychowice⁵⁸
- 40. Nowa Cerekwia⁵⁹
- 41. Brzesc Kujawski⁶⁰
- 42. Złota⁶¹
- 43. Kotowo⁶²

- 44. Janówek⁶³
- 45. Biskupin⁶⁴
- 46. Gródek⁶⁵

Tschechoslowakei

- 47. Lhotka nad Labem⁶⁶
- 48. Neusattl⁶⁷
- 49. Slaný⁶⁸
- 50. Řivnác⁶⁹
- 51. Šárka⁷⁰
- 52. Prag⁷¹
- 53. Týn nad Vltavou⁷²
- 54. Těšínov⁷³
- 55. Charvátky⁷⁴
- 56. Němčice na Hané⁷⁵
- 57. Kroměříž⁷⁶
- 58. Prasklice⁷⁷
- 59. Mokrá-Pekárna⁷⁸
- 60. Blučina⁷⁹
- 61. Nosislav⁸⁰
- 62. Dolní Dunajovice⁸¹
- 63. Gánovce⁸²
- 64. Veselé⁸³

Abb. 3: Blasrohrdüsen aus Feuchtbodensiedlungen Oberitaliens. 1 = Isolone del Mincio (Kat.-Nr. 16), 2 = Arquà Petrarca (Kat.-Nr. 17), 3 = Castellaro Lagusello (Kat.-Nr. 19), 4-5 = Bor di Pacengo (Kat.-Nr. 13), 6-8 = Ledro (Kat.-Nr. 11). Nr. 8 mit Resten eines verkohlten Holzrohres. M = 1:2



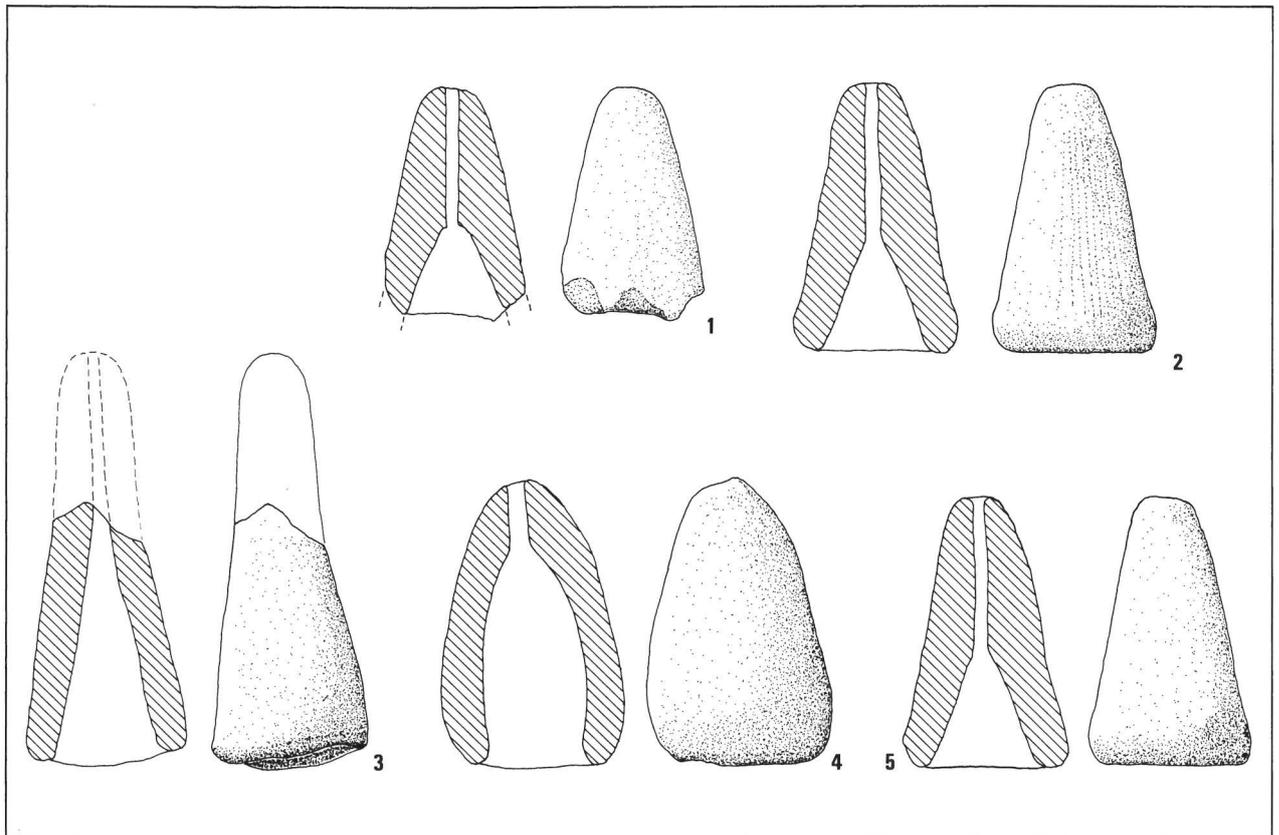


Abb. 4: Blasrohrdüsen aus dem Trentino. 1–2 = Romagnano, Loch (Kat.-Nr. 8), 3 = Montesei (Kat.-Nr. 7), 4 = Acquaviva (Kat.-Nr. 10), Romagnano-Tof de la Val (Kat.-Nr. 9). M = 1:2

- 65. Matúškovo⁸⁴
 - 66. Dvory nad Žitavou⁸⁵
 - 67. Nitriansky Hrádok⁸⁶
 - 68. Malé Kosihy⁸⁷
 - 69. Košice⁸⁸
- Österreich*
- 70. Tischofer-Höhle⁸⁹

- 71. Haid⁹⁰
- 72. Meidling⁹¹
- 73. Unterwinden⁹²
- 74. Böhheimkirchen⁹³
- 75. Eggenburg⁹⁴
- 76. Laa a. d. Thaya⁹⁵
- 77. Stillfried⁹⁶
- 78. Salzburg⁹⁷
- 79. Enns⁹⁸

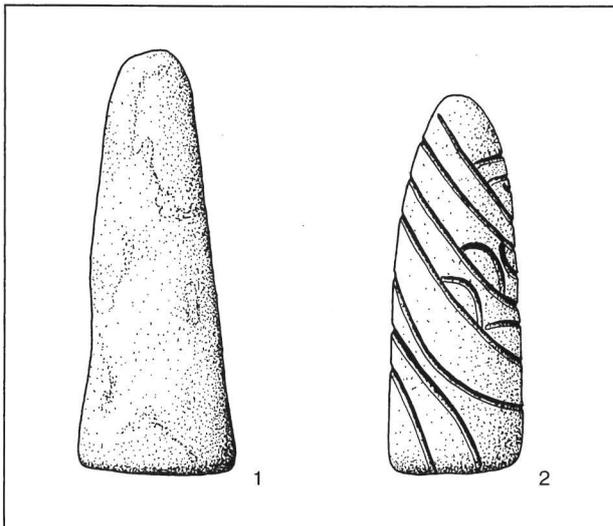
Ungarn

- 80. Környe⁹⁹
- 81. Helemba-sziget¹⁰⁰
- 82. Benczúrfalva¹⁰¹
- 83. Kisterenye¹⁰²
- 84. Hatvan¹⁰³
- 85. Gomba¹⁰⁴
- 86. Tószeg¹⁰⁵
- 87. Zsaka¹⁰⁶
- 88. Tiszafüred¹⁰⁷
- 89. Szihalom¹⁰⁸
- 90. Tiboldaróc¹⁰⁹
- 91. Vattar¹¹⁰
- 92. Tiszalúc¹¹¹

Jugoslawien

- 93. Rabe¹¹²
- 94. Bogojevo¹¹³
- 95. Ig¹¹⁴

Abb. 5: Blasrohrdüsen von kupferzeitlichen Fundstellen Bulgariens. 1 = Krivodol (Kat.-Nr. 109), 2 = Orizovo (Kat.-Nr. 118). M = 1:2



96. Zecovi¹¹⁵
 97. Sarajevo¹¹⁶
 98. Velika Gradina¹¹⁷

Rumänien

99. Carej¹¹⁸
 100. Dindești¹¹⁹
 101. Varsand¹²⁰
 102. Sălcuța¹²¹
 103. Pietrele¹²²
 104. Gumelnița¹²³
 105. Umgebung von Brasov¹²⁴
 106. Izvoare¹²⁵
 107. Frumușica¹²⁶
 108. Hăbășești¹²⁷

Bulgarien

109. Krivodol¹²⁸
 110. Balbounar¹²⁹
 111. Rousse¹³⁰
 112. Kodjadermen¹³¹
 113. Denev¹³²
 114. Monastir¹³³
 115. Gabarevo¹³⁴
 116. Tell Mečkur¹³⁵
 117. Pernik¹³⁶
 118. Orizovo¹³⁷

Griechenland

119. Raphina¹³⁸
 120. Poliochni¹³⁹
 121. Thermi¹⁴⁰
 122. Troja¹⁴¹
 123. Beycesultan¹⁴²
 124. Sendschirli¹⁴³

Syrien

125. Ras Shamra¹⁴⁴

Israel

126. Megiddo¹⁴⁵

Ägypten

127. Tell el-Dab'a¹⁴⁶

Zypern

128. Kalavassos¹⁴⁷

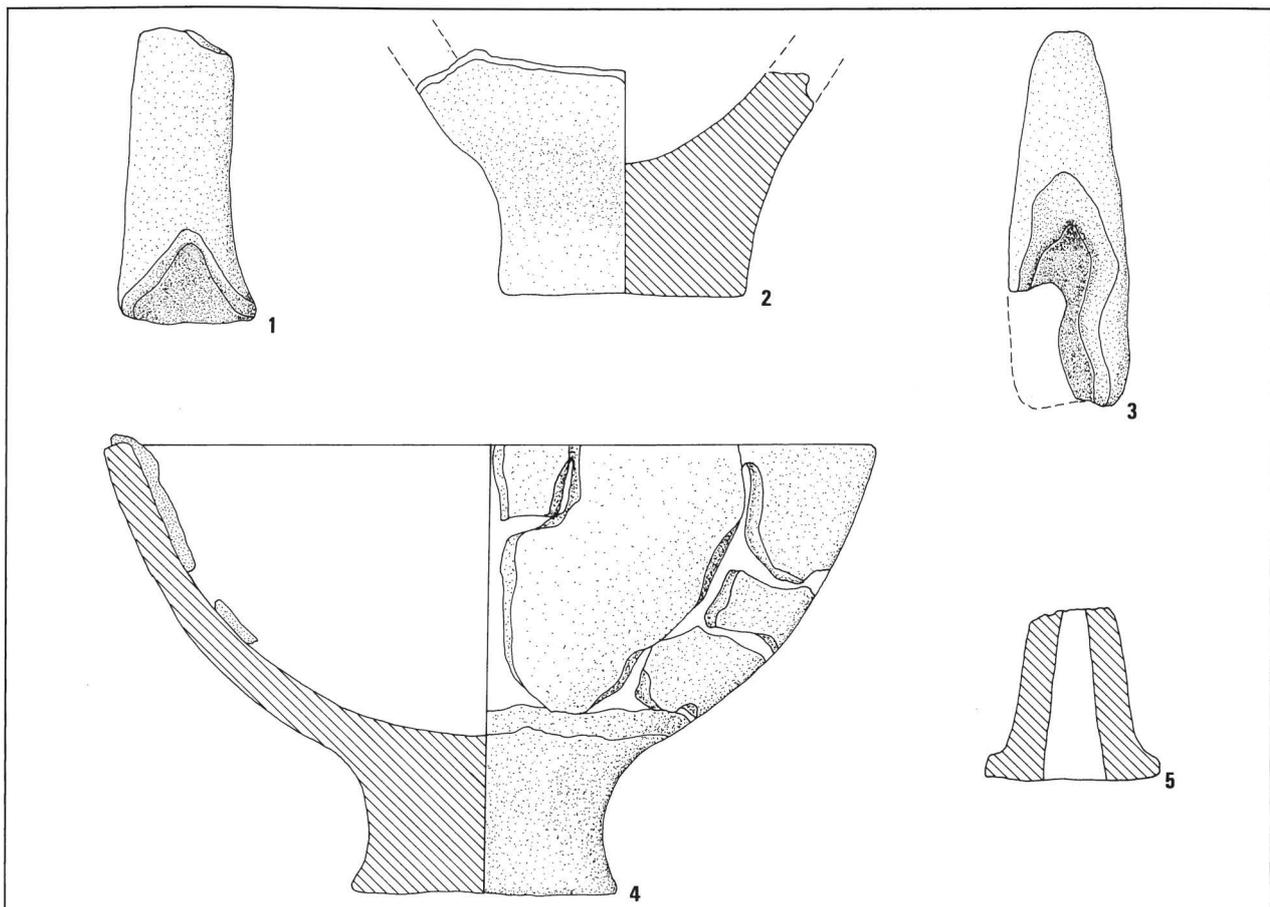
Sowjetunion

129. Kalinovka¹⁴⁸
 130. Zutovo¹⁴⁹
 131. Tsagweri¹⁵⁰

Iran

132. Sialk¹⁵¹

Abb. 6: Blasrohrdüsen und pokalförmige Schmelztiegel von mitteleuropäischen Fundstellen. 1–3 = Złota (Kat.-Nr. 42), 4–5 Haid (Kat.-Nr. 71). M = 1:2



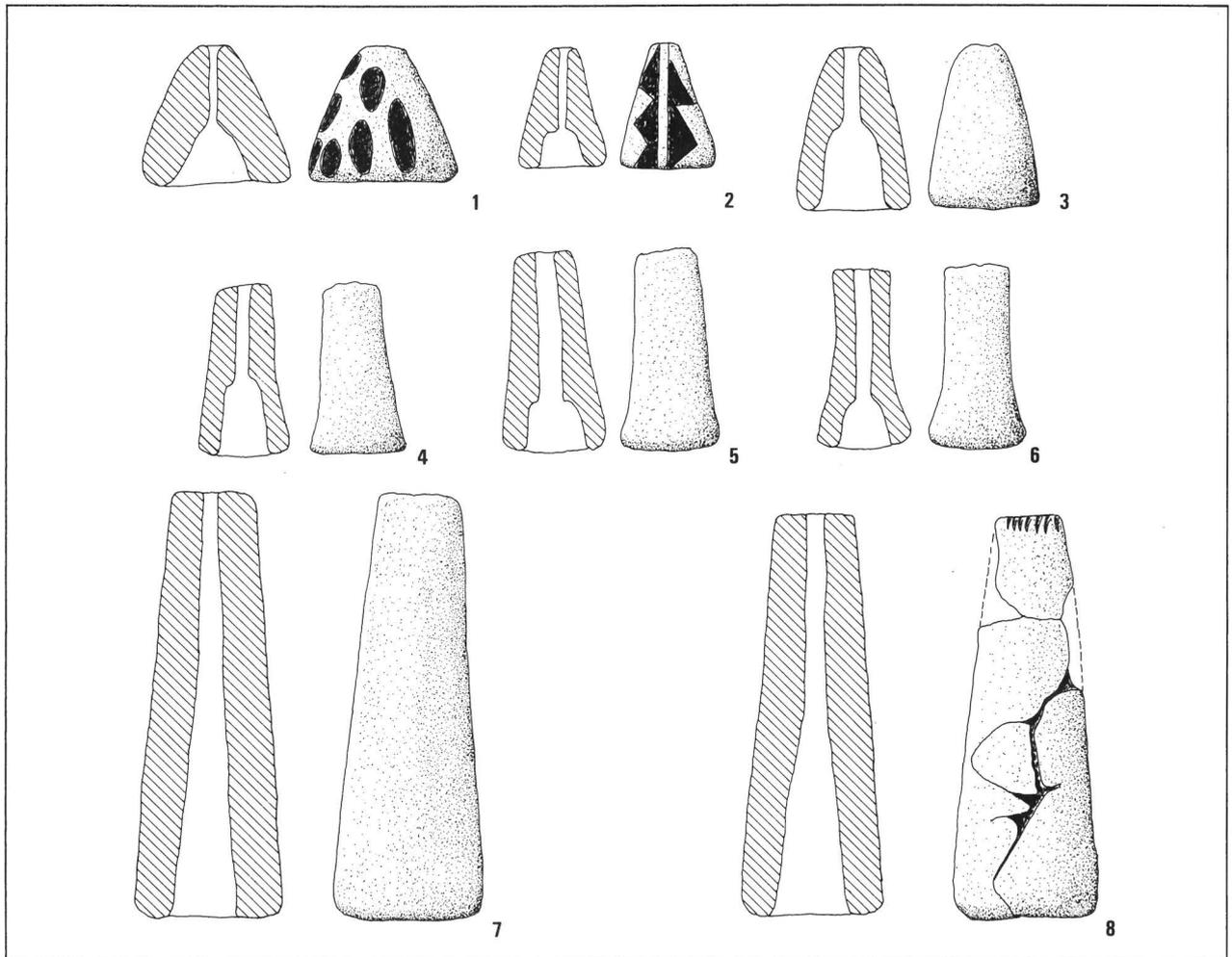


Abb. 7: Blasrohrdüsen von Fundstellen des östlichen Verbreitungsgebietes. 1–2 = Sialk (Kat.-Nr. 132), 3 = Sendschirli (Kat.-Nr. 124), 4–6 = Zutovo (Kat.-Nr. 130), 7–8 = Kalinovka, Kurgan 55, Grab 13 (Kat.-Nr. 129). M = 1:2

Zur Morphologie

Da ein Großteil der Düsen teilweise nur in Form unzureichender Photographien, häufig auch ohne Abbildung des Querschnitts publiziert wurde, ist der Versuch einer morphologischen Gliederung des gesamten Fundmaterials sicherlich mit zahlreichen Unwägbarkeiten behaftet. Die zur Verfügung stehenden Zeichnungen erlauben daher nur eine grobe und vorläufige Klassifikation.

Grundsätzlich bleibt festzuhalten, daß den Düsen neben dem Schutz des aus organischen Materialien bestehenden Blasrohrs auch die Aufgabe oblag, die Intensität, d. h. Volumen und Austrittsgeschwindigkeit des durch Lungenkraft erzeugten Luftstromes, zu steuern. Ihnen allen gemeinsam ist daher – unabhängig von Form und Länge – eine stark verjüngte Austrittsöffnung an der Spitze der Düse, deren Innendurchmesser, soweit anhand der Zeichnungen festgestellt werden konnte, in der Regel deutlich unter einem Zentimeter liegt und damit einen gezielten, relativ starken Luftstrom auf die zu erhitzende Charge bzw. Holzkohlschicht ermöglichte. Mit diesem geringen Durchmesser setzen sich die Blasrohrdüsen zumindest in Mitteleuropa mit großer Deutlichkeit von späteren Formen ab,

deren Durchmesser im Bereich der Austrittsöffnung weit über einem Zentimeter liegt.

Die Funktion eines reduzierenden Zwischenstücks erfüllen bereits vergleichsweise einfache Formen. Hierzu zählen schlichte, annähernd zylindrische Düsen mit abgerundeter oder nur wenig konischer Spitze sowie schlanke Düsen von annähernd kegelstumpfförmiger Gestalt.

Aus der Befestigung am zylindrischen Blasrohr, dessen organische Reste in einem Fundstück vom Lago di Ledro (Kat.-Nr. 11) nachgewiesen werden konnte (Abb. 3. 8), resultieren unterschiedliche Formen der Tüllengestaltung. So finden sich sowohl kegel- und kegelstumpf- als auch glockenförmige Öffnungen mit geschwungenen Wänden. Der Übergang zwischen den Formen ist fließend, deutlich abgesetzt erscheint hingegen immer der jeweils feine zylindrische Stichkanal an der Düsenspitze. Zeitweilig entsteht der Eindruck, daß die Düsen über einem Formholz hergestellt wurden, wobei sich die Möglichkeit ergab, die Düsen an ihrer Basis zu modifizieren. Der Rand erscheint daher in diesem Bereich häufig stärker gegliedert, auch bot sich hier Platz für feine Kanneluren oder Kerbverzierungen, ohne daß dabei allerdings eine eindeutige Bezie-

hung zwischen Dekor und Funktion der Düsen herzustellen wäre.

Fundensembles in Vorderasien, Südrubland und in Südosteuropa

Der weitgehend auf Literaturstudium beruhende Überblick über die Verbreitung prähistorischer Blasrohrdüsen zeigt eine sowohl geographisch als auch chronologisch bedeutende Konzentration entsprechender Fundstellen in Mittel- und Südosteuropa. Gleichwohl richtet sich der Blick zunächst zwangsläufig auf einige Fundkomplexe an der östlichen Peripherie des Verbreitungsgebietes, hier insbesondere auf den Siedlungshügel von Sialk, die älteste Fundstelle bearbeiteten Kupfers im iranischen Hochland. Zum bescheidenen Metallinventar dieser Siedlung zählen einige Nadeln und Ahlen, deren Herstellung, soweit dies die wenigen durchgeführten Analysen belegen, weitgehend durch Hämmern gediegenen, zuweilen erhitzten Kupfers erfolgte. Allein die metallographische Untersuchung eines Pfeilspitzen-Fragmentes konnte die Durchführung von Gußverfahren belegen, doch beschränkten sich diese immer noch auf die Verarbeitung gediegenen Kupfers¹⁵².

Archäometallurgische Befunde und entsprechendes Fundmaterial wie Tiegel und Gußformen fehlen, jedoch erscheinen bereits in den Phasen 1 und 2 der Periode Sialk II (5. Jahrtausend v. Chr.) zwei als Spinnwirtel gedeutete Keramikobjekte¹⁵³, die hinsichtlich ihrer Morphologie weitgehend den mitteleuropäischen Blasrohrdüsen entsprechen (Abb. 7. 1–2). Es handelt sich dabei um eine mit schwarzem Dreiecksdekor verzierte Form von ca. 3,5 cm Länge mit feinem zylindrischen Austrittskanal und kegelstumpfförmiger Eintrittsöffnung (Per. Sialk II 2) sowie um ein geringfügig breiteres Fundstück mit roter Tupfenzier, gleichfalls zylindrischem Austrittskanal und trichterförmiger Tülle

(Per. Sialk II 1). Allein die Analogie der Form kann im Falle der Düsen von Tepe Sialk nicht als Indiz einer sich kontinuierlich entwickelnden Metalltechnik, hin zum Schmelzen von Kupfer, verstanden werden, deren Nachweis erst durch die Werkstattfunde von Tepe Ghabristan¹⁵⁴ und Tall-i-Iblis¹⁵⁵ gelingt, doch scheint eine Nutzung der Düsen im Bereich pyrotechnologischer Verfahren, wie beispielsweise bei der Verarbeitung mineralischer Pigmente vor dem Hintergrund der Buntkeramik produzierenden Sialk-Kultur, durchaus möglich.

Die Blasrohrdüsen aus dem Gebiet nördlich des Schwarzen Meeres besitzen unter den hier im Vordergrund stehenden Gesichtspunkten eine besondere Bedeutung, da sie in der überwiegenden Zahl aller Fälle aus geschlossenen Grabinventaren stammen¹⁵⁶.

Das umfangreichste und in der Zusammensetzung vielfältigste Material stammt aus Grab 42 des Kurgans 8 von Kalinovka und besteht aus zwei gut erhaltenen Zweischalengußformen nebst zugehörigem Kern zur Herstellung von Schaftlochhäxten¹⁵⁷ und einer Form zum Guß plankonvexer Objekte unbestimmter Funktion. Daneben erscheinen zwei flache Schmelztiegel ovaler Form mit jeweils einer randständigen Handhabe und rechtwinklig dazu orientiertem flachem Ausguß an einer der Schmalseiten, ein kleiner Napf und vier mit vertikalen Zickzack-, Punkt- und Schraffenmustern verzierte Düsen von 9,5 bis 6,5 cm Länge und Austrittsöffnungen von 5 mm Durchmesser, deren Spitzen nach Aussage des Ausgräbers aufgrund starker Schlackenbildung nachträglich zugeschnitten worden waren (Abb. 8)¹⁵⁸. Die Form der beiden flachen und dickwandigen Schmelztiegel belegt nicht nur, daß es sich beim Gießer von Kalinovka um einen Rechtshänder gehandelt haben muß, sondern zeigt auch, daß die in derartigen Tiegeln geschmolzene Metallmenge 500 g wahrscheinlich nicht überstieg¹⁵⁹.

Tiegel und Gußformen fehlen in den Inventaren der beiden weiteren Gräber mit Düsen von Kalinovka (Kurgan 55, Gr. 13)¹⁶⁰ und Zutovo (Abb. 7. 4–6)¹⁶¹, doch finden sich im letztgenannten Grab einige Sandsteinplatten, die möglicherweise als Ambosse¹⁶² oder Schleifsteine, eventuell aber auch bei der Handhabung einfacher Gußtiegel genutzt wurden, wie dies die Metallhandwerker-Darstellungen in den ägyptischen Grabdenkmälern des Alten Reiches¹⁶³ und ein Grabfund von Qau (Ägypten)¹⁶⁴ nahelegen. Die Authentizität dieser Darstellungen zeigt sich nicht nur bei den jüngst identifizierten Treibfäusten, den Spezialwerkzeugen bronzezeitlicher Blechschmiede¹⁶⁵, sondern auch bei den bislang archäologisch nachweisbaren Membranebläsen¹⁶⁶ und Tiegelformen, wie etwa den hornförmigen, beidseitig offenen Tiegeln von Tell Edh Diba'i (Irak)¹⁶⁷ und den ovalen Gußtiegeln von Tell el-Dab'a (Ägypten)¹⁶⁸. Während die Identifizierung dieser Fundgruppen anhand der überlieferten Darstellungen unschwer durchzuführen ist¹⁶⁹, finden sich bislang für die stereotyp als Spindelformen dargestellten Blasrohrdüsen keine ex-

Abb. 8: Schmelztiegel und Blasrohrdüsen aus dem Gießergab von Kalinovka, Kurgan 8, Gr. 42 (Kat.-Nr. 129)

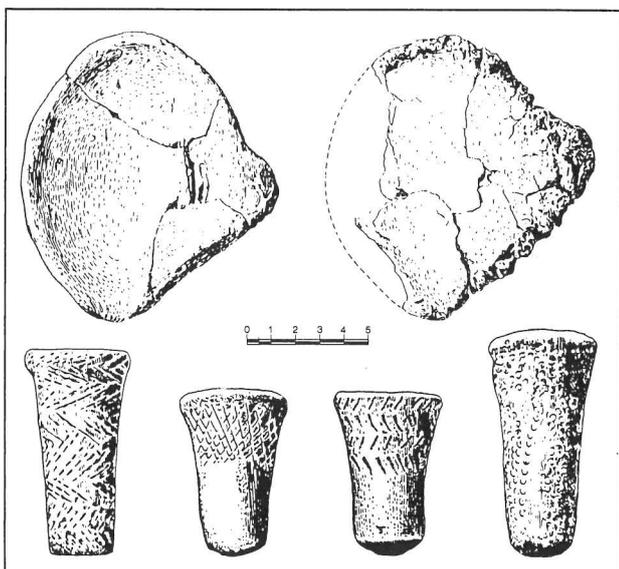




Abb. 9: Eine Statuette der 5. Dynastie im Besitz des Oriental Instituts der Universität von Chicago belegt als eine der wenigen vollplastischen Metallhandwerkerdarstellungen urchenzeitlicher Zeit die Verwendung dickwandiger Tiegel und das damit verbundene Schmelzen durch Aufluft

akten archäologischen Parallelen¹⁷⁰. Dennoch dürfte ein Düsenfragment von Tell el-Dab'a aufgrund seiner geringen Größe hier einzuordnen sein.

Während die Düse von Tell el-Dab'a bereits dem 18. Jahrhundert v. Chr. zugerechnet werden kann, datiert der überwiegende Teil der ostmediterranen und vorderasiatischen Blasrohrdüsen noch in das 3. Jahrtausend v. Chr. Hierzu zählen die Funde von Beycesultan (Kat.-Nr. 123) und Poliochni (Kat.-Nr. 120) sowie die Düsen von Troja (Kat.-Nr. 122), Thermi (Kat.-Nr. 121) und Raphina (Kat.-Nr. 119)¹⁷¹. Die metallurgische Nutzung der hier vorliegenden Blasrohrdüsen scheint durch zahlreiche weitere Funde entsprechenden Charakters gesichert. Überwiegend handelt es sich dabei um Tiegelfragmente¹⁷², zeitweilig um vollständig erhaltene Formen, wie die Tiegel von Troja¹⁷³, deren vierfüßige Variante auch in Pedra do Ouro (Kat.-Nr. 1) mit einer Blasrohrdüse vergesellschaftet erscheint¹⁷⁴. Gußformen finden sich dagegen nicht nur in Beycesultan¹⁷⁵ und Poliochni¹⁷⁶; selbst die eisenzeitliche Blasrohr-

düse von Sendschirli (Abb. 7. 3) könnte mit den kleinen Gußformen zur Herstellung von Schmuckstücken in Verbindung gestanden haben¹⁷⁷.

Eine gänzlich andere Situation ergibt sich bei der Ausdeutung der südosteuropäischen Blasrohrdüsen, denn trotz umfangreicher typologischer¹⁷⁶ und technologischer Studien¹⁷⁹ zum Metallhandwerk der chalkolithischen Kulturen Bulgariens und Rumäniens fehlen bislang eindeutig zu interpretierende Befunde pyrotechnologischer Prozesse. Daher können die hier katalogisierten Düsen und Düsenfragmente aus den angesprochenen Regionen – wenn sie denn in Abbildungen vorliegen – nur aufgrund morphologischer Kriterien, der weitgehenden Entsprechung zu mitteleuropäischen Formen, der Gruppe der Blasrohrdüsen zugeordnet werden¹⁸⁰. Überwiegend handelt es sich dabei um vergleichsweise schlanke Formen, wie die Düsen von Gumelnița (Kat.-Nr. 104) mit zuweilen abgesetztem Rand¹⁸¹ oder um einfache konische Formen, wie die Düsen von Sălcuța (Kat.-Nr. 102), Kodjadermen (Kat.-Nr. 112) und Hăbășești (Kat.-Nr. 108)¹⁸². Daneben verfügt die Düse von Balbounar (Kat.-Nr. 110) über einen zylindrischen Stichkanal als Austrittsöffnung oberhalb der konischen, deutlich abgesetzten Tüllenöffnung¹⁸³; ein Merkmal, das sich bei zahlreichen Düsen unterschiedlichster Zeitstellung, wie etwa bei den kupferzeitlichen Düsen der Vucedol-Kultur Jugoslawiens¹⁸², nachweisen läßt. Die mit umlaufenden Ritzlinien verzierte Düse von einem Tell bei Orizovo (Abb. 5. 2) ist hingegen ein Unikat.

Blasrohrdüsen in Mitteleuropa

Wie das Kartenbild (Abb. 2) zeigt, liegt das Schwergewicht der Blasrohrdüsen-Verbreitung im Zentrum Mitteleuropas. Von anderer Seite ist wiederholt und mit Recht darauf hingewiesen worden¹⁸³, daß ein Großteil der hier vorgefundenen Blasrohrdüsen auf Anregungen des mittleren Donauraumes und der dortigen Metallurgie am Ende der frühen Bronzezeit zurückzuführen ist¹⁸⁴. Diese Einflüsse zeigen sich im Norden bis hin nach Mitteldeutschland, Böhmen und Schlesien und erreichen im Westen noch den Oberlauf der Donau; im Süden bilden sie ein Zentrum im Bereich der früh- bis mittelbronzezeitlichen Siedlungen Oberitaliens. Dieses spezifische Verbreitungsbild, das sich nicht nur bei der Kartierung von Blasrohrdüsen ergibt¹⁸⁵, zeugt von der Ausstrahlungskraft des zuerst in Mähren nachweisbaren Veterow-Horizontes und umfaßt die wichtigsten Kupfererzlagerstätten Mitteleuropas, nicht zuletzt die bedeutenden Zinnerz-Lagerstätten des Erzgebirges¹⁸⁶, von denen – wenn auch ein definitiver Nachweis bislang aussteht – angenommen werden kann, daß sie die entscheidende Rohstoffquelle für die entwickelte Bronze-metallurgie Mitteleuropas darstellten¹⁸⁷.

Folgt man den traditionellen Vorstellungen zur relativen Chronologie des Endneolithikums und der Frühbronzezeit¹⁸⁸, so lassen sich auch im Zentrum Mitteleuropas ein-

zelne Funde von Blasrohrdüsen nachweisen, deren Datierung vor dem Horizont der frühbronzezeitlichen Formen anzusetzen ist, wie z. B. ein typisches Stück von einer Fundstelle der Glockenbecherkultur bei Laa a. d. Thaya (Kat.-Nr. 77)¹⁸⁹. Aus archäometallurgischer Sicht wichtige Funde stammen aus dem Umfeld der chalkolithischen Złota-Kultur, deren namensgebende Station nicht nur eine größere Anzahl von Blasrohrdüsen-Fragmenten erbrachte, sondern darüber hinaus auch einen wenig verbreiteten, pokalförmigen Tiegeltyp mit massivem Standfuß enthielt (Abb. 6. 1–3)¹⁹². Beachtung verdient in diesem Zusammenhang auch ein entsprechender Tiegel mit anhaftenden Kupferschlacken-Resten aus Haid, Oberösterreich. Als Terminus ante für die Datierung dieses Tiegels, der sich zusammen mit einer Blasrohrdüse in einer Siedlungsgrube fand, kann eine frühbronzezeitliche Bestattung herangezogen werden, die den Siedlungsbefund störte (Abb. 6. 4–5)¹⁹³.

Nach den Darstellungen Tadeuz Wislanskis¹⁹⁴ können neben Złota weitere Fundstellen von Blasrohrdüsen auf polnischem Boden mit den frühesten Phasen der Kupfermetallurgie in Verbindung gebracht werden. Sollte sich diese Ansicht, die allerdings nicht unwidersprochen blieb¹⁹⁵, durch Neuuntersuchungen bestätigen¹⁹⁶, könnte auch für die Metallurgie der Lengyel- und Trichterbecherkultur eine Kombination von Blasrohren und Tiegeln von geringem Volumen rekonstruiert werden. Wie schmelztechnische Experimente belegen, besteht durchaus die Möglichkeit, daß die Verwendung von Tiegeln sich keineswegs allein auf das Schmelzen metallischen Kupfers beschränken mußte, denn auch die Verhüttung oxydischer, karbonatischer, aber auch sulfidischer Kupfererze konnte bei Verwendung offener Tiegel durchgeführt werden¹⁹⁷.

Im Gegensatz zu den Verfahren des Bronzegusses, bei denen den Tiegeln als Behälter der zu schmelzenden Legierung auch Transportaufgaben zukamen¹⁹⁸, wird sich deren Aufgabe bei der Verhüttung kleinerer Erzmengen vornehmlich auf den Verhüttungsprozeß selbst beschränkt haben. Dabei reduzierte und verdichtete der Tiegel ähnlich einer Grube Gesamtvolumen und Angriffsfläche der zu verhüttenden Charge. Die oft erstaunliche Dickwandigkeit der Tiegel (Abb. 9) legt die Vermutung nahe, daß in beiden Sparten, im Hüttenwesen und in der Metallverarbeitung, die Tiegel von der Oberfläche her erhitzt wurden (Abb. 10, 11). Diese Annahme steht nicht nur im Einklang mit einer Reihe altägyptischer Handwerkerdarstellungen; entsprechende Verfahrensschritte boten zudem zahlreiche Vorteile: Zweifelsohne isoliert ein dickwandiger Tiegel und schützt daher vor Energieverlusten¹⁹⁹. Wird aber einem derartigen Behälter die Energie primär von der Basis aus zugeführt, z. B. indem man ihn in ein glühendes Holzkohlebett einbringt, verkehren sich die Vorteile massiver Wandungen in ihr Gegenteil: Zusätzliche Arbeit und Energie müssen eingesetzt werden, um im Innern des Tiegels via Wandung ausreichend hohe Temperaturen zu erzielen. Erhitzt man dagegen die Charge weitgehend von der

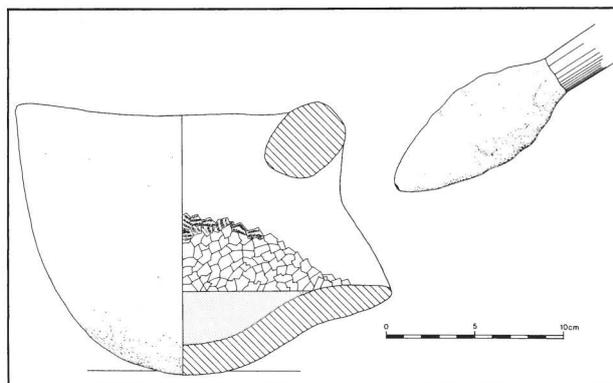
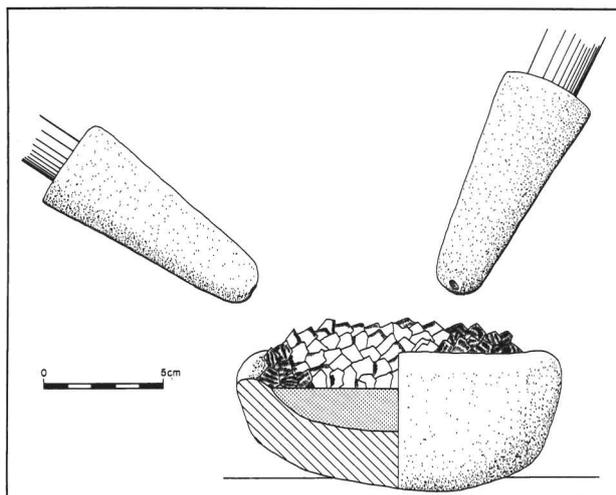


Abb. 10: Rekonstruktionsversuch des altägyptischen Tiegelschmelzverfahrens anhand eines Tiegels von Serabit el-Khadim. Der dickwandige Tiegel konnte sinnvoll nur durch eingebrachte Holzkohle erhitzt werden. Die seitliche Öffnung diente dabei als Ausguß und zum Einblasen der Verbrennungsluft, das zu schmelzende Metall – nach Ausweis naturwissenschaftlicher Untersuchungen eine arsenhaltige Zinnbronze – reichte daher nur bis zur Unterkante der Austrittsöffnung

Abb. 11: Dickwandige Schmelztiegel beherrschen auch das Formenspektrum früh- und mittelbronzezeitlicher Feuchtbodensiedlungen Oberitaliens. Neben Tiegeln mit Tüllenschäftung oder Griffzapfen finden sich auch zahlreiche einfache Formen ohne Handhaben. Rekonstruktionsversuch nach Funden von Ledro (Kat.-Nr. 11)



Oberfläche her, kann die Energie unmittelbar auf sie einwirken. Zudem erleichtert ein derartiges Vorgehen die Handhabung, denn zwischen heißem Tiegelinnern und kühlerer Außenwand dürften erhebliche Temperaturdifferenzen bestanden haben.

Es stellt sich allerdings die Frage, ob der zweifelsfreien Verwendung der Blasrohrdüsen im Bereich der sekundären Metallurgie²⁰⁰ auch eine entsprechende Nutzung im Umfeld der primären Metallurgie zur Seite gestellt werden kann, ob also allein die Kraft der menschlichen Lunge ausreichende, Kupfererze bis zum Schmelzpunkt zu erhitzen und diese Temperatur über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten.

Blasrohrdüsen in der primären Metallurgie Südamerikas

In dieser Hinsicht eindeutige und umfangreiche Befunde konnten bislang nur in Südamerika nachgewiesen werden. Sie stammen damit aus einer Region, deren Metallurgen sich ausnahmslos transportabler Windöfen (Guairas) und des Einsatzes von Blasrohren bedienten und sich selbst nach der spanischen Eroberung anfangs der Verwendung mechanisierter Gebläse widersetzen²⁰¹. Während die ikonographischen Quellen zum südamerikanischen Metallhandwerk bislang nur eine Nutzung der Blasrohre im Bereich der sekundären Metallurgie belegten, konnten 1978 im Nordwesten Perus erstmals auch Blasrohrdüsen (Abb. 12) im Zusammenhang mit der Verarbeitung arsenhaltiger Kupfererze nachgewiesen werden²⁰². Die in mehrfacher Hinsicht interessanten Befunde verlangen eine detailliertere Betrachtung.

Bei den Ausgrabungen auf der Fundstelle Cerro de los Cementerios bei Batan Grande konnten mehrere hundert Fragmente und sechs vollständig erhaltene Blasrohrdüsen geborgen werden. Die Untersuchung von 100 Exemplaren zeigte, daß die Düsen über einen relativ einheitlichen Innendurchmesser von $0,8 \pm 0,1$ cm verfügten. Dieser Wert entspricht weitgehend dem der mitteleuropäischen Düsen, wenn auch diese insgesamt über eine größere Variationsbreite verfügen. Allerdings zeigt sich auch in Mitteleuropa bei größeren Komplexen eine gewisse Standardisierung. Im Gegensatz zu der geäußerten Ansicht, daß Blasrohrdüsen bei der Verhüttung verschlacken mußten²⁰³, zeigten nur wenige Fragmente in dieser Hinsicht eindeutige Spuren, wie etwa kleine Schlackenspritzer an der Düsen Spitze.

Daher vermuteten die Ausgräber wohl zu Recht, daß man die Düsen nicht bis in das Ofeninnere hineinführte, gerade auch um die Blasrohre vor der Glut des Verhüttungsfeuers zu schützen²⁰⁴.

Die Luftzufuhr erfolgte durch die offene Vorderfront des Ofens; eine Ofenbrust im engeren Sinne war also nicht vorhanden. Der industrielle Charakter der Verhüttungsanlagen von Cerro de los Cementerios wird durch die weitgehende Gleichförmigkeit der Befunde unterstrichen. Jeweils

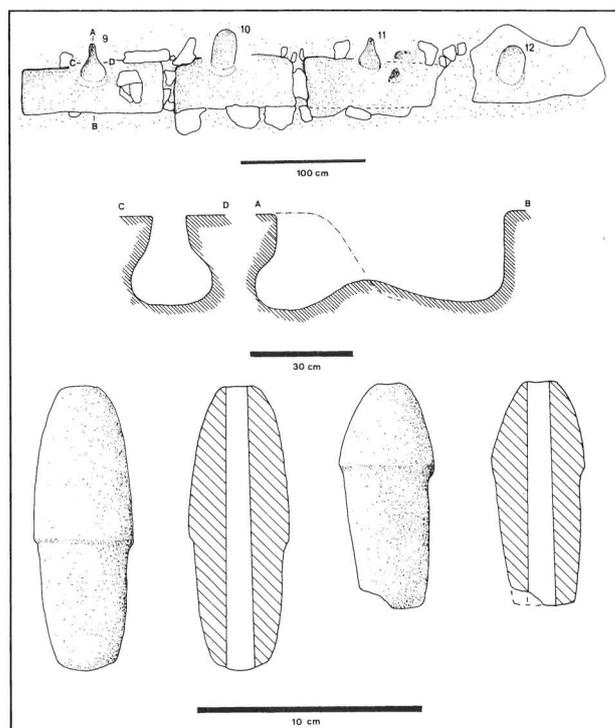


Abb. 12: Cerro de los Cementerios, Peru. Die kleinen birnenförmigen und an der Vorderfront offenen Kupferverhüttungsöfen wurden mit Hilfe von Blasrohrdüsen betrieben

drei bis vier Öfen liegen in der Wandung eines langgestreckt rechteckigen Grabens, der durch kurze Mauerzüge in kleine Kammern annähernd identischer Grundfläche aufgeteilt wurde. Die Öfen befinden sich jeweils in der Mitte dieser Kammern in einer der Langseiten, wo sie von der vorderen Kante bis zu 35 cm in den rechtwinklig profilierten Sockel hineinreichen. Ihre Breite liegt zwischen 20 und 25 cm, ihre Oberkante 25 bis 30 cm über der Ofensohle. Hier erreichen sie die Oberfläche des Sockels, wobei sie sich bis zu diesem Punkt stark verjüngen. Insgesamt entsteht dabei der Eindruck eines weitgehend birnenförmigen Hohlraumes mit offener Vorderfront, einer flachen Ofenröhre und einem kurzen konischen Kamin. Aus den Befunden läßt sich rekonstruieren, daß die Metallurgen von Cerro de los Cementerios von der gegenüberliegenden Seite des langgestreckten Grabens aus mit Hilfe der Blasrohre den Verhüttungsprozeß steuerten. Dabei machen es die Dimensionen und die Verteilung der Befunde, wie etwa die symmetrische Aufgliederung der Gruben, wahrscheinlich, daß es jeweils zweier Personen bedurfte, um einen der Öfen zu betreiben. Wie die übrigen Befunde zeigen, erzielte man bei der Durchführung des Verhüttungsprozesses einen Schlackenkuchen, der zahlreiche „Prills“, arsenhaltige Kupfernuggets, enthielt und dementsprechend aufbereitet werden mußte. Da eine Ofenbrust fehlte, reduzierte sich das zur Verfügung stehende Volumen, der Raum der eigentlichen Ofenröhre, auf Werte von bis zu nur 1,25 Liter.

Zu den Befunden chalkolithisch-frühbronzezeitlicher Metallurgie in Oberitalien

Ähnlich geringe Mengen dürften mit einfachen Mitteln auch für die Metallurgen des Chalkolithikums und der Frühbronzezeit Europas zu handhaben gewesen sein. Im Gegensatz zu den bereits beschriebenen Verfahren einer Kupfererz-Verhüttung im Tiegel oder in entsprechend kleinen Gruben verfügen die schmelztechnischen Einrichtungen von Batan Grande (nach Radiokarbondaten 11.–16. Jahrhundert n. Chr.)²⁰⁵ über nur einen entscheidenden Vorteil, die partielle Überkuppelung des Reaktionsraumes, und ermöglichen damit eine noch effektivere Ausnutzung der Heizenergie²⁰⁶.

Die bei der Verhüttung mit Blasrohren zu erzielende Ausbeute metallischen Kupfers dürfte im wesentlichen von Beschaffenheit und Konzentration der Erze sowie der Dauer des Verhüttungsprozesses abhängig gewesen sein²⁰⁷.

Abb. 13: Vereinfachte Darstellung der Ofenbefunde (Herde) von Acquaviva (Kat.-Nr. 10) und Montesei (Kat.-Nr. 7)

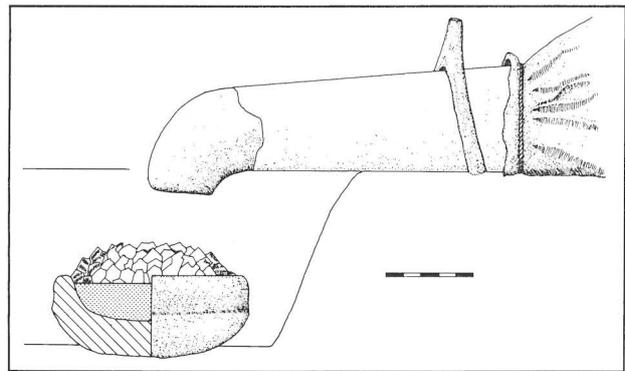
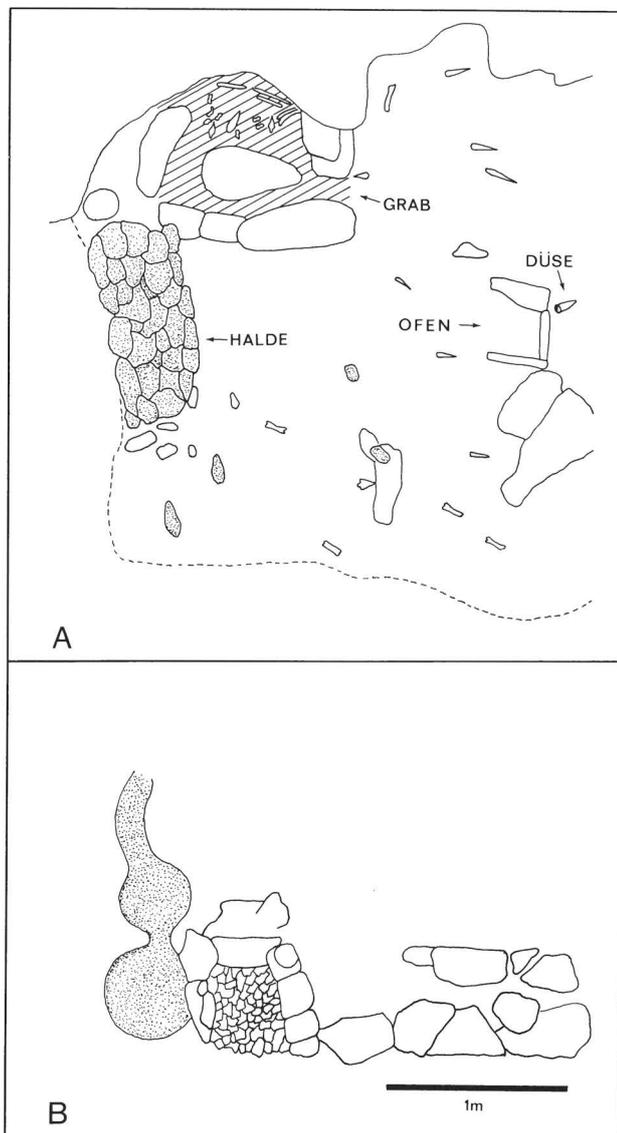


Abb. 14: Unter Beibehaltung des Tiegelschmelzens durch Aufluft wurden Blasrohrdüsen und Blasrohre sowohl im Bereich der Kupferverhüttung als auch bei den Prozessen der sekundären Metallurgie seit der Mitte des 2. Jahrtausends durch gekrümmte Düsen und neue Gebläseformen – Membran-, Schlauch- und eventuell ab hellenistischer Zeit Spitzenblasebälge – ersetzt. Rekonstruktionsversuch nach Funden von Fort-Harrouard, Frankreich

Schmelzversuche mit sulfidischen Erzen unter Einsatz von Blasrohren und Tiegeln führten zu einer Ausbeute von 50 %; bei Verwendung von Malachit konnte ein Ertrag von 90 % metallischen Kupfers erzielt werden, wobei sich offensichtlich kaum Schlacken bildeten²⁰⁸.

Die Suche nach prähistorischen Parallelen zu den mittelalterlichen Öfen Perus führt zurück nach Oberitalien, hier in den Trentino, eines der wichtigsten Hüttenzentren der europäischen Bronzezeit, dessen zielgerichtete montanarchäologische Erforschung nach ersten grundlegenden Studien durch Ernst Preuschen²⁰⁹ in jüngster Zeit wieder in Angriff genommen werden konnte. Neben außergewöhnlich gut erhaltenen Befunden zum spätbronzezeitlichen Hüttenwesen konnte hier im Verlaufe der letzten Jahrzehnte in einem relativ kleinen Raum zwischen Rovereto und Pergine eine Reihe von Fundstellen untersucht werden, die wichtige Hinweise zur Technologie der Kupferverhüttung des ausgehenden Chalkolithikums und der frühesten Bronzezeit erbrachten. Wenn auch eine archäometallurgische Untersuchung der zahlreichen Funde noch aussteht, so bietet doch das publizierte Material die Möglichkeit, eine Verbindung zwischen den gerade in den Feuchtbodensiedlungen Oberitaliens²¹⁰ häufig anzutreffenden Blasrohrdüsen und einer frühen Phase der Kupfergewinnung herzustellen.

Der bislang eindeutigste Nachweis stammt von der 1980 untersuchten Fundstelle Acquaviva (Kat.-Nr. 10). Nach Angaben der Ausgräber stammen die Befunde aus der äneolithischen Schicht des seit dem Mesolithikum mehrfach besiedelten Platzes. Neben einer flachen Kupferschlackenkonzentration von annähernd 1 m Ausdehnung (Abb. 13. A) fanden sich auf der durch Materialentnahme stark reduzierten Grabungsfläche eine Körperbestattung, u. a. mit einer schönen, bifacial flächendeckend retuschierten Silexspitze, sowie eine rechteckige Steinsetzung, die als Herdstelle interpretiert wurde. In deren unmittelbarer

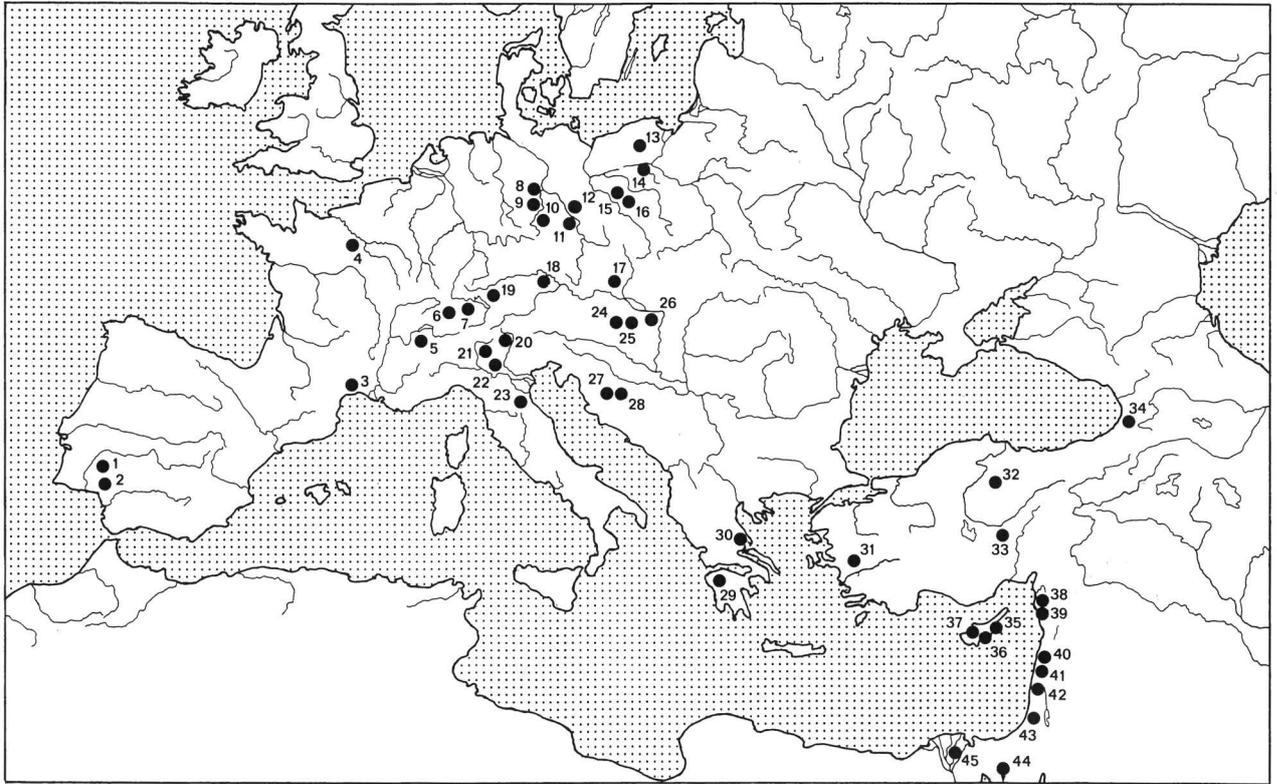


Abb. 15: Verbreitungskarte der gekrümmten Düsen und vergleichbarer Formen. 1 = Monte Romero, 2 = Cerro Salomon, 3 = Argelliers, 4 = Fort-Harrouard, 5 = Grésine, 6 = Mörigen, 7 = Zürich-Alpenquai, 8 = Calbe a. d. Saale, 9 = Polleben, 10 = Pößneck-Öpitz, 11 = Dresden-Coschütz, 12 = Löbsal, 13 = Smuszewo, 14 = Biskupin, 15 = Bojadel, 16 = Dluzyn, 17 = Kramolin, 18 = Bad Buchau, 19 = Altdorf, 20 = Monte Ozol, 21 = Pianvalle, 22 = Toscanella, 23 = Castellaro di Gottolengo, 24 = Velemszentvid, 25 = Sághegy, 26 = Környe, 27 = Ripač, 28 = Sanski Most, 29 = Olympia, 30 = Demetrias, 31 = Sardis, 32 = Boğazköy, 33 = Kültepe, 34 = Namčeduri, 35 = Enkomi, 36 = Apliki, 37 = Skouriotissa, 38 = Ugarit, 39 = Ras Ibn Hani, 40 = Sarepta, 41 = Lachisch, 42 = Hazor, 43 = Tell Zeror, 44 = Serabit el-Khadim, 45 = Qantir, 46 = Theben (außerhalb des Kartenblattes)

Nähe lag allerdings eine Blasrohrdüse charakteristischer Form (Abb. 4. 4), so daß angenommen werden kann, daß die nur ca. 30x30 cm große Feuerstelle metallurgischen Zwecken diente²¹¹.

Vergleichbare Strukturen und Funde (Abb. 4. 1–2) ergaben sich auch bei den Grabungen in Romagnano, Fst. Loch²¹⁰. Wie in Acquaviva handelt es sich um kleine rechteckige Steinsetzungen, die sich mit der Rückfront entweder an den anstehenden Felsen anlehnen oder in einer Schuttschicht ruhen. Zur Vorderfront hin sind sie hingegen offen; – ein Merkmal, das dem der peruanischen Öfen weitgehend entspricht. Die Öfen der Fundstelle Loch IV gehören dem Ende des Chalkolithikums und dem Beginn der frühen Bronzezeit an. Nach R. Perini existieren Hinweise auf eine ältere Phase der Metallgewinnung, wobei er sich auf Fragmente eines massiven verschlackten Tiegels aus der vorfrühbronzezeitlichen Schicht Q der Fundstelle Loch III bezieht²¹³.

Bereits im Jahre 1962, zu Beginn der archäologischen Untersuchungen der Fundstelle Montesei die Serse, konnten im Trentino die ersten Befunde frühbronzezeitlicher Kupferverhüttung aufgedeckt werden (Abb. 13. B). Abermals handelt es sich um eine kleine, annähernd rechteckige

Steinkiste mit offener Vorderfront und einem ca. 30x40 cm großen schlackengefüllten Innenraum. Wie auch bei allen übrigen Fundstellen konnten keinerlei Hinweise auf einen auch nur kurzen Ofenschacht festgestellt werden. Ein Merkmal, das der Ofen von Montesei jedoch mit jüngeren Formen teilt, ist eine Steinsetzung aus Trockenmauerwerk, die rechtwinklig von einer Vorderfront des Ofens abgeht und wahrscheinlich der Stabilisierung der Ofenanlage diente. Dagegen konnte die Funktion zweier Gruben auf der gegenüberliegenden Seite des Ofens nicht restlos geklärt werden. Möglicherweise handelte es sich um Vorratsgruben für Holzkohle, eventuell um die Standspuren älterer Ofenanlagen. Da für Montesei auch sekundäre Metallurgie nachgewiesen werden konnte²¹⁴, bleibt die Zuweisung der Düse (Abb. 4. 3) im Museum von S. Michele zu einem der beiden Prozesse ungewiß.

Zusammenfassung

Abschließend läßt sich festhalten, daß man im Trentino am Ende des Chalkolithikums und zu Beginn der Frühbronzezeit mit großer Wahrscheinlichkeit Blasrohre zur Verhüttung von Kupfererzen nutzte. Dabei bediente man sich kleiner schachtloser Öfen von begrenzter Kapazität²¹⁵.

Über den Umfang der Metallproduktion lassen sich nur Mutmaßungen anstellen, wahrscheinlich versorgten die Hüttenplätze der beginnenden Frühbronzezeit im Trentino nur kleinere Gemeinschaften bzw. Regionen. Eine Überschußproduktion, wie sie sich in den zahlreichen Horten nördlich der Alpen äußert²¹⁶, läßt sich zumindest ohne naturwissenschaftliche Studien zum Problem der Relation von Lagerstätte und Fertigprodukten bislang nicht nachweisen. Ein größeres Metallausbringen setzte vermutlich andere Ofen- und Gebläseformen voraus. Hier ist insbesondere an die bislang in Österreich und Italien entdeckten Zwillingsöfen²¹⁷ der mittleren und späten Bronzezeit und die mit ihnen vergesellschafteten Schlauchgebläse²¹⁸ zu denken, deren Einsatz zweifelsohne eine Teilmechanisierung des Verhüttungsprozesses und die Verarbeitung grö-

ßerer Erzchargen ermöglichte²¹⁹. Im Verlaufe dieser Entwicklung wurden die Blasrohre auch im Bereich der sekundären Metallurgie durch leistungsfähigere Formen (Abb. 14, 15) weitgehend verdrängt²²⁰.

Zusätzlich legen die Düsen von Sialk die Vermutung nahe, daß man sich auch bei der Durchführung pyrotechnologischer Verfahren außerhalb der Metallurgie, insbesondere bei der Verarbeitung mineralischer Farbstoffe, des Einsatzes von Blasrohren bediente. Sollte sich diese Annahme bestätigen – etwa durch Düsenfunde aus vollneolithischem Fundzusammenhang – ergäbe sich die Möglichkeit, durch grundlegende Studien zur Gewinnung und Verarbeitung von Pigmenten Aufschluß auch über die Anfänge der Metallurgie, die ersten Schritte zur Beherrschung des Feuers als ein „Agens der Wandlung“²²¹ zu erlangen.

ANMERKUNGEN

- 1 Zit. nach Schott 1983, S. 303.
- 2 Dabei ergeben sich zusätzlich im Bereich technikhistorischer Analogien Möglichkeiten, die durch Kulturvergleich gewonnenen Aussagen experimentell zu hinterfragen. Das jeweilige Experiment bleibt jedoch nur immer Indiz, nicht Beweis entsprechender Ausdeutungen.
- 3 Zum Analogiebegriff in der Urgeschichtswissenschaft vgl. Salmon 1982, S. 57–83.
- 4 Auch die vornehmlich im angelsächsischen Sprachraum beherrschte Ethnoarchäologie versucht, die Sachkulturen ethnischer Gruppen hinsichtlich funktioneller Aspekte zu erforschen. Dabei zeigt es sich, daß nicht nur u. a. Werkzeug und Gerät, Architektur und Siedlungswesen, sondern auch Tracht, Schmuck und Design einer differenzierten kulturellen „Grammatik“ unterliegen, deren Struktur z. B. selbst die unterschiedliche Verteilung von Tierknochen im Siedlungsareal als Ausdruck geschlechtsspezifischer bedingter Erscheinungen zu erklären vermag. Die Ethnoarchäologie erweitert damit zwar gängige Interpretationsmuster, ein entsprechend eindeutiger archäologischer Nachweis entsprechender Strukturen steht bislang jedoch aus. Zur Ethnoarchäologie vgl. z. B. Hodder 1982.
- 5 Coblenz 1974, S. 90, Anm. 1.
- 6 Kloiber/Kneidinger/Pertlwieser 1971, S. 47.
- 7 Dumitrescu 1925, S. 89, Anm. 1.
- 8 Säflund 1939, S. 138, unter Hinweis auf Pigorini. Auch die Y-förmigen Düsen der späten Eisenzeit wurden anfangs als Musikinstrumente gedeutet; vgl. Weisgerber/Roden 1985, Abb. 22–24.
- 9 Z. B. Guy 1948, S. 106.
- 10 Ghirsman 1938, S. 33.
- 11 Schliemann 1881, S. 410f.
- 12 Pič 1899, Sp. 161.
- 13 Richthofen 1926, S. 61.
- 14 Ebd.
- 15 Kneußl 1969, S. 117f.
- 16 Hundt 1982, S. 212f.
- 17 Durman 1983.
- 18 Jockenhövel 1985.
- 19 Da unser Verzeichnis der Blasrohrdüsen den bei Jockenhövel 1985 vorgegebenen Rahmen sowohl in Hinsicht auf chronologische und chorologische Schranken überschreitet, wurde auf eine Fortsetzung der dort begonnenen Numerierung verzichtet. Die jeweiligen Anmerkungen verweisen daher wiederholt auf diesen Artikel. Vollständigkeit wurde zwar angestrebt, dürfte allerdings angesichts des Sammlungsgebietes illusorisch sein, insbesondere da die die hier zur Diskussion stehenden, vergleichsweise unscheinbaren Kleinformen bei jeglicher Fundvorlage untergeordnete Bedeutung besitzen. Zu jüngst publizierten Blasrohrdüsen (?) von den Britischen Inseln vgl. Tylecote 1986, S. 141 f., Abb. 86, 87.e.
- 20 Leisner/Schubart 1966, S. 33, Abb. 10. 2.
- 21 Guthertz 1975, S. 19, Abb. 22. 3.
- 22 Ebd., Abb. 22. 1.
- 23 Gomez 1983, S. 470, Abb. 1. 4.
- 24 Fischer 1971, S. 13, 34, Taf. 8. 7; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 14.
- 25 Stroh 1952, S. 17, Taf. 7, 11; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 13.
- 26 Unpubliziert. Museo degli Usi e Costumi della Genta Trentina, S. Michele all Adige.
- 27 Perini 1973, S. 249.
- 28 Ebd., Abb. 4. 4–6; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 23.
- 29 Angelini/Bagolini/Pasquali 1980.
- 30 Rageth 1975, S. 176, Taf. 90. 7–9, 91. 10–16; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 21.
- 31 Fasani 1980, S. 154, 156, Taf. 56, 5–10; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 19.
- 32 Aspes/Fasani 1969, S. 79, Abb. 14. 19–21; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 17.
- 33 Rageth 1975, S. 176; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 22.
- 34 Ebd.; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 16.
- 35 Guerreschi 1982, S. 204, Abb. 55. 22; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 20.
- 36 Salzani 1982, 224, Abb. 68. 6; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 15.
- 37 Messerschmitt 1935, S. 60, Taf. 6; Hundt 1982, S. 213, Abb. 3. 10; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 18.
- 38 Piccoli 1982, S. 459, Taf. 6. R.
- 39 Benedetti 1985, S. 256, Taf. 1. 4.
- 40 Säflund 1939, S. 41, 139, Taf. 9. 5.
- 41 Säflund 1939, S. 21 f.; Peet 1909, S. 357, Abb. 194.
- 42 Colini 1903, S. 58, Abb. 5; Peet 1909, S. 258; Säflund 1939, S. 138, Anm. 3.
- 43 Peet 1909, S. 258.
- 44 Munro 1912, S. 352, Taf. 42. 10.
- 45 Montelius 1910, Sp. 125–132, Taf. 20. 8–9.
- 46 Montelius 1910, Sp. 572 ff., Taf. 117. 16–17.
- 47 Taramelli 1908, S. 434 f., Abb. 14. 2; 23; Tylecote/Malmuth/Massoli-Novelli 1983, S. 66, Abb. 1.
- 48 Müller 1982 a, S. 119, Abb. 8. 3; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 5.
- 49 Müller 1982 a, S. 114, Abb. 6. 13 (unter Derenburg); Müller 1982 b, S. 275; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 11.
- 50 Müller 1982 a, S. 119, Abb. 8. 1; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 9.
- 51 Müller 1982 a, S. 120, Abb. 8, 8; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 6.

- 52 Müller 1982 a, S. 120; Abb. 8, 9–10; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 7.
- 53 Müller 1982 a, S. 114, Abb. 5, 2. 4; Müller 1982 b, S. 275, Abb. 2, 2–3; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 8.
- 54 Müller 1982 a, S. 117, Abb. 7. 3–12; Müller 1982 b, S. 276; Fröhlich 1983, Kat.-Nr. 884, Taf. 65 B; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 13.
- 55 Müller 1982 a, S. 114, Abb. 8. 4–7; Müller 1982 b, S. 276; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 10.
- 56 Pieczynski 1985, S. 167, Abb. 1. 4; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 1.
- 57 Richthofen 1926, S. 60 f., Taf. 9. 2; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 3.
- 58 Gedl 1985, S. 30, Abb. 3. 7; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 2.
- 59 Kunawicz-Kosinksa 1982, S. 81, Abb. 14. 0; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 4.
- 60 Jazdzewski 1938, Taf. 35. 5.
- 61 Podkowinska 1953, Taf. 18. 2, 20. 1, 21. 2–4.
- 62 Lipinska 1963, S. 305, Abb. 7. 3.
- 63 Wislanski 1979, Abb. 139. 12.
- 64 Pieczynski 1950, S. 120, Abb. 12.
- 65 Kowalczyk 1970, Abb. 49. 8.
- 66 Zapotocky 1982, S. 404, Abb. 3. 9.
- 67 Unpubliziert. Naturhistorisches Museum Wien.
- 68 Pič 1899, Taf. 73. 12, 75. 21; Pleiner/Rybova 1978, S. 361, Abb. 99. 4; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 30.
- 69 Pič 1899, Taf. 45. 23; Pleiner/Rybova 1978, S. 361; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 29.
- 70 Pič 1899, Taf. 42. 17; Pleiner/Rybova 1978, S. 361; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 31.
- 71 Fridrichova 1974, Taf. 15 a.
- 72 Benes 1984, S. 27, Abb. 7. 2.
- 73 Pleiner/Rybova 1976, S. 361; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 32.
- 74 Skutil 1963, Taf. 22. 3–4; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 34.
- 75 Pavelcik 1967, Taf. 7. 87.
- 76 Tihelka 1962, S. 157, Taf. 14. 22–23; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 35.
- 77 Stuchlik 1981, S. 26; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 38.
- 78 Stuchlik 1981, S. 48, Abb. 14. 5; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 36.
- 79 Tihelka 1962, S. 152, Taf. 9. 9; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 33.
- 80 Stuchlik 1981, S. 26; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 37.
- 81 Pavelcik 1967, Taf. 7. 85.
- 82 Batora 1982, Abb. 19, 22 a–b.
- 83 Drescher 1962, S. 822, Abb. 14. d; Tocik 1964 a, S. 237; ders. 1964 b, Taf. 43. 7, 47. 2; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 43.
- 84 Tocik 1979, Taf. 69. 16; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 41.
- 85 Tocik 1964 a, Anm. 272; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 39.
- 86 Drescher 1962, S. 822, Abb. 14. c; Tocik 1981 a, Taf. 53. 6, 62. 20, 71. 14, 106. 5–6, 137. 2, 8; 152. 30; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 42.
- 87 Tocik 1981 b, Taf. 13. 1, Abb. 39. 10; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 40.
- 88 Tocik/Vladar 1971, Abb. 6. 14–15.
- 89 Kneußl 1969, S. 117 f., Abb. S. 111, 89; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 26.
- 90 Kloiber/Kneidinger/Pertlwieser 1971, S. 47, Taf. 9. 5.
- 91 Frdl. Mitteilung E. Ruttkay, Wien.
- 92 Lippert 1964, S. 22, Taf. 2, 13–14; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 27.
- 93 Neugebauer 1977, Taf. 24. 8, 31. 15, 38. 2, 64. 3, 88. 7, 95. 8; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 24.
- 94 Unpubliziert. Naturhistorisches Museum Wien.
- 95 Neugebauer 1981, Abb. 7. 13.
- 96 Trnka 1978, S. 19, Taf. 7. 1; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 25.
- 97 Hell 1952, S. 42, Abb. 3. 1.
- 98 Mahr 1916, S. 26, Taf. III. P 70.
- 99 Bona 1975, S. 256.
- 100 Kovacs 1977, Abb. 15. 4.
- 101 Mozsolics 1973, Taf. 111. 9.
- 102 Bona 1975, S. 256; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 46.
- 103 Bona 1975, S. 256; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 45.
- 104 Bona 1975, S. 256; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 44.
- 105 Banner/Bona/Marton 1957, S. 116, Abb. 19. 17–19; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 51.
- 106 Bona 1975, S. 256; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 52.
- 107 Bona 1975, S. 256; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 49.
- 108 Kalicz 1968, S. 159, Taf. 80. 5–8; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 47.
- 109 Archaeologiai Ertesitő 1907, S. 257, Abb. 19; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 48.
- 110 Archaeologiai Közlemenyek, 2, 1861, Taf. 23, Abb. 174.
- 111 Kalicz 1968, S. 74, Taf. 33. 1, 46. 2; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 50.
- 112 Reizner 1891, Abb. 8. a–b.
- 113 Cziraky 1900, S. 259, Abb. 19. 2–4; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 56.
- 114 Korosec/Korosec 1969, S. 53, Taf. 3. 12–16; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 56.
- 115 Covic 1976, S. 106 f., Taf. 1. 3–6; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 58.
- 116 Covic 1976, S. 109 f., Taf. 3. 5–6; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 57.
- 117 Covic 1978, S. 26, Taf. 15. 5.
- 118 Bona 1975, S. 256, Abb. 20; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 53.
- 119 Bader 1977, S. 124, Taf. 35. 30–31; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 54.
- 120 Bona 1975, S. 256, Taf. 150. 14; Jockenhövel 1985, Kat.-Nr. 55.
- 121 Berciu 1961, Abb. 149. 3.
- 122 Berciu 1956, S. 517, Abb. 27. 6.
- 123 Dumitrescu 1925, S. 89, Abb. 63. 14, 67. 6–5.
- 124 Dumitrescu 1924, S. 339, Abb. 10. 3; ders. 1925, S. 89, Anm. 1.
- 125 Vulpe 1957, S. 238, Abb. 241. 4.
- 126 Matasa 1946, S. 82, Taf. 58. 440.
- 127 Dumitrescu 1954, S. 468, Abb. 50.
- 128 Biegel 1986, Kat.-Nr. 194.
- 129 Mikov 1927, S. 274 f., Abb. 108.
- 130 Georgiev/Angelov 1957, S. 90 f., Abb. 49. 2.
- 131 Popow 1919, Abb. 151.
- 132 Gaul 1948, S. 142.
- 133 Ebd., S. 170.
- 134 Ebd., S. 190.
- 135 Ebd., S. 182.
- 136 Raduceva 1981, Abb. 24. 16–17.
- 137 Biegel 1986, Kat.-Nr. 195.
- 138 Theocharis 1952, S. 131 f.
- 139 Bernabo-Brea 1964, S. 589, 657, Taf. 167. 2; 170. 7–8; de Jesus 1980, Abb. 13. 5–7.
- 140 Lamb/Hutchinson 1932, S. 50, Abb. 18. 2–4; de Jesus 1980, Abb. 13. 8–10.
- 141 Schliemann 1881, Abb. 1338–1339; Blegen/Caskey/Rawson 1953, S. 76, 270, 276, Abb. 80, 243, 254; de Jesus 1980, Abb. 13. 3.
- 142 Lloyd/Mellart 1962, S. 272, Abb. F 4. 2; de Jesus 1980, Abb. 13. 4.
- 143 Andrae 1943, S. 58, Abb. 69.
- 144 Hundt 1982, S. 213, Abb. 3. 1.
- 145 Guy 1948, S. 106, Taf. 156. 17–18.
- 146 Bietak 1984, Abb. 11, 3115 C.
- 147 Zwicker/Greiner/Hofmann/Rheitingner 1985, S. 104, Abb. 7.
- 148 Silov 1959, Abb. 2, 5; Häusler 1974, S. 137, Taf. 15. 2–3, 5, 7–8.
- 149 Silov 1966, Abb. 39; Häusler 1974, S. 141, Taf. 17. 2–10.
- 150 Silov 1959, S. 27 f., Abb. 11.
- 151 Ghirsman 1938, Taf. 52. 1, 4.
- 152 Wertime 1964, S. 1260.
- 153 Ghirsman 1938, S. 33.
- 154 Majidzadeh 1979, S. 82–85.
- 155 Muhly 1983, S. 352 f.
- 156 Vgl. dazu im Überblick Gimbutas 1965.
- 157 Technisch erläutert bei Hundt 1982, S. 212.
- 158 Silov 1959, S. 27 f.
- 159 Diese Kalkulation basiert auf der Annahme eines Fassungsvermögens von ca. 60 cm Inhalt; ein Wert, der das Volumen einer Kugelkappe von 2 cm Höhe (Tiefe des vollständig erhaltenen Tiegels) und einem Radius von 4,3 cm (zeichnerisch rekonstruiert auf der Basis des kleineren Tiegellinnendurchmessers) um ca. 30% übersteigt und nur als Näherungswert verstanden werden darf.
- 160 Silov 1959, Abb. 2.
- 161 Silov 1966, Abb. 39.
- 162 Zu prähistorischen Steinambossen vgl. Buttler/van der Waals 1967, 63 ff., Abb. 11–17; Maier 1983, S. 118 f., Abb. 1–2.
- 163 Drenkhahn 1976, S. 32, Abb. 12.
- 164 Davey 1985, S. 145. Als Grabbeigabe einer Männerbestattung der 6. oder 7. Dynastie fanden sich zwei große Steine in einem benutzten, beidseitig offenen Schmelztiegel.
- 165 Hundt 1986.
- 166 Davey 1979; Beit-Arieh 1985, S. 106–111, Abb. 14.
- 167 Zuletzt Davey 1983, S. 170–175, Abb. 2. 3–5, 3. 6–8.
- 168 Bietak 1984, Abb. 11, Nr. 3116.
- 169 Drenkhahn 1976, S. 30 f.

- 170 Eventuell wurden die durch einige Darstellungen zu belegenden Schilfrohre nur durch einen Überzug mit frischem Ton vor der Glut des Gießerfeuers geschützt – so Zwicker 1969, S. 1. Die im Zusammenhang mit Membrangebläsen dargestellten Düsen standen dagegen mit der Glut in näherem Kontakt und unterlagen damit – wenn sie nicht, was für die komplizierten Formstücke anzunehmen ist, schon vorgebrannt wurden – einer intensiveren Durchhärtung. Zu diesen Düsen vgl. im Überblick Weisgerber/Roden 1986, S. 18 f., Abb. 25–26 – ergänzt durch Tuftell/Inge/Harding 1940, S. 68, Taf. 29. 16. Eine detaillierte Publikation weiterer ägyptischer Düsenfunde, vgl. z. B. Seton-Williams 1967, S. 155, u. Arnold 1980, Anm. 22 (Düse aus Karnak), steht noch aus.
- 171 Vgl. den Überblick bei de Jesus 1980, S. 40 f., der die Düsen jedoch nicht als Blasrohrdüsen anspricht. Zum umfangreichen, jedoch nicht ausreichend publizierten Fundmaterial von Raphina vgl. auch McGeehan-Liritzis 1983, Taf. 6. Zu den jüngst publizierten sifnischen Düsen vgl. Pernicka/Lutz/Bachmann/Wagner/Elitzsch/Klein 1985, S. 185, 196, Abb. 238 f. Der bis zu 3 cm große Durchmesser der Düsen spricht bislang eher für ein Gebläse unbestimmter Bauart als für eine Nutzung als Blasrohrdüsen. Doch könnte bereits mittels der organischen Zuleitung der Innendurchmesser auf ein kleineres Maß reduziert worden sein. Der „Kupferschmelzofen“ von Agina, der nach Studien von Walter/Felten 1981, S. 23–38, mit natürlichem Zug gearbeitet haben soll, bedarf sicherlich einer erneuten archäometallurgischen Untersuchung.
- 172 Bernabo-Brea 1964, Taf. 85. a–c (Poliochni); McGeehan-Liritzis 1983, S. 164 (Raphina); Lamb 1936, S. 157 (Thermi).
- 173 Zu vierfüßigen Tiegeln in Troja vgl. Schliemann 1881, Abb. 469.
- 174 Zum Tiegel von Pedra do Ouro vgl. Leisner/Schubart 1966, S. 33 f., Abb. 10. 1. Zur Metallurgie Trojas vgl. jetzt auch Stos-Gale/Gale/Gilmore 1984.
- 175 Lloyd/Mellaart 1962, S. 272, Abb. F. 4, 1.
- 176 Bernabo-Brea 1964, Taf. 85. d. Zur Diskussion dieser Gußform zur Herstellung von Schaftlochhäxten (?) vgl. auch de Jesus 1980, S. 41.
- 177 Andrae 1943, Taf. 8.
- 178 Todorova 1981.
- 179 Cernych 1978.
- 180 Da gerade die bulgarischen Funde entsprechender Zeitstellung häufig im Sinne religiöser Riten ausgedeutet werden – man vgl. dazu die entsprechenden Ausführungen in den jüngsten Ausstellungskatalogen – kann es nicht verwundern, daß die Düsen vornehmlich als „Phallussymbole“ angesprochen werden. Dagegen spricht allerdings, daß nicht zuletzt damit ein Äquivalent zur vornehmlich femininen, eventuell auch matriarchalisch orientierten Ideologie der entsprechenden Kulturkreise bestanden hätte. Ohne einen direkten Nachweis entsprechender Riten, etwa durch die Vergesellschaftung entsprechender Funde mit eindeutig zu deutenden Altären oder Fundzusammenhängen, dürfte daher eine eher technische Ausdeutung der Funde höhere Wahrscheinlichkeit besitzen.
- 181 Dumitrescu 1924, S. 339, Abb. 10. 3.
- 182 Allerdings können die meisten bulgarischen Funde nicht eingehender beurteilt werden, da sie nur bei Gaul 1940 als Phallusidole erwähnt werden. Ihre Katalogisierung erfolgt daher unter Vorbehalt.
- 183 Mikov 1927, Abb. 108. Die übrigen Formen besitzen allerdings einen langen Stichkanal und eine kurze Tülle.
- 184 Zur Datierung vgl. Coles/Harding 1979, S. 196, Tab. 6.
- 185 Vgl. Hundt 1974; Fröhlich 1983, S. 67 f.; Jockenhövel 1985, S. 202.
- 186 Besondere Beachtung verdienen hierbei die Düsen aus dem Hügelgrab von Sachsenburg, da sie hinsichtlich Form und Anzahl – es soll sich ursprünglich um etwa 300 Exemplare gehandelt haben – von den üblichen Vorkommen abweichen. Eventuell wurden sie speziell für die Grabausstattung hergestellt.
- 187 Zu erwähnen wären hier etwa die Anlage befestigter Höhsiedlungen und die Verbreitung weiterer keramischer Sonderformen, wie etwa die der verzierten und unverzierten Tonrollen; dazu Hundt 1974, S. 172, Abb. 28, und Müller 1982 a, S. 119. Zu den Besonderheiten zählen auch die Pintaderas oder sog. Brotlaibidole, deren Funktion bislang nicht eindeutig geklärt werden konnte – vgl. den Katalog bei Trnka 1982 sowie Müller 1982 a, S. 122. Diese verzierten, brotlaibförmigen Tonobjekte erinnern an die bereits in der Antike nachweisbare, bis in die jüngste Vergangenheit geübte Praxis, heilkräftige Erden oder Erden aus dem Umfeld religiöser Stätten mit einem Stempel als Herkunftsnachweis zu versehen und sie in dieser Form als Antidot oder Pilgerzeichen – wobei beide Funktionen nicht immer eindeutig zu trennen sind – in den Handel zu bringen. Der Terminus für die medizinischen Heilerden mit dieser Gestalt – terra sigillata – wurde erst seit dem 19. Jahrhundert häufiger zur Kennzeichnung der römischen Feinkeramik herangezogen; vgl. hierzu Brunsting 1972. Stichverzierte Heilerden finden sich auch heute z. B. noch auf den Märkten von Ghana – vgl. Hunter 1973, Abb. 4. Soweit bekannt wurden mineralogische Untersuchungen an den prähistorischen Fundobjekten bislang nicht durchgeführt.
- 188 Vgl. den Überblick bei Roden 1985, S. 73 f. u. Taylor 1983.
- 189 Zur prähistorischen Ausbeutung der mitteleuropäischen und böhmisch-mährischen Lagerstätten vgl. jetzt Simon 1985 und Waldhauser 1986.
- 190 Zur Kritik an diesen Vorstellungen vgl. z. B. Strahm 1974, Pa-ppe 1978 und Schickler 1982.
- 191 Allerdings handelt es sich hierbei um einen Lesefund.
- 192 Wislanski 1979, Abb. 73. 1. Zum Metallinventar dieser Gruppe vgl. Burchard 1970.
- 193 Kloibinger/Kneidinger/Pertlwieser 1971, S. 47, Abb. 4. 4. Der massive Standfuß dieser Tiegel diente wahrscheinlich dem Transport mit Hilfe von Astgabeln oder entsprechend zugereichteten Handhaben. Entsprechende Hilfsmittel sind auch für den pokalförmigen Tiegel von Tepe Ghabristan (Majidzadeh 1979, Abb. 2. 1) anzunehmen, da dessen Standfuß über eine durchgehende, radial orientierte quadratische Öffnung verfügt.
- 194 Wislanski 1979, S. 146.
- 195 Müller 1982 a, S. 120.
- 196 Z. B. bei der Fortsetzung der Grabungen in Brzesc Kujawski, – vgl. Grygiel/Bolus 1984.
- 197 Tylecote 1974; Hauptmann 1985, S. 92. In diese Richtung deuten auch die Spuren von Kupferkies in einem Tiegel der Pfynner Kultur vom Burgäschisee, – vgl. Maggetti/Gloor 1978.
- 198 Die dabei durch erhöhtes Volumen entstehenden Probleme konnten in der späten Eisenzeit nur durch Eisenarmierung der Tiegel gelöst werden, – vgl. Weisgerber/Roden 1986, S. 19.
- 199 Ebd. Im Prinzip handelt es sich also um einfache Grubenöfen, deren Fassungsvermögen durch das Volumen der Gefäße vorgegeben wird; vgl. z. B. Bray 1972, S. 30, Abb. 3, mit einem Beispiel aus dem Salado Valley (Arizona). Die von Schlichtherle/Rottländer 1982 publizierten Gußtiegel der Pfynner Kultur aus Südwestdeutschland wurden bedauerlicherweise nicht in Hinsicht auf die Feuerführung untersucht. Eine derartige Nutzung massiver Tiegel ließ sich jedoch jüngst in einer außerordentlich detaillierten Studie auch an den Gußtiefelfragmenten von Olympia nachweisen, – vgl. Schneider/Zimmer 1986, S. 29.
- 200 Zur Fortdauer der Nutzung von Blasrohren in antiker Zeit vgl. Weisgerber/Roden 1985, Abb. 17, und Gummerus 1913, Abb. 2. Ein frühmittelalterliches Belegstück stammt aus Helgö, – vgl. Lamm 1977, S. 103.
- 201 Vgl. die Zusammenstellung der historischen Quellen bei Oehm 1984.
- 202 Zuletzt Epstein/Shimada 1984; vgl. auch Hauptmann 1980, S. 61, Abb. 9–10.
- 203 Hundt 1974, S. 172.
- 204 Epstein/Shimada 1983, S. 396 f.
- 205 Ebd., Tab. 2.
- 206 Ein Kamin im herkömmlichen Sinne liegt bei den Öfen von Batan Grande nicht vor, die Öffnung diente nur als Rauchaustritt.
- 207 Tylecote 1983, S. 197 f.
- 208 Zwicker/Greiner/Hofmann/Reithinger 1985, S. 104.
- 209 Preuschen 1968; ders. 1973.
- 210 Eine aktuelle Aufarbeitung der außergewöhnlich umfangreichen Fundbestände zur sekundären Metallurgie der Früh- und Mittelbronzezeit Oberitaliens steht bedauerlicherweise noch immer aus.
- 211 Angelini/Bagolini/Pasquali 1980, S. 69. Die Ausgräber erwähnen zusätzlich Funde von Erzen lokaler Herkunft. Deren Zusammensetzung wird zwar nicht näher spezifiziert, der hohe Schwefelgehalt der Schlacken (frdl. Mitteilung P. Northover, Oxford) legt jedoch die Verhüttung sulfidischer Erze nahe.
- 212 Perini 1971; ders. 1984, S. 19.
- 213 Perini 1984, S. 15.
- 214 Perini 1972; Hundt 1982, S. 214. Zu den italienischen Fundstellen vgl. auch den Überblick bei Primas 1976.

215 Da auf allen Plätzen Blasrohrdüsen gefunden wurden, kann mit einiger Sicherheit davon ausgegangen werden, daß die Öfen nicht mit natürlichem Wind betrieben wurden. Entsprechende Rekonstruktionen früher Tiegelöfen, wie die der Befunde von Tell Abu Matar durch Tylecote 1980, Abb. 7. 4, können durch die publizierten Grabungsunterlagen (Perrot 1955) nicht bestätigt werden. Als einziger Beleg für die Ausnutzung von Hangwinden im Bereich der Buntmetallmetallurgie gilt in Mitteleuropa der sog. Erzschnelzofen von Dresden-Coschütz, dessen Rekonstruktion jedoch auf einer Zusammenstellung zahlreicher Einzelbeobachtungen beruht. Gegen die von Pietzsch 1971, S. 44 ff. vorgeschlagene Rekonstruktion sprechen mehrere Beobachtungen: So wies Simon 1985, S. 173, zurecht darauf hin, daß die „Rekonstruktion mit einer 3 m hohen Ofenhaube bei einem Basisdurchmesser von 5 m ... angesichts der durchgängig kleineren Kupferschnelzanlagen aus der Bronzezeit ... freilich etwas problematisch“ erscheint. Selbst die von Pietzsch herangezogene Parallele, der mittelalterliche (!) Ofen vom Sommerberg (Nowothnig 1965), verfügt über wesentlich geringere Dimensionen. Vergleichbare Oberflächenfunde in Mönchsdeggingen (Lkr. Donau-Ries) (Krahe 1985, S. 49) wurden gar mit einer mittelalterlich-frühneuzeitlichen Eisenerzverhüttung in Verbindung gebracht. Zweifelhaft ist auch, ob sich ein spätbronzezeitlicher Befund, wie der von Pietzsch beschriebene, hangabwärts gerichtete Windkanal, annähernd 3000

Jahre als Oberflächenfund hätte erhalten können. Auch die Kombination dieses mächtigen Kanals mit einer gekrümmten Düse (Pietzsch 1971, Abb. 4) scheint abwegig, da die im Japanischen Palais zu Dresden ausgestellten Düsenfragmente nur über eine Austrittsöffnung von ca. 2 cm² Größe verfügen und damit in einem deutlichen Mißverhältnis zum Volumen des rekonstruierten Ofens stehen. Derartige Düsen, auch fragmentarische Exemplare, wie das Stück von Bad Buchau (Jockenhövel 1986 a, S. 219, Abb. 4. 1; ders. 1986 b, S. 567, Abb. 1. 1), dürften mit einfachen Tiegelschnelzverfahren in Verbindung stehen. Eventuell lassen sich auch für das bronzezeitliche Metallhandwerk unterschiedliche Ofenformen rekonstruieren, wie etwa Grubenöfen zum Einschmelzen von Altmetall (Bonnamour 1976, S. 128, Taf. 34) und Herdstellen zur Aufnahme von Gußtiegeln (Mohén 1984, S. 186 ff., Abb. 4).

216 Zum Problem der frühbronzezeitlichen Hortfunde vgl. Menke 1982 und u. a. Pauli 1985.

217 Zusammenfassend Eibner 1982 und Moesta 1986.

218 Zu diesen Formen vgl. z. B. Modrijan 1968, Abb. 2; Preuschen 1965, S. 12, Abb. 6; Preßlinger/Eibner/Walach/Sperl 1980, S. 137 f., Abb. 8; evtl. auch Hauser 1986, S. 82.

219 Zum Verhüttungsprozeß aus naturwissenschaftlicher Sicht vgl. Moesta/Kopcewicz 1982; Moesta/Schnau 1982; 1983.

220 Zusammenfassung bei Roden/Weisberger i. D.

221 Eliade 1980, S. 83.

BIBLIOGRAPHIE

ANDRAE, Walter:

1943 Die Kleinfunde von Sendschirli, Berlin 1943.

ANGELINI, B./BAGOLINI, B./PASQUALI, T.:

1980 Asquaviva di Besenello (Trento), in: *Preistoria Alpina* 16, 1980, S. 67–69.

ARNOLD, Dorothea:

1980 Keramik, in: *Lexikon der Ägyptologie*, Bd. 3, Wiesbaden 1980, S. 392–409.

ASPES, Alessandra/FASANI, Leone:

1969 La stazione preistorica di Bor di Pacengo e la media età del bronzo nell'anfiteatro Morenico del Garda, in: *Atti e Memorie della Accademia di Agricoltura Scienze e Lettere di Verona*, Ser. 6, Bd. 19, 1967–1968 (1969), S. 67–112.

BADER, Tibor:

1977 Die Bronzezeit in Nordwest-Siebenbürgen, Bukarest 1977.

BANNER, János/BÓNA, Istvan/MARTON, L.:

1957 Die Ausgrabungen von L. Marton in Toszeg, II, in: *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 9, 1957, S. 87–140.

BATORA, Josef:

1982: Ekonomicko-sociálny vývoj východného Slovenska v staršej dobe bronzovej, in: *Slovenská Archeológia* 30, 1982, S. 249–346.

BEIT-ARIEH, Itzhaq:

1985 Serabit el Khadim: new metallurgical and chronological aspects, in: *Levant* 17, 1985, S. 89–116.

BENEDETTO, Benedetti:

1985 *Preistoria e Protostoria de Modense*, Modena 1985.

BENEŠ, Antonín:

1984 Praveká osada z doby bronzové na soutoku Lužnice a Vlatvy, Týn nad Vltavou 1984.

BERCIU, Dumitru:

1956 Cercetări și descoperiri arheologice în regiunea București, in: *Materiale și cercetări* 2, 1956, S. 493–562.

1961 Contribuții la probleme neolitice în România în lumina noilor cercetări, Bukarest 1961.

BERNABO-BREA, Luigi:

1964 *Poliocni, città preistoria nell' isola di Lemnos*, Rom 1964.

BIEGEL, Gerd (Hrsg.):

1986 *Das erste Gold der Menschheit*, 2. Aufl., Freiburg 1986.

BIETAK, Manfred:

1984 Eine Palastanlage aus der Zeit des späten Mittleren Reiches und andere Forschungsergebnisse aus dem östlichen Nildelta (Tell el-Dab'a 1979–1984), in: *Anzeiger der österreichischen Akademie der Wissenschaften, phil.-hist. Klasse* 121, 1984, S. 312–349.

BLEGEN, Carl W./CASKEY, John, L./RAWSON, M.:

1953 *Troy*, Bd. 2, Princeton 1953.

BONA, Istvan:

1975 Die mittlere Bronzezeit Ungarns und ihre südöstlichen Beziehungen, Budapest 1975.

BONNAMOUR, Louis:

1976 Siedlungen der Spätbronzezeit (Bronze Final III) im Saône-Tal südlich von Chalon-sur-Saône, in: *Archäologisches Korrespondenzblatt* 6, 1976, S. 123–130.

BRAY, Warwick:

1972 Ancient American Metal-Smiths, in: *Proceedings of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland* 1971 (1972), S. 25–43.

BRUNSTING, H.:

1972 *Terra Sigillata*, in: *Westerheem* 21, 1972, S. 252–268.

BURCHARD, Barbara:

1970 On the knowledge of copper in the population of Złota Culture, in: *Archaeologia Polona* 12, 1970, S. 247–257.

BUTLER, Jay J./VAN DER WAALS, Johannes Diderik:

1967 Bell Beakers and Early Metal-working in the Netherlands, in: *Palaeohistoria* 12, 1966 (1967), S. 41–139.

CERNYCH, E. N.:

1978 Gornoe delo i metallurgija v drevnejšej Bolgarii, Sofia 1978.

COBLENZ, Werner:

1974 Aunjetitzer Grabbeigabe als Urne in einer jüngstbronzezeitlichen Bestattung, in: *Ausgrabungen und Funde* 19, 1974, S. 89–94.

COLES, John M./HARDING, A. F.:

1979 *The Bronze Age in Europa*, London 1979.

COLINI, G. A.:

1903 *La civiltà del bronzo in Italia*, in: *Bollettino di Paleontologia Italiana* 29, 1903, S. 53–103.

- COVIC, Borivoj:
1976 Metallurgische Tätigkeit der Vucedoler Gruppe in Bosnien, in: *Godisnjak Akademija Nauka i Umjetnosti Bosne i Hercegovine* 13, 1976, S. 105–115.
- 1978 Velinka gradina u Varvari, in: *Glasnik Zemaljskog Muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu*, NS 32, 1977 (1978), S. 5–175.
- CZIRÁKY, Gyla:
1900 Bogojevo régi emlékeiről, in: *Archaeologiai Értesítő* 20, 1900, S. 257–267.
- DAVEY, Christopher, J.:
1979 Some Ancient Near Eastern Pot Bellows, in: *Levant* 9, 1979, S. 101–111.
- 1983 The Metalworkers' Tools from Tell Edh Dhiba'i, in: *Bulletin of the Institute of Archaeology* 20, 1983, S. 169–185.
- 1985 Crucibles in the Petrie Collection and Hieroglyphic Ideograms for Metal, in: *Journal of Egyptian Archaeology* 71, 1985, S. 142–148.
- DE JESUS, Prentiss S.:
1980 The Development of Prehistoric Mining and Metallurgy in Anatolia, Oxford 1980 (= *British Archaeological Reports, International Series*. 74).
- DRENKHANN, Rosemarie:
1976 Die Handwerker und ihre Tätigkeit im alten Ägypten, Wiesbaden 1976 (= *Ägyptologische Abhandlungen*. 31).
- DRESCHER, Hans:
1962 Bronzezeitliche Gießer im östlichen Mitteleuropa, in: *Gießerei* 49, 1962, S. 817–822.
- DUMITRESCU, Vladimir:
1924 Découvertes de Gumelnita, in: *Dacia* 1, 1924, S. 325–342.
- 1925 Fouilles de Gumelnita, in: *Dacia* 2, 1925, S. 29–103.
- 1954 Hăbăşeşti. Monografie Arheologica, Bukarest 1954.
- DURMAN, Aleksandar:
1983 Metalurgija vucedolskog kulturnog kompleksa, Zagreb 1983 (= *Opuscula Archaeologica*. 8).
- EIBNER, Clemens:
1982 Kupfererzbergbau in Österreichs Alpen, in: *Südeuropa zwischen 1600 und 1000 v. Chr.*, hrsg. v. Bernhard Hänsel, Berlin 1982 (= *Prähistorische Archäologie in Südeuropa*. Bd. 1 = *Südosteuropa-Jahrbuch*. Bd. 13), S. 399–408.
- ELIADE, Mircea:
1980 Schmiede und Alchemisten, 2. Aufl., Stuttgart 1980.
- EPSTEIN, Stephen M./SHIMADA, Izumi:
1983 Metalurgia de Sican. Una reconstrucción de la producción la aleación de cobre en El Cerro de los Cementerios, Peru, in: *Beiträge zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie* 5, 1983, S. 379–430.
- FASANI, Leone:
1980 I materiali preistorici della stazione palafitticola di Cisano-Verona, Rom 1980.
- FISCHER, Franz:
1971 Die frühbronzezeitliche Ansiedlung in der Bleiche bei Arbon TG, Basel 1971 (= *Schriften zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz*. 17).
- FRIDRICHOVA, Marie:
1974 Halštatská sídlště v pražském území, Prag 1974.
- FRÖHLICH, Siegfried:
1983 Studien zur mittleren Bronzezeit zwischen Thüringer Wald und Altmark, Leipziger Tieflandsbucht und Oker, Braunschweig 1983 (= *Veröffentlichungen des Braunschweigischen Landesmuseums*. 34).
- GALLAY, Alain/LAHOUE, Marie-Noelle:
1976 Pour une préhistoire de la métallurgie (Europe, Proche-Orient), in: *Archives suisse d'anthropologie generale* 40, 1976, S. 137–200.
- GAUL, James H.:
1948 The Neolithic Period in Bulgaria: Early Food-Producing Cultures of Eastern Europe, in: *Bulletin of the American School of Prehistoric Research* 16, 1948, S. 1–252.
- GEDL, Marek:
1985 Frühbronzezeitliche befestigte Siedlung in Jedrychowice und die Probleme der Nowa Cerekwiew-Gruppe in Oberschlesien, in: *Frühbronzezeitliche befestigte Siedlungen in Mitteleuropa. Materialien der internationalen Arbeitstagung vom 20. bis zum 22. September 1983 in Kraków*, Warschau 1985, S. 27–41.
- GEORGIEV, Georgi/ANGELOV, Nikola:
1957 Ausgrabungen des Siedlungshügels bei Russe in den Jahren 1950 bis 1953, in: *Bulletin de l'Institute Archéologique Bulgare* 21, 1957, S. 41–127.
- GHIRSMANN, Roman:
1938 Fouilles de Sialk près de Kashan, Bd. 1, Paris 1938 (= *Musée du Louvre. Département des Antiquités Orientales, Séries Archéologique*. 4).
- GIMBUTAS, Marija:
1965 Bronze Age Cultures in Central and Eastern Europe, Den Haag/London 1965.
- GOMEZ, Jose:
1983 Les traces de l'activité métallurgique a l'Age du Bronze et au Premier Age du Fer en Centre-Ouest, in: *Journées de Paléoméallurgie. Université de Technologie de Compiègne*, 22.–23. Feb. 1983, o.O. 1983, S. 469–479.
- GRYGIEL, Ryszard/BOLUS, Michael:
1984 Eine Abfallgrube der Lengyel-Kultur aus Brzesc Kujawski, Fdst. 4 (Polen), in: *Archäologisches Korrespondenzblatt* 14, 1984, S. 263–272.
- GUERRESCHI, Giampiero:
1982 Isolone del Mincio o della Prevaldesca (Mantova), in: *Palafitte, mito e realtà*, Verona 1982, S. 210–205.
- GUMMERUS, H.:
1913 Darstellungen aus dem Handwerk auf römischen Grab- und Votivsteinen in Italien, in: *Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts* 28, 1913, S. 63–125.
- GUTHERZ, Xavier:
1975 La Culture de Fontbouisse. Recherches sur la Chalcolithique en Languedoc Oriental, Caveirac 1975 (= *Publication de l'Association pour la Recherche Archéologique en Languedoc Oriental*. 2).
- GUY, P. L. O.:
1948 Megiddo Tombs, Chicago 1948.
- HÄUSLER, Alexander:
1974 Die Gräber der älteren Ockergrabkultur zwischen Ural und Dnjepr, Halle 1974.
- HAUPTMANN, Andreas:
1980 Zur frühbronzezeitlichen Metallurgie von Shahr-i Sokhta (Iran), in: *Der Anschnitt* 32, 1980, S. 55–61.
- 1985 5000 Jahre Kupfer in Oman, Bd. 1: Die Entwicklung der Kupfermetallurgie vom 3. Jahrtausend bis zur Neuzeit, Bochum 1985 (= *Der Anschnitt*. Beih. 4).
- HAUSER, Luis:
1986 Die bronzezeitlichen Kupferschmelzöfen in „Fennhals“ über Kurtatsch, in: *Der Schlern* 60, 1986, S. 75–87.
- HELL, Martin:
1952 Urgeschichtliche Siedlungsspuren beim Landeskrankenhaus in Salzburg, in: *Archaeologia Austriaca* 9, 1952, S. 38–43.
- HUNDT, Hans-Jürgen:
1974 Donauländische Einflüsse in der frühen Bronzezeit Norditaliens, in: *Atti del Simposio Internazionale sulla antica età del Bronzo in Europa, Verona – Lazise – Trento*, 1.–6. April 1972, Trento/Verona 1974 (= *Preistoria Alpina* 10), S. 143–178.
- 1982 Einige technologisch-chronologische Bemerkungen zu den Schaftlochäxten, in: *Atti del X. Simposio Internazionale sulla fine del Neolitico e gli inizi dell'età del Bronzo in Europa, Lazise-Verona*, 8.–12. April 1980, Verona 1982, S. 207–223.
- 1986 Zwei minoische Bronzeeräte zum Treiben von Metallgefäßen aus Kreta, in: *Archäologisches Korrespondenzblatt* 16, 1986, S. 279–282.
- HUNTER, John M.:
1973 Geophagy in Africa and the United States, in: *The Geographical Journal* 63, 1973, S. 170–195.
- JAZDZEWSKI, Konrad:
1938 Gräberfeld der bandkeramischen Kultur und die mit ihnen verbundenen Siedlungsspuren in Brzesc Kujawski, in: *Wiadomosci Archeologiczne* 15, 1938, S. 1–105.
- JOCKENHÖVEL, Albrecht:
1985 Bemerkungen zur Verbreitung der älterbronzezeitlichen Tondüsen in Mitteleuropa, in: *Frühbronzezeitliche befestigte Siedlungen in Mitteleuropa. Materialien der internationalen Arbeitstagung vom 20. bis zum 22. September 1983 in Kraków, Warschau 1985* (= *Archaeologia Interregionalis*. 6), S. 196–205.

- 1986 a Struktur und Organisation der Metallverarbeitung in urnenfelderzeitlichen Siedlungen Süddeutschlands, in: Siedlung, Wirtschaft und Gesellschaft während der jüngeren Bronze- und Hallstattzeit in Mitteleuropa, hrsg. v. Buck, Dietmar-Wilfried/Grams, Bernhard, Berlin 1986 (= Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte Potsdam. 20), S. 213–234.
- 1986 b Bemerkungen zur Frage der Metallverarbeitung in der „Wasserburg“ Buchau, in: *Germania* 64, 1986, S. 565–572.
- KALICZ, Nandor:
1968 Die Frühbronzezeit in Nordostungarn, Budapest 1968.
- KLOIBER, Ämilian/KNEIDINGER, Josef/PERTLWIESER, Manfred:
1971 Die neolithische Siedlung und die neolithischen Gräberfundplätze von Rutzing und Haid, Ortsgemeinde Hörsching, politischer Bezirk Linz-Land, Oberösterreich, in: *Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereins* 116, 1971, S. 23–50.
- KNEUSSL, Werner:
1969 Die älterbronzezeitlichen Funde aus der Tischoferhöhle, in: Menghin, Osmund/Kneußl, Reineide u. Werner: Beiträge zur Urgeschichte Tirols, Innsbruck 1969 (= Innsbrucker Beiträge zur Kulturwissenschaft. Sonderh. 29), S. 39–136.
- KOROSEC, Paolo/KOROSEC, Josip:
1969 Fundgut der Pfahlbausiedlungen bei Ig im Laibacher Moor, Ljubliana 1969.
- KOVACS, Tibor:
1977 Die Bronzezeit in Ungarn, Budapest 1977.
- KOWALCZYK, Jan:
1970 The Funnel Beaker Culture, in: *The Neolithic in Poland*, Breslau/Warschau/Krakau 1970, S. 144–177.
- KRAHE, Günther:
1985 Ausgrabungen und Funde in Bayerisch-Schwaben 1983–1984, in: *Zeitschrift des historischen Vereins für Schwaben* 79, 1985, S. 9–54.
- KUNAWICZ-KOSINSKA, Emilia:
1982 Die frühbronzezeitliche Siedlung in der Ortschaft Nowa Cerekwia, Woiwodschaft Opole, Teil II, in: *Silesia Antiqua* 24, 1982, S. 57–84.
- LAMB, Winifred:
1936 Excavations at Thermi in Lesbos, Cambridge 1936.
- LAMB, Winifred/HUTCHINSON, R. W.:
1932 Excavations at Thermi at Lesbos, in: *Annual of the British School at Athens* 30, 1932, S. 1–52.
- LAMM, Kristina:
1977 Early Medieval Metalworking on Helgö in Central Sweden, in: Oddy, W. A. (Hrsg.): *Aspects of Early Metallurgy*, London 1977, S. 97–116.
- LEISNER, Vera/SCHUBART, Hermanfrid:
1966 Die kupferzeitliche Befestigung von Pedra do Ouro, Portugal, in: *Madrider Mitteilungen* 7, 1966, S. 9–60.
- LIPINSKA, Aleksandra:
1963 Traces de la colonisation de la civilisation des coupes en forme d'entonnoir à Kotowo, distr. de Nowy Tomysl, in: *Fontes Archaeologici Posnanienses* 13, 1962 (1963), S. 303–310.
- LIPPERT, Andreas:
1964 Eine frühbronzezeitliche Töpfergrube in Unterwinden bei St. Andrä an der Traisen, p. B. St. Pölten, in: *Archaeologia Austriaca* 36, 1964, S. 11–23.
- LLOYD, Seton/MELAART, James:
1962 *Beycesultan*, Bd. 1, London 1962.
- MAGGETTI, M./GLOOR, F.:
1978 Mineralogische und chemische Untersuchungen am Kupferschmelztiegel vom Burgäschisee, in: *Bulletin de la Société Fribourg des Sciences Naturelles* 67, 1978, S. 174–180.
- MAHR, Adolf:
1916 Die älteste Besiedlung des Ennser Bodens, in: *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft Wien* 46, 1916, S. 1–36.
- MAIER, Rudolf Albert:
1983 Zwei kleine metallzeitliche Steinambosse aus Oberbayern, in: *Germania* 61, 1983, S. 117–119.
- MAJIDZADEH, Yousef:
1979 An Early Prehistoric Coppersmith Workshop at Tepe Ghabristan, in: *Akten des VII. Internationalen Kongresses für iranische Kunst und Archäologie*, München 7.–10. Sept. 1976, Berlin 1979, S. 82–92.
- MATASA, C.:
1946 *Frumusica. Village préhistorique à ceramique peinte dans la Moldavie du nord Roumanie*, Bukarest 1946.
- McGEEHAN-LIRITZIS, Veronica:
1983 The relationship between metalwork, copper sources and the evidence for settlement in the Greek late neolithic and early bronze age, in: *Oxford Journal of Archaeology* 2, 1983, S. 147–180.
- MENKE, Manfred:
1982 Studien zu den frühbronzezeitlichen Metalldepots Bayerns, München 1982 (= *Jahresbericht der Bayerischen Bodendenkmalpflege*. 19).
- MESSERSCHMIDT, Franz:
1935 *Bronzezeit und frühe Eisenzeit in Italien*, Berlin/Leipzig 1935.
- MIKOV, Vasil:
1927 Le tumulus préhistorique près de village Balbounar (district de Rousse), in: *Bulletin de l'Institute Archéologique Bulgare* 4, 1926/27, S. 251–284.
- MODRIJAN, Walter:
1968 Die Erforschung des vor- und frühgeschichtlichen Berg- und Hüttenwesens in der Steiermark, in: *Der Bergmann. Der Hüttenmann. Gestalter der Steiermark*, Katalog der 4. Landesausstellung, Graz 1968, S. 41–87.
- MOESTA, Hasso:
1986 Bronze Age Copper Smelting, in: *Interdisciplinary Science Reviews* 11, 1986, S. 73–87.
- MOESTA, Hasso/KOPCEWICZ, B.:
1982 Bronzezeitliche Hüttenprozesse in den Ostalpen, I: Untersuchung der Feuerführung mit Hilfe der Mößbauer-Spektroskopie an Schlackenfundstücken, in: *Naturwissenschaften* 69, 1982, S. 493 f.
- MOESTA, Hasso/SCHNAU, G.:
1982 Bronzezeitliche Hüttenprozesse in den Ostalpen, II: Anreicherungsverfahren und Prozeßtemperatur, in: *Naturwissenschaften* 69, 1982, S. 542 f.
- 1983 Bronzezeitliche Hüttenprozesse in den Ostalpen, III: Die Abscheidung des metallischen Kupfers, in: *Naturwissenschaften* 70, 1983, S. 142 f.
- MOHEN, Jean Pierre:
1984 Nouvelles découvertes de vestiges métallurgiques de l'Age du Bronze a Fort-Harrouard – Sorel-Moussel (Eure-et-Loire), in: *Paleometallurgie de la France Atlantique, Age du Bronze (I)*, Rennes 1984, S. 181–191.
- MONTELIUS, Oskar:
1910 *La civilisation primitive en Italie depuis l'introduction des métaux*, Stockholm 1895/1910.
- MÜLLER, Detlef W.:
1982 a Die späte Aunjetitzer Kultur des Saalegebietes im Spannungsfeld des Südostens Europas, in: *Jahresschrift für Mitteldeutsche Vorgeschichte* 65, 1982, S. 107–127.
- 1982 b Südöstliche Einflüsse bei der späten Aunjetitzer Kultur zwischen Harz und Thüringer Wald, in: *Atti del X. Simposio Internazionale sulla fine del Neolitico e gli inizi dell' età del Bronzo in Europa, Lazise-Verona*, 8.–12. April 1980, Verona 1982, S. 275–282.
- MUHLY, James D.:
1983 Kupfer, in: *Reallexikon der Assyriologie und vorderasiatischen Archäologie*, Bd. 6, Berlin/London 1983, S. 348–363.
- MUNRO, Robert:
1912 *Palaeolithic Man and Terramara Settlements in Europe*, Edinburgh 1912.
- MOZSOLICS, Amalia:
1973 *Bronze- und Goldfunde des Karpatenbeckens*, Budapest 1973.
- NEUGEBAUER, Johannes-Wolfgang:
1977 Böhheimkirchen. Monographie des namengebenden Fundortes der Böhheimkirchener Gruppe der Veterowkultur, in: *Archaeologia Austriaca* 61/62, 1977, S. 31–207.
- 1981 Glockenbecherfunde im Raum Laa. a. d. Thaya, in: *Archaeologia Austriaca* 65, 1981, S. 53–61.
- NOWOTHNIG, Walter:
1965 Neue Ergebnisse der Bergbauforschung im Oberharz, in: *Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen* 2, 1965, S. 236–249.

- OEHM, Victor P.:
1984 Investigaciones sobre minería y metalurgia en el Perú prehispánico, Bonn 1984 (= Bonner Amerikanistische Studien. 12).
- PAPE, Wolfgang:
1978 Bemerkungen zur relativen Chronologie des Endneolithikums am Beispiel Südwestdeutschlands und der Schweiz, Tübingen 1978 (= Tübinger Monographien zur Urgeschichte. 3).
- PAULI, Ludwig:
1985 Einige Bemerkungen zum Problem der Hortfunde, in: Archäologisches Korrespondenzblatt 15, 1985, S. 195–206.
- PAVELČÍK, Jiří:
1967 Die kannelierte Keramik und die Kulturgruppen des Bosaca-Typus in Mähren und Mährisch-Schlesien, in: Zprávy Československé Společnosti Archeologické při Československé Akademii Věd 9, 1967, S. 14–28.
- PEET, T. Eric:
1909 The Stone and Bronze Age in Italy and Sicily, Oxford 1909.
- PERINI, Renato:
1971 I depositi preistorici di Romagnano-Loc (Trento), in: Preistoria Alpina 7, 1971, S. 7–106.
1972 Il deposito seconderio n. 3 dei Montesei di Serso, in: Preistoria Alpina 8, 1972, S. 7–30.
1973 Romagnano – Tof de la Val, in: Preistoria Alpina 9, 1973, S. 247–250.
1978 2000 anni di vita sui Montesei di Serso, Trento 1978.
1984 Preistoria Trentina, annotazioni, 2. Aufl., Trento 1984.
- PERNICKA, Ernst/LUTZ, Christiane/BACHMANN, Hans-Gert/WAGNER, Günther A./ELITZSCH, Christa/KLEIN, Eugenia:
1985 Alte Blei-Silber-Verhüttung auf Sifnos, in: Günther A. Wagner/Gerd Weisgerber (Bearb.): Silber, Blei und Gold auf Sifnos: prähistorische und antike Metallproduktion, Bochum 1985 (Der Anschnitt. Beih. 3), S. 185–199.
- PERROT, Jean:
1955 The Excavations at Tell Abu Matar, near Beersheba, in: Israel Exploration Journal 5, 1955, S. 17–40, 73–84, 167–189.
- PICCOLI, Adalberto
1982 Saggio esplorativo nell' insediamento perilacustre di Castellaro Lagusello (MN), in: Studie in onore di Ferrante Rittatore Vonwiller, Bd. 2, Como 1982, S. 443–485.
- PIČ, Josef Ladislav:
1899 Starožitnosti země České, Bd. 1, Prag 1899.
- PIECZYŃSKI, Zbigniew:
1950 Formy i przybory odlewnicze z grodu kultury łuzyckiej w Biskupinie, in: III. Sprawozdanie z prac wykopaliskowych w grodzie kultury Łuzyckiej w Biskupinie w Powiecie żnińskim za lata 1938–1939 i 1946–1948, hrsg. v. Józef Kostrzewski, Posen 1950, S. 113–132.
1985 Über die Schutzbefestigungen der Siedlung aus der frühen Bronzezeit in Bruszczewo, Woiwodschaft Leżno, Fundstelle 5, in: Frühbronzezeitliche befestigte Siedlungen in Mitteleuropa. Materialien der internationalen Arbeitstagung vom 20. bis zum 22. September 1983 in Kraków, Warschau 1985, S. 166–179.
- PIETZSCH, Arthur:
1971 Bronzeschmelzstätten auf der Heidenschanze in Dresden-Coschütz. Versuch einer Rekonstruktion, in: Arbeits- und Forschungsberichte zur Sächsischen Bodendenkmalpflege 19, 1971, S. 35–68.
- PLEINER, Radomír/RÝBOVÁ, Alena:
1978 Pravěké dějiny Čech Prag 1978.
- PODKOWINSKA, Zofia:
1953 The first characteristic of an aeneolithic site on a field called Grodziski I at Złota, Sandomierz district, in: Wiadomości Archeologiczne 19, 1953, S. 1–53.
- POPOW, R.:
1919 Le tumulus de Kodja-Ardermen près de Chumen, in: Bulletin de l'Institut Archéologique Bulgare 6, 1916–1918 (1919), S. 71–155.
- PRESSLINGER, Hubert/EIBNER, Clemens/WALACH, Georg/SPERL, Gerhard:
1980 Ergebnis der Erforschung urnenfelderzeitlicher Kupfermetallurgie im Palntental, in: Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 125, 1980, S. 131–142.
- PREUSCHEN, Ernst:
1965 Das urzeitliche Kupfer-Verhüttungsgebiet von Lavarone (Trentino), in: Der Anschnitt 17, 1965, H. 4/5, S. 8–13.
1968 Bronzezeitlicher Kupfererzbergbau im Trentino, in: Der Anschnitt 20, 1968, H. 1, S. 3–15.
1973 Estrazione mineraria dell'Eta del Bronzo nel Trentino, in: Preistoria Alpina 9, 1973, S. 113–150.
- PRIMAS, Margarita:
1976 Frühe Metallverarbeitung und -verwendung im alpinen und zirkumalpinen Bereich, in: Les débuts de la métallurgie, Nizza 1976 (IX^e Congrès internationale des Sciences pré- et protohistoriques, Colloque XVIII), S. 81–114.
- RADUNCEVA, Ana:
1981 Sites préhistoriques (Ve – IIe mill. av. n. ère), in: Pernik, Bd. 1, Sofia 1981, S. 11–51.
- RAGETH, Jürg:
1975 Der Lagro di Ledro im Trentino, in: 55. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission, 1974 (1975), S. 78–259.
- REIZNER, Janos:
1891 Die Ausgrabungen in Rabe, in: Archaeologiai Értesítő 11, 1891, S. 206–210.
- RICHTHOFEN, Bolko v.:
1926 Auf den Spuren alter Siedlungen. 1: Gegend von Mertschütz, Kreis Liegnitz, in: Alt-Schlesien 1, 1926, S. 57–65.
- RODEN, Christoph:
1985 Montanarchäologische Quellen des ur- und frühgeschichtlichen Zinnerzbergbaus in Europa – Ein Überblick, in: Der Anschnitt 37, 1985, S. 50–80.
- RODEN, Christoph/WEISGERBER, Gerd:
i. D. Zum Gebläse griechischer Metallhandwerker – Die Düsen von Olympia im kulturhistorischen Vergleich, in: Akten der 9. Internationalen Tagung über Antike Bronzen, Wien, 21.–25. April 1985 (im Druck).
- SÄFLUND, Gösta:
1939 Le terramare delle provincie di Modena, Reggio Emilia, Parma, Piacenza, Leipzig 1939.
- SALMON, Merrilee H.:
1982 Philosophy and Archaeology, New York/London 1982.
- SALZANI, Luciano:
1982 Arquá Petrarca (Padova), in: Palafitte, mito e realtà, Verona 1982, S. 222–224.
- SCHICKLER, Hilmar:
1982 „Neolithische“ Zinnbronzen, in: Studien zur Bronzezeit. Festschrift für Wilhelm Albert v. Brunn, hrsg. v. Herbert Lorenz, Mainz 1982, S. 419–445.
- SCHLICHTERLE, Helmut/ROTTLÄNDER, Rolf:
1982 Gußtiegel der Pfynen Kultur in Südwestdeutschland, in: Fundberichte aus Baden-Württemberg 7, 1982, S. 59–71.
- SCHLIEMANN, Heinrich:
1881 Ilios, Leipzig 1881.
- SCHNEIDER, Gerwulf/ZIMMER, Gerhard:
1986 Technische Keramik aus antiken Bronzewerkstätten in Olympia und Athen, in: Berliner Beiträge zur Archäometrie 9, 1984 (1986), S. 17–60.
- SCHOTT, Rüdiger:
1983 Glaube und Brauch der Schmiede bei den Balsa in Nordghana, in: Sehnsucht nach dem Ursprung. Zu Mircea Eliade, hrsg. v. Hans-Peter Duerr, Frankfurt a. M. 1983, S. 303–335.
- SIMON, Klaus:
1985 Bronzemetallurgie der Hallstattzeit an Saale und mittlerer Elbe, in: Produktivkräfte und Produktionsverhältnisse in ur- und frühgeschichtlicher Zeit, hrsg. v. Horst, Fritz/Krüger, Bruno, Berlin 1985, S. 157–205.
- SETON-WILLIAMS, M. V.:
1967 The Tell el-Fara'in Expedition 1967, in: The Journal of Egyptian Archaeology 53, 1967, S. 146–155.
- SILOV, Valentin Pavlovič:
1959 Über die alte Metallurgie und Metallverarbeitung an der unteren Wolga, in: Materialy i Issledovanija po Archeologii SSSR 60, 1959, S. 11–38.
1966 Das Grab des Gießers der Katakombengrabkultur an der unteren Wolga, in: Kratkie Soobscenija 106, 1966, S. 88–91.

- SKUTIL, Josef:
1963 Kleinere Beiträge zur Kenntnis der mährischen Unetice-Veterover-Kultur, in: Sbornik CSAV 3, 1963, S. 104–123.
- STOS-GALE, Zofia A./GALE, Noel Harald/GILMORE, G. R.:
1984 Early Bronze Age Trojan Metal Sources and Anatolians in the Cyclades, in: Oxford Journal of Archaeology 3, 1984, S. 23–43.
- STRAHM, Christian:
1974 Der Übergang vom Spätneolithikum zur Frühbronzezeit in der Schweiz, in: Atti del Simposio Internazionale sulla antica età del Bronzo in Europa, Verona – Lazise – Trento, 1.–6. April 1972, Trento/Verona 1974 (= Preistoria Alpina. 10), S. 21–42.
- STROH, Armin:
1952 Katalog Günzburg. Die vorgeschichtlichen Funde und Fundstätten, Kallmünz 1952 (= Materialhefte zur Bayerischen Vorgeschichte. 2).
- STUHLÍK, Stanislav:
1981 Osídlení jeskyň v starší a střední době bronzové na Moravě, Prag 1981 (Studie archeologického ústavu Československé Akademie Věd v Brně, Ročník 9, Sv. 2).
- TARAMELLI, Antonio:
1908 Alghero. Nuovi scavi nella necropoli preistorica a grotte artificiali di Anghelu Rujù, in: Monumenti Antichi 19, 1908, S. 397–538.
- TAYLOR, John W.:
1983 Erzgebirge Tin: a Closer Look, in: Oxford Journal of Archaeology 2, 1983, S. 295–298.
- THEOCHARIS, D. R.:
1952 Anaskaphai en Araphini, in: Praktika tēs en Archaio-logikēs 'Etaireias 1952, S. 129–151.
- TIHELKA, Karel:
1962 Moravský Veterovský Typ, Nitra 1962.
- TOČÍK, Anton:
1964 a Befestigte Siedlung in Veselý, in: Študijné Zvesti Archeologického Ústavu Slovenskej Akadémie Vied 12, 1, S. 187–291.
1964 b Opevnená osada z doby bronzovej vo Veselom, Bratislava 1964 (Arch. Slov. Fontes. 5).
1981 a Nitriansky Hrádok-Zámeček. Bronzezeitliche befestigte Ansiedlung der Madárovce-Kultur, Nitra 1978/1981 (= Materialia Archaeologica Slovaca. 3).
1981 b Malé Kosihy. Osada z staršej doby bronzovej, Nitra 1981 (= Materialia Archaeologica Slovaca. 4).
- TOČÍK, Anton/VLADÁR, Jozef:
1971 Prehľad bádania vývoja Slovenska v dobe bronzovej, in: Slovenská Archeológia 19, 1971, S. 365–422.
- TODOROVA, Henrietta:
1981 Die kupferzeitlichen Äxte und Beile in Bulgarien, München 1981 (= Prähistorische Bronzefunde, R. IX, Bd. 14).
- TRNKA, Gerhard:
1978 Früh- und mittelbronzezeitliche Funde aus dem Museum Stillfried, in: Forschungen in Stillfried 3, Wien 1978 (= Veröffentlichungen der österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Ur- und Frühgeschichte), S. 15–20.
1982 Brotlaibidole in Österreich, in: Archaeologica Austriaca 66, 1982, S. 61–80.
- TUFNELL, Olga/INGE, Charles H./HARDING, Lankester:
1940 Lachish, Bd. II: The Fosse Temple, London/New York/Toronto 1940.
- TYLECOTE, Ronald F.:
1974 Can copper be smelted in a crucible? in: Journal of the Historical Metallurgy Society 8, 1974, S. 54.
1980 Furnaces, Crucibles and Slags, in: Wertime, Theodor A./Muhly, James D. (Hrsg.): The Coming of the Age of Iron, New Haven/London 1980, S. 183–228.
1983 The evolution of the metallurgy of copper and copper-based alloys, in: Journées de Paléomé-tallurgie, Université de Technologie de Compiègne, 22.–23. Feb. 1983, o. O. 1983, S. 193–221.
1986 The prehistory of metallurgy in the British Isles, London 1986.
- TYLECOTE, Ronald F./MALMUTH, Miriam S./MASSOLI-NOVELLI, R.:
1983 Copper and Bronze Metallurgy in Sardinia, in: Journal of the Historical Metallurgy Society 17, 1983, S. 63–77.
- VULPE, Radu:
1957 Izvoare. Sapturile din 1936–1948, Bukarest 1957.
- WALTER, Hans/FELTEN, Florens:
1981 Alt-Ägina, Bd. III, 1: Die vorgeschichtliche Stadt. Befestigungen, Häuser, Funde, Mainz 1981.
- WALDHAUSER, Jiri:
1986 Kupfergewinnung und -verhüttung in Böhmen und Mähren während der Spätthallstatt- und Latenezeit, in: Buck, Dietmar W./Gramsch, Bernhard (Hrsg.): Siedlung, Wirtschaft und Gesellschaft während der jüngeren Bronze- und Hallstattzeit in Mitteleuropa, Berlin 1986 (Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte Potsdam, 20), S. 197–212.
- WEISGERBER, Gerd/RODEN, Christoph:
1985 Römische Schmiedeszenen und ihre Gebläse, in: Der Anschnitt 37, 1985, S. 2–21.
1986 Griechische Metallhandwerker und ihre Gebläse, in: Der Anschnitt 38, 1986, S. 2–26.
- WERTIME, Theodore A.:
1964 Man First Encounters with Metallurgy, in: Science 146, 1964, S. 1257–1267.
- WISLANSKI, Tadeuz:
1979 Kształtowanie się miejscowych kultur rolniczohodowlanych, in: Prahistoria ziem Polskich, Bd. 2: Neolit, hrsg. v. Witold Hensel/T. Wislanski, Breslau/Warschau/Krakau/Danzig 1979, S. 165–260.
- ZÁPOTOCKÝ, Milan:
1982 Lovosice und die Böhmisches Pforte – frühbronzezeitliche Siedlungskonzentration mit Nachweisen für Metallgießerei, in: Archeologické Rozhledy 34, 1982, S. 361–405.
- ZWICKER, Ulrich:
1969 Entwicklung der Schmelz- und Gießtechnik auf den bildlichen Darstellungen in Ägypten zwischen 2500 und 1500 v. Chr., in: Metall 23, 1969, H. 1, S. 1–4.
- ZWICKER, Ulrich/GREINER, H./HOFMANN, K. H./REITHINGER, M.:
1985 Refining and Alloying of Copper and Copper Alloys in Crucible Furnaces during Prehistoric up to Roman Times, in: Furnaces and Smelting Technology in Antiquity, London 1985 (= British Museum. Occasional Paper 48), S. 103–115.

Das Manuskript wurde im Frühjahr 1987 abgeschlossen. Neue Literatur und Nachträge konnten nur zum Teil eingearbeitet werden. Hingewiesen sei daher an dieser Stelle auf den zweiten Band der Fiavé-Monographien Renato Perinis: Scavi archeologici nella zona palafitticola di Fiavé-Carera, parte II: Campagne 1969–1976. Resti della cultura materiale: metallo – osso – litica – legno, Trento 1987 (= Patrimonio storico e artistico del Trentino. 9), der neben außerordentlich interessantem metallurgischem Fundmaterial erwartungsgemäß auch eine Blasrohrdüse für diese bedeutende Feuchtbodensiedlung belegt. Gedankt sei an dieser Stelle auch Herrn Dr. Gerd Weisgerber, Deutsches Bergbau-Museum Bochum, der großzügig Teile seiner Materialsammlung zur Verfügung stellte.

Anschrift des Verfassers:
Christoph Roden
Deutsches Bergbau-Museum Bochum
Am Bergbaumuseum 28
D-4630 Bochum 1