

# Griechische Metallhandwerker und ihre Gebläse

*Unter den zahlreichen ethnographisch nachweisbaren Gebläseformen gehört das Schlauchgebläse – neben Fächer und Blasrohr – sicherlich zu den einfachsten Konstruktionen. Aus wenigen Materialien, einem Schlauch aus einer abgezogenen Tierhaut, einer Düse aus einem keramischen Werkstoff, organischem Material oder Eisen, zeitweilig gar ohne eine hölzerne Verstärkung der Lufteintrittsöffnung hergestellt, finden sie sich auch noch heute in zahlreichen Kulturkreisen Afrikas und Asiens<sup>1</sup>. Den Dimensionen dieses Verbreitungsgebietes entspricht die noch immer andauernde technische Bedeutung der einfachen, unkompliziert reproduzierbaren Werkzeugform. Darüber hinaus besitzt das Schlauchgebläse eine entscheidende Bedeutung für die Rationalisierung und Mechanisierung archäometallurgischer Prozesse, zu deren Durchführung es der kontrollierten Erzeugung und Steuerung eines künstlichen Luftstroms bedurfte<sup>2</sup>.*

*Nachdem im vergangenen Jahr im ANSCHNITT die römischen Gebläse behandelt worden sind<sup>3</sup>, widmet sich der folgende Aufsatz der Darstellung ausgewählter archäologischer und ethnographischer Quellen zu dieser speziellen Form des Gebläses in griechischer Zeit. Insbesondere werden literarische und ikonographische Zeugnisse interpretiert. Dabei steht jene Zeit im Vordergrund, in der die Überlieferung in Form der beiden letztgenannten Quellengruppen ihren Höhepunkt erreichte, die griechische Antike.*

*Wie notwendig eine Untersuchung der bei altgriechischen Schmieden üblich gewesenen Gebläse ist, kann allein schon ein Zitat belegen, dem bislang nicht widersprochen worden ist: Noch im Jahre 1909 fand E. Saglio – trotz der bis dahin bekannt gewordenen zahlreichen bildlichen Darstellungen auf griechischen Vasenbildern – deren Erklärung als Schlauchgebläse für „sehr zweifelhaft“. Er hielt es für „wenig wahrscheinlich“, daß man in der Zeit dieser Vasen, im 5. Jahrhundert, derart primitive Blasebälge gehabt haben sollte<sup>4</sup>. Außerdem herrscht auch in neuester Zeit noch Unklarheit über den tatsächlichen Sachverhalt: Bei Rekonstruktionsversuchen zur Erzverhüttung im griechischen Laurion werden mit größter Selbstverständlichkeit große Spitzblasebälge eingesetzt<sup>5</sup>, die erst für die frühe Neuzeit als gesichert bekannt sind.*

## Die schriftliche Überlieferung

Im Gegensatz zu den Äußerungen lateinischer Autoren zum antiken Gebläse überraschen die Texte griechischer Literaten, Historiker und Lexikographen durch ihre überaus detaillierte wie facettenreiche Darstellung und Beschreibung einzelner Konstruktionsmerkmale. Relevante Quellen finden sich darüber hinaus – wie schon im römischen Kulturkreis – bei den Naturforschern. Hier sind es besonders die medizinisch interessierten, die sich zur Beschreibung biologisch-medizinischer Befunde des Bildes der Blasebälge bedienen.

An erster Stelle ist auf die Schriften aus der Schule des Hippokrates (460–370 v. Chr.) zu verweisen, die zahlreiche Bezüge zu technischen Verfahren und Anlagen, insbesondere zu Verfahren der Metalltechnik, enthalten. So beschreibt der Autor der Schrift „Über das Herz“ die Herzohren (Vorhöfe) als „Werkzeuge, mit denen die Natur die Luft an sich reißt. Ich glaube, daß das Werk von einem guten Handwerker stammt. . . Da das Ganze etwas ist, das anzieht, setzte er Blasebälge (physai) daran, wie die Schmiede an die Schmelzöfen, um sich dadurch den Lufthauch untertan zu machen. Beweis dafür ist folgendes: das Herz könnte man sehen, wie es als Ganzes schlägt; die Ohren aber blasen sich getrennt (für sich) auf und fallen wieder zusammen“<sup>6</sup>.

Als adäquate Bilder finden sich Blasebälge auch in den naturwissenschaftlichen Abhandlungen des Aristoteles (384–322 v. Chr.), wo sie in beiden Fällen der Illustration von Beschaffenheit und Funktion der Lunge dienen. In der Schrift „Über die Atmung“ weiß Aristoteles zu berichten, daß „man nämlich einatmet, indem man den Raum emporhebt, wie die Blasebälge in den Schmieden. . . man atmet aber aus, indem man (den Raum) zusammenfallen und sinken läßt, wie dort die Blasebälge. Außerdem nehmen sie dort (in den Schmieden) die Luft nicht auf demselben Wege auf und lassen sie wieder heraus, diejenigen aber, die atmen, lassen sie auf demselben Wege heraus“<sup>7</sup>.

Die Textstelle belegt, daß Aristoteles zwischen Ein- und Austrittsöffnung am Gebläse zu unterscheiden wußte, was angesichts der durch ethnographische Beobachtungen

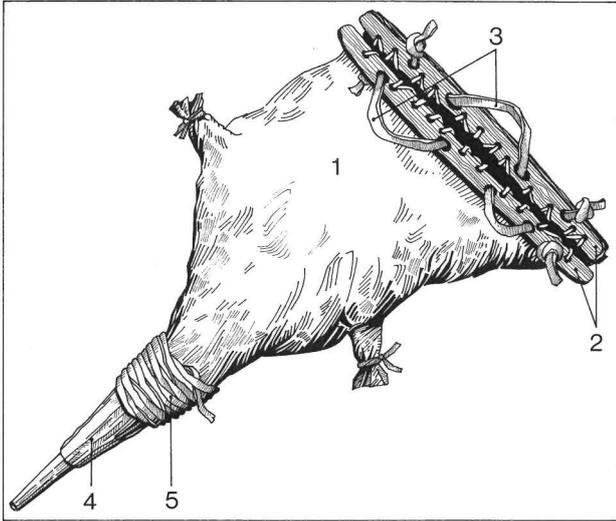


Abb. 1: Schema eines Schlauchgebläses. 1 = Tierbalg, 2 = Ventil- oder Griffleisten, 3 = Daumen- und Handschlaufen, 4 = Düse, 5 = Befestigung der Düse am Balg



Abb. 3: Helfer eines Schmiedes in Iran bei der Betätigung eines doppelten Schlauchgebläses

überlieferten Existenz ventilloser Gebläse, bei denen die Düse also auch der Aufnahme der Luft diene, keine geringe Bedeutung besitzt<sup>8</sup>.

Eine weitere Eigenheit des Gebläses aristotelischer Zeit gibt die Beschreibung der Lunge im ersten Kapitel der Abhandlung „Über das Hörbare“ zu erkennen, denn „wenn . . . die Lunge klein, fest und hart ist, kann sie weder viel Luft in sich aufnehmen noch wieder nach außen abgeben noch die Atemluft kräftig ausstoßen, wie auch wir (es) bei den Blasebälgen nicht (zuwebringen), wenn sie hart sind und sich weder leicht ausdehnen noch zusammen-drücken lassen“<sup>9</sup>.

Noch zweitausend Jahre später, bis zur Einführung ausschließlich hölzerner Blasebälge, bereitete der hier beschriebene Zustand verhärteter Blasebälge erhebliche Betriebs- und Wartungsprobleme, denn „die ledernen Bälge . . . haben sehr viele Unbequemlichkeiten; sie verlangen

eine sorgfältige Wartung, viele kostbare Ausbesserungen, und dauern dennoch oft nicht über sechs oder sieben Jahre. Nimmt man schwaches Leder, so läßt solches viel Wind durchgehen, welches durch beständiges Schmieren mit Thran oder anderem Fette verhütet werden muß, und eben dies ist nöthig, wenn man starkes Leder nimmt, nämlich damit dieses nicht in den Falten breche. Man muß alledem Schaden vom Wasser und Feuer besorgen, und nach jeder Ausbesserung . . . müssen die Leder erst wiederum mit Thran getränkt werden“<sup>10</sup>. Zweifelsohne beschrieb hier der Berichterstatter Johann Beckmann den allseits bekannten und im Detail bei Agricola dargestellten Spitzblasebalg, doch dürften die geschilderten Wartungsprobleme der ledernen Bestandteile bereits in antiker Zeit bestanden haben.

Abb. 2: Naku (Sirjan/Iran). Defektes und repariertes Schlauchgebläse aus einer alten Kupfergrube im Museum des Geological Survey of Iran, Teheran. Es diente vermutlich der Grubenbewetterung



Im Zentrum nicht nur der literarischen Testimonia steht jedoch Hephaistos, der von den „olympischen Genossen belachte, gutmütige Clown“, Erfinder, Konstrukteur und Schmied<sup>11</sup>. Ihm und seiner Werkstatt, die von Thetis aufgesucht wird, gilt die wohl eindrucksvollste Schilderung antiker Metallarbeit im achtzehnten Gesang der Ilias: „... vom Amboßhalter stand auf die schnaufende Unge-stalt, Hinkend, und unten regten sich die dünnen Schenkel. Die Blasebälge stellte er weg vom Feuer, und alles Gerät, Mit dem er gearbeitet, sammelte er in einem silbernen Ka- sten“<sup>12</sup>. Die Bitte der Mutter um Waffen für den Sohn Achill erfüllt Hephaistos aus tief empfundener Dankbarkeit ge-genüber jener Frau, die ihm einst Unterschlupf nach sei-nem Sturz vom Olymp gewährt hatte, und „ging zu den Blasebälgen,/Und diese wandte er zum Feuer und hieß sie arbeiten./Und die Blasebälge, zwanzig insgesamt, bliesen in die Schmelztiegel/Und entsandten einen allfältigen, gut anfachenden Zugwind./Dem Geschäftigen bald so, bald wieder so zu dienen,/Wie Hephaistos es wollte und er das Werk zustande brachte./Und Erz warf er ins Feuer, unzer-

störbares, und Zinn/Und Gold, geschätztes und Silber. Aber dann stellte er/Auf den Amboßhalter den großen Amboß und ergriff mit der Hand/Den starken Hammer und mit der anderen ergriff er die Feuerzange./Und er machte zuallererst den Schild, den großen und starken“<sup>13</sup>.

Drei Aspekte sind es, die unter dem hier vorgegebenen Blickwinkel besondere Beachtung verdienen. Durch den Besuch der Thetis unterbricht Hephaistos seine Tätigkeit am Feuer, und es handelt sich wahrscheinlich nicht um übertriebenen Ordnungssinn, wenn er unverzüglich die Blasebälge vom Feuer entfernt, sondern nur um eine einfache Brandschutzmaßnahme, da die selbsttätige Kühlung der Gebläse beim Betrieb nun fehlt. Diese Maßnahme setzt aber voraus, daß die Blasebälge transportabel und nicht starr mit der Feuerstelle verbunden waren. Des weiteren muß es sich bei dieser Feuerstelle keineswegs um eine aufwendige Ofenkonstruktion gehandelt haben, denn trotz aller Differenziertheit fehlen hierzu jegliche Angaben. Für die Rekonstruktion der noch zu diskutierenden archäologischen Befunde ist letztlich auch der Hinweis, daß die Blasebälge in die Tiegel bliesen, von entscheidender Bedeutung, scheinen sich doch hier strukturelle Gemeinsamkeiten zwischen archäologischen Funden und dem homerischen Epos anzudeuten<sup>14</sup>.

Es kann nicht überraschen, daß ein göttlicher Schmied über zwanzig Blasebälge herrschte. Ein Beleg für den üblichen paarigen Einsatz findet sich in den Historien des Herodot (ca. 485–425 v. Chr.), als angesichts der fortlaufenden Niederlagen gegen die Tageaten die Lakedaimonier das Orakel von Delphi befragten: „Die Pythia antwortete,

Abb. 4: Einrenken eines Hüftgelenkes mit Hilfe eines Schlauchgebläses. Byzantinische Illustration des 9. Jahrhunderts n. Chr. zu einem Kommentar des Appolonios von Kition. Es handelt sich um die älteste nachantike Darstellung eines Gebläses



sie müßten die Gebeine des Orestes, Agamemnons Sohn, nach Sparta holen. Sie konnten aber nicht ausfindig machen, wo die Gruft des Orestes sich befand und schickten abermals nach Delphi, um zu fragen, wo Orestes ruhe. Auf diese Frage erteilte die Pythia folgende Antwort: Dort in Arkadien liegt Tegea im weiten Gefilde, Dort zwei Winde blasen, getrieben vom mächtigen Zwange, Schlag auf Gegenschlag tönt und Böses ruht auf Bösem. Dort in der fruchtbaren Erde liegt tief der Sohn Agamemnons; Hole den Leichnam dir heim, und du bist Sieger Tegeas“<sup>15</sup>.

Trotz dieser Hilfestellung der Priesterin von Delphi verläuft die Suche nach dem Leichnam des Orestes anfangs ergebnislos. Erst ein Zufall kommt ihnen zu Hilfe, als Liches, ein Spartiate, in einer Schmiede vom dortigen Schmied erfährt, daß dieser beim Brunnenbau auf einen Sarg gestoßen sei, diesen aber nicht geborgen hätte: „Und Liches erwoog seine Worte und dachte bei sich, der Leichnam möchte der vom Orakel gemeinte des Orestes sein; denn hier sah er die zwei Winde, das waren die Blasebälge, und der Schlag und der Gegenschlag waren Amboß und Hammer, und das Böse, das auf Bösem ruht, war das Eisen, das da geschmiedet wurde, denn das Eisen ist doch zum Unheil der Menschen entdeckt worden“<sup>16</sup>.

Auch einer der berühmtesten griechischen Dichter, Simonides von der Insel Keos (ca. 556–468 v. Chr.), thematisierte die Werkzeuge einer Schmiede innerhalb eines Epigrammes, das durch Athenaios von Naukratis im dritten nachchristlichen Jahrhundert überliefert wurde. Deutlich wird, daß man offensichtlich Leder vom „Vater der Ziege“<sup>17</sup>, also Bocksleder, anderen Ledersorten vorzog und daß es sich dabei um einen vollständig abgezogenen Balg oder Schlauch (askos) handelte<sup>18</sup>.

Doch auch rindslederne Bälge kamen zum Einsatz, wie das Lexikon des Pollux (2. Jahrhundert n. Chr.) unter Berufung auf den Dichter Theodoridas aus Syrakus (3. Jahrhundert v. Chr.) belegt: „Da wir auch vorher askos (lederner Schlauch) und askidion (kleiner Schlauch) und derartiges gesagt haben, hindert nichts, auch molgos zu sagen, der nach der Sprache der Tarentiner ein Schlauch aus Rindshaut ist; daher sagt auch Theodoridas, Hephaistos benutzte Blasebälge aus Rindshaut“<sup>19</sup>.

Außerhalb metallverarbeitender Handwerkszweige besaßen Blasebälge im Bereich der Kriegstechnik eine nicht zu unterschätzende Bedeutung. In der Beschreibung des Jahres 189 v. Chr. berichtet Titus Livius (59 v. – 17 n. Chr.), daß man sich vor unterirdisch angreifenden Feinden zu schützen verstand, indem man ein mit Federn gefülltes und mit Lanzen bewehrtes Faß in den Stollen der Angreifer einbrachte, die Füllung entzündete und über eine Rohrleitung mit Hilfe eines Blasebalges die Glut- und Rauchentwicklung aufrecht erhielt<sup>20</sup>.

Dem offensichtlich defensiven Einsatz dieser Vorrichtung ging die Erfindung einer Angriffswaffe voraus, die des Flammenwerfers. Dessen erste detaillierte Beschreibung

liefert Thukydides bei der Schilderung der Eroberung des Delions im Jahre 424 v. Chr. durch die Boioter: „Schließlich kamen sie mit folgender Vorrichtung . . . : Eine lange Stange sägten sie entzwei, höhlichten sie ganz aus und fügten sie wieder genau zusammen wie eine Flöte, am Ende hängten sie mit Ketten ein Becken auf, und da hinein bog sich von der Stange herab die Eisenschnauze eines Blasebalges; auch vom übrigen Holz waren große Teile eisenbeschlagen. Von weiter her brachten sie sie auf Wagen gegen die Mauer, wo diese hauptsächlich aus Rebstöcken und Holz gebaut war, und so oft sie nah dran waren, setzten sie starke Blasebälge an das herwärtige Ende der Stange und bliesen. Der Luftstrom ging durch das Rohr in das Becken, das glühende Kohlen, Pech und Schwefel enthielt, und entfachte eine starke Flamme, die die Mauern in Brand setzte, so daß niemand darauf aushielt“<sup>21</sup>.

Welche Wirkung allerdings der Umgang mit dem Feuer mit sich bringen konnte, schildert in gewohnt drastischer Weise ein berühmter Zeitgenosse des Thukydides, der Komödiendichter Aristophanes: „Uh! Potz Herakles! Schrecklich raucht's/Aus der Pfann heraus, und wie/Ein toller Hund, so beißt mich's in die Augen!/Ja, meiner Treu, das qualmt gerade/Auf aus Lemnos' Feuerschlund:/Denn sonst lähmt es zum Ersticken nicht den Atem mir im Schlund!“<sup>22</sup>.

Der bedeutsame Hinweis des Thukydides, daß die Düse des Blasebalges aus Eisen bestand, wird durch die Lexikographen späterer Zeit nicht erhärtet. So heißt es trotz der differenzierten Beschreibung von Schmiedewerkzeugen bei Pollux nur: „Werkzeuge einer Schmiede: Amboß, Amboßhalter, Hammer, Feuerzange, Blasebälge (physai), Blasrohr (physetēr), Blasebalgdüse (akrophysion), Schmelztiegel, Wetzsteine, Poliersteine, Kohlebecken, spitze Hämmer“<sup>23</sup>.

Zur Blasebalgdüse findet sich im Lexikon des Hesych (5. Jahrhundert n. Chr.) nur der Hinweis: „die Spitzen der Blasebälge, mit denen die Schmiede das Feuer anblasen“<sup>24</sup>. Auch im Kommentar des Eustathios zur „Ilias“ wird nur festgehalten, „daß die Teile der Blasebälge, die *in* die Schmelztiegel hineingeführt werden, akrophysia . . . genannt wurden“<sup>25</sup>. Eustathios ist allerdings bekannt, daß in den Schmieden offensichtlich Düsen anderer Form eingesetzt wurden, die er als akrostomia bezeichnet<sup>26</sup>.

Unter Berufung auf Ephoros von Kyme, einen griechischen Historiker des 4. Jahrhunderts v. Chr., erwähnt Strabon im 7. Buch seiner „Geographie“ auch den vermeintlichen Erfinder des griechischen Gebläses: Anacharsis, einen Skythen fürstlicher Herkunft<sup>27</sup>. Doch schon unter den frühen Kommentatoren der „Geographie“ mangelte es nicht an entschiedenen Kritikern dieser Ansicht, da Strabon Anacharsis auch die Erfindung der Töpferscheibe und des Ankers mit zwei Schaufeln zuwies<sup>28</sup>.

Unter den zahlreichen vom Wort „physa“ abzuleitenden Begriffen<sup>29</sup> ist in diesem Zusammenhang sicherlich die Erwähnung eines „physetēs“, eines Bedieners der Blasebäl-

ge, bei Dioskurides (1. Jahrhundert n. Chr.) von Bedeutung<sup>30</sup>, kennt doch die antike lateinische Überlieferung keine vergleichbare Berufsbezeichnung<sup>31</sup>. Allerdings belegt die Beschreibung der Hüttenraucherzeugung<sup>32</sup> durch den griechisch schreibenden Militärarzt in römischen Diensten einen wahrscheinlich selteneren Baubefund: die räumliche Trennung von Gebläse und Ofen.

Die Arbeit am Gebläse verlangte Ausdauer, „kräftige junge Leute“, wie Hesiod dies im Rahmen eines Gleichnisses verdeutlicht<sup>33</sup>, und gerade die alchimistischen Papyri bezeugen, daß die Durchführung pyrotechnischer Prozesse mehr als nur einige Stunden konzentrierter Arbeit verlangte<sup>34</sup>.

Der Schlauch des griechischen Gebläses galt als Speicher und Bändiger der Winde und war daher eng mit Aiolos verbunden, dem von Zeus eingesetzten Verwalter der Winde<sup>35</sup>.

Weniger anspruchsvoll war seine Anwendung im Bereich der Orthopädie; hier galt der Schlauch als ein diffizil zu beherrschendes Instrument zur Behandlung von Luxationen im Bereich der Hüftgelenke. Technikhistorische Bedeutung erhält dieses Verfahren durch den illustrierten Kommentar der hippokratischen Abhandlung „Über das Einrenken der Gelenke“ durch den griechischen Arzt Apollonios von Kiton (1. Jahrhundert v. Chr.). Text und Illustrationen haben sich in Kopien byzantinischer Zeit erhalten; dabei folgt der Text weitgehend der hippokratischen Vorlage. Behandelt werden Luxationen nach innen: „Man muß . . . Schlauch unaufgeblasen zwischen die Oberschenkel bringen . . . und, an den Kniescheiben beginnend, mit einer Binde die Oberschenkel bis zur Hälfte aneinander binden, dann zwei Zipfel, die geöffnet sind, mit einem Rohr aus Kupfer Luft in den Schlauch hineinpressen; der Patient soll auf der Seite liegen, mit dem kranken Bein nach oben. Dies ist die Ausführung . . . Wie man wohl (ergänzt Apollonios) das Hineinbringen vermittels des Schlauches anwenden kann, zeigt das unten angefügte Bild“<sup>36</sup>. Das beigefügte Bild (Abb. 4) mag in der Originalfassung noch der Beschreibung inhaltlich entsprochen haben, die byzantinische Miniatur zeigt dagegen ein Schlauchgebläse, dessen Einsatz in der dargestellten Form sicherlich keinen Heilerfolg versprechen konnte. Gleichwohl handelt es sich bei dieser Darstellung um die älteste nachantike Illustration eines Schlauchgebläses, einer Gebläseform, der nach Ausweis der Quellen auch noch im mittelalterlichen Europa eine wesentliche Bedeutung im Bereich der Metallverarbeitung zugestanden werden muß<sup>37</sup>.

### Die ikonographischen Quellen

Ebenso vielfältig wie die schriftlichen Quellen, deren Intention nur selten in der Beschreibung metallurgischer Verfahren lag, präsentieren sich die ikonographischen Quellen zum altgriechischen Gebläse. Auch hier stehen Darstellungen entsprechender Natur, Werkstätten und Details der-

selben keineswegs im Vordergrund. Die Darstellungen beschränken sich vielmehr auf eine kleine Gruppe von Motiven, in deren Mittelpunkt entweder ein unmittelbar mit Hephaistos verbundener Mythos steht oder aber die Anwesenheit des Schmiedegottes unerlässlich erschien.

Ebenso dispers wie die Bildinhalte sind ihre Träger; Belege finden sich im Motivkanon der antiken Vasenmalerei, der reliefverzierten Keramik und der zeitgenössischen Bildplastik.

Alle Szenen widmen sich der Darstellung sekundärer Metallurgie, thematisieren also die Verarbeitung bereits gewonnener Metalle. Soweit erkennbar, handelt es sich dabei fast ausschließlich um das Schmieden des Eisens. Schmelzöfen<sup>38</sup> für Eisen sollten auch in einem Gießereibetrieb nicht überraschen. Reparaturen der zahlreichen Gußfehler waren doch grundsätzlich nur mit scharfen Eisenwerkzeugen vorzunehmen, die nicht nur fortwährend nachgeschärft werden mußten, sondern sicherlich auch in den Werkstätten der hochqualifizierten Metallhandwerker hergestellt wurden.

Darstellungen primärer Metallurgie, also solche von der Arbeit an den Verhüttungsöfen, finden sich weder im griechischen noch im römischen Kulturkreis.

#### *Hephaistos und sein Gebläse*

Neben dem bereits dargestellten Besuch der Thetis (Abb. 5) und ihrer Bitte um Waffen für den vor Troja kämpfenden Sohn Achill finden sich im ikonographischen Bereich der antiken Mythographie zwei weitere Themen, die den Gott des Erdfeuers und der Schmiedekunst, den Sohn der Hera und des Zeus, als Metallhandwerker kennzeichnen. Als solchen weisen ihn vor allem seine Gerätschaften, Hammer, Schmiedezange und Blasebälge, aus und seine Arbeitskleidung, der kurze Chiton und die kalottenartige Kappe (Pilos). Es handelt sich dabei zum einen um die Rückführung des Hephaistos in den Olymp, zum anderen um den Kampf der Giganten. Beide Motive belegen den Erfindungsreichtum des Schmiedegottes.

So rächt sich dieser an seiner Mutter, die den Sturz ihres Sohnes vom Olymp betrieben hatte, ihn kurzweg beseitigen wollte<sup>39</sup>, durch die Anfertigung eines goldenen Thrones, der die Mutter mit unsichtbaren Fesseln an sich band. Obwohl sich zahlreiche Götter für Hera bei ihrem Sohn einsetzten, ließ er sich nicht bewegen, ihnen in den Olymp zu folgen, um dort den Zauber des Thrones zu lösen. Erst als Dionysos ihn trunken machen konnte, gelang es, Hephaistos in den Olymp zurückzuführen, wobei er – wie es die Vasenbilder ausweisen – einen Teil seiner Werkzeuge, unter ihnen auch die Blasebälge, mit sich führte. Hier endlich befreite er Hera.

Die Giganten waren ein riesenhaftes, den Göttern des Olymp verhaßtes Geschlecht, das aus einem Blutstropfen des verstümmelten Uranos entstanden war. Sie machten Zeus den Olymp streitig und wollten diesen erstürmen, indem sie Berg auf Berg türmten. Ihr Kampf gegen die olym-



Abb. 5: Thetis besucht Hephaistos in dessen Werkstatt, um die Waffen für ihren Sohn Achill abzuholen. Innenbild der Erzgießerschale, Berlin, Antikemuseum, 480 v. Chr.

pischen Götter – die Gigantomachie – war in antiker Zeit ein beliebtes Thema der Literatur und der bildenden Kunst. In diesem Kampf setzte Hephaistos glühende Eisenstücke als Geschosse ein, die er vorher in einer Esse mit Hilfe kräftiger Blasebälge erhitzt hatte. Der Kampf konnte letztlich aber erst durch Herakles entschieden werden.

#### *Gigantomachie*

Vielleicht die älteste Darstellung griechischer Gebläse aus dem späten 6. Jahrhundert befindet sich auf schwarzfigurigen Kantharosfragmenten im Akropolis-Museum zu Athen (Abb. 6)<sup>40</sup>. Offensichtlich handelt es sich um das gleiche Motiv, wie es als Relief auf dem Schatzhaus der Sifnier in Delphi bekannt ist. Auf den Kampf mit den Giganten deuten der noch erkennbare Kampfschild eines der Mitstreiter des Hephaistos sowie die anderen Kämpfer, wie Pallas, Poseidon, Gea und Herakles, auf weiteren Scherben hin. Auf dem Boden vor ihnen sind die Reste zweier Schlauchgebläse erhalten und in voller Aktion dargestellt: Während der linke Balg aufgezogen wird und deshalb mit glatten Kanten gezeichnet wurde, preßt Hephaistos den zweiten Balg nach unten zusammen, so daß Falten entstehen. Während am linken Schlauch der Ansatz eines Tierbeins noch verhältnismäßig groß belassen worden war und herabhängt, wurde auf dem rechten Schlauch oben ein anderes Bein kurz abgebunden. Die beiden mit einer Hand bedienten Ventilleisten des rechten Gebläses sind besonders deutlich, ihre freien Enden verzüngen sich. Im linken Schlauch ist am unteren Ende eine Düse so eingesetzt, daß die überstehende Tierhaut mit einem Band luftdicht auf der Düse umwickelt wurde. Die in Seitenansicht wiedergegebene Düse besitzt oben eine ringförmige Öse. Sie verzüngt sich konisch zur Luftaustrittsöffnung hin, ist aber leider dort nicht vollständig erhalten, so daß die ehemalige

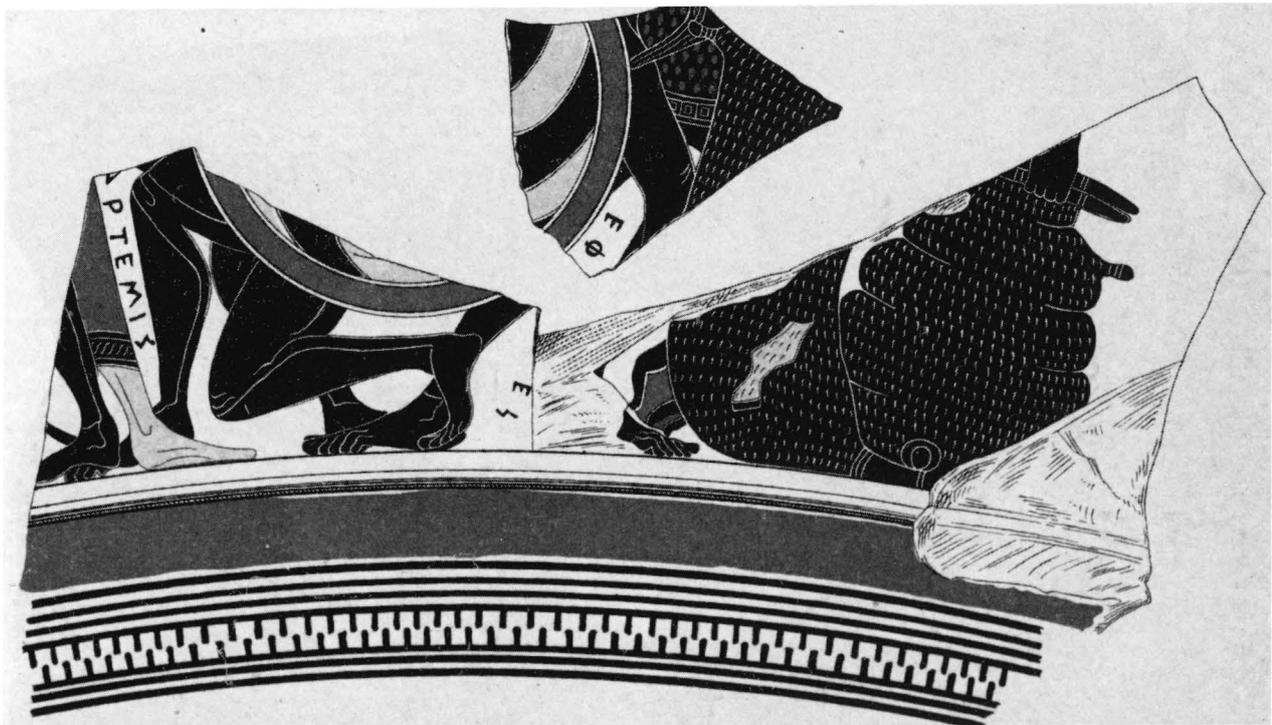


Abb. 6: Szene aus dem Kampf der Götter und Giganten auf Scherben einer attischen Vase, in Athen, ca. 510 v. Chr. Die beiden großen Blasebälge befinden sich rechts

Gesamtlänge unbestimmt bleibt. Die erhaltene Länge entspricht etwa einem Fünftel bis einem Viertel der gesamten Schlauchlänge. Die Außenseite der Bälge ist mit kurzen Strichen gekennzeichnet, ebenfalls das herabhängende Bein. Damit soll zweifellos das nach außen gekehrte Fell der Tierbälge angedeutet sein.

Auch auf dem berühmten Skulpturenschmuck des Schatzhauses der Sifnier in Delphi kämpft Hephaistos als „Artillerist“ gegen die Giganten (Abb. 7). Die genaue Datierung der Entstehung der Reliefs des Nordfrieses ist in der Fachdiskussion noch nicht abschließend geklärt, aber eine Datierung in das letzte Viertel des sechsten vorchristlichen Jahrhunderts oder kurz davor bleibt unstrittig<sup>41</sup>.

Hephaistos in voller Aktion. Die Düsen seiner Gebläse auf die feindlichen Giganten gerichtet, zieht er den einen Schlauch nach oben, während er den anderen zusammendrückt. Am aufgezogenen Balg sind die Griff- und Ventilleisten zum Teil erhalten. Von den Düsen fehlen leider die wichtigen vorderen Teile. Ein kleiner Absatz bezeichnet den Übergang vom Leder zur Düse. Ihre sichtbare Länge entspricht einem Fünftel der Länge des aufgezogenen Schlauches. Die Außenseiten scheinen glatt und ohne Fell<sup>42</sup>. Auf der Fotografie meint man, unterhalb des oberen Drittels des aufgezogenen Balges ein Dekor aus hängenden Dreiecken zu erkennen. Trotz der Zerstörungen im Bereich vor den Düsen wird deutlich, daß diese in einen kantigen Vorsprung eingeführt sind, der zu einem Gegenstand mit senkrechter Rückwand gehört. Es könnte sich dabei um eine Art Esse gehandelt haben.

#### *Die Rückführung des Hephaistos*

Nur auf einigen Darstellungen der Rückführung des Hephaistos in den Olymp sind Blasebälge als Attribut des handwerklich so überaus begabten Gottes zu sehen. Er trägt sie selbst in der Hand, oder sie werden ihm hinterhergetragen. Dadurch werden sie nicht in Funktion gezeigt, gleichwohl handelt es sich um Darstellungen, die Details vermitteln, wie sie bislang noch nicht sichtbar waren. Nicht in jedem Falle wird die Zahl der Gebläse ausreichend klar, und es ist ein Ziel der folgenden Betrachtungen zu überprüfen, inwieweit es sich dabei wirklich stets um zwei Bälge handelt.

In Wien befindet sich ein großer rotfiguriger Kelchkrater (Abb. 8, 9)<sup>43</sup>, auf dessen einer Seite Dionysos den noch leicht widerstrebenden Hephaistos mit sich lockt. Ihnen schreitet ein musizierender Satyr voran. Dionysos, erkennbar an einem Stirnkranz aus Weinlaub und einem Trinkgefäß in der Linken, blickt zurück und scheint Hephaistos zum Mitgehen aufzufordern. Mit zurückgelehntem Oberkörper und vorgestelltem rechten Bein sperrt sich dieser noch. Doch die Werkzeuge, Hammer und Zange in der erhobenen Linken sowie der Blasebalg in der herabhängenden Rechten, zeigen, daß Dionysos bei der geplanten Übertölpelung an alles gedacht hat. Die Trunkenheit des Hephaistos wird durch einen Stirnkranz angedeutet, der die in den Nacken verrutschte Kappe ersetzt.

Der Gott trägt nur einen Blasebalg. Die Finger umgreifen die Ventilleisten am oberen Ende. Strichreihen auf dem Schlauch deuten das Fell an. Am unteren spitzen Ende



Abb. 7: Reliefschmuck am Schatzhaus der Sifnier in Delphi, ca. 525 v. Chr. Hephaistos setzt im Kampf gegen die Giganten zwei Blasebälge ein

zeigt sich eine längliche Düse. Allerdings leidet die Aussagefähigkeit der Darstellung an dieser Stelle durch den Henkelansatz des Gefäßes. Details der Düse sind nicht mehr ausgeführt.

Eine sehr ähnliche Darstellung ziert einen Kelchkrater in Neapel (Abb. 10)<sup>44</sup>. Wiederum handelt es sich um die Rückführung des Hephaistos. Sein Bewegungsablauf dif-

feriert etwas vom Wiener Beispiel. Der Gott schreitet voran, während er auf dem Wiener Exemplar anzuhalten scheint. Wieder trägt er in der erhobenen Linken Zange und Hammer und in der gesenkten Rechten den Blasebalg, der völlig dem Wiener Stück entspricht. Der Aufbau der Darstellung und die dekorativen Rahmungen des Bildes entsprechen sich auf beiden Exemplaren derart, daß man an die gleiche Herstellungswerkstatt denkt<sup>45</sup>.



Abb. 8: Rückführung des Hephaistos auf einem Kelchkrater in Wien

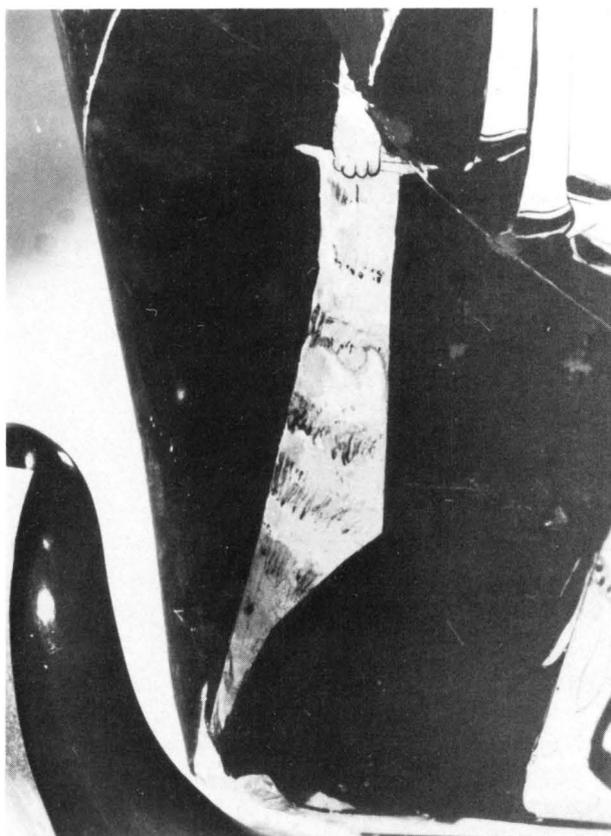


Abb. 9: Detail der vorigen Abbildung. Der einzelne Blasebalg ist im Bereich der Düse wegen der Lage hinter dem Henkel nicht besonders sorgfältig ausgeführt

Abb. 10: Rückführung des Hephaistos auf einem Kelchkrater in Neapel

Im Cabinet des Medailles der Bibliothèque National zu Paris<sup>46</sup> befindet sich eine Schale aus Vulci mit dem gleichen Thema in einer aufwendigeren Darstellung (Abb. 11). Hephaistos in der Bildmitte wird von Dionysos an der linken Hand geführt. Der Gott des Weines selbst hält sich an einer Weinranke fest. Dem Zug schreiten zwei Satyrn voran, von denen der erste einen Weinschlauch über der linken Schulter trägt und der zweite auf der Doppelflöte spielt. Der Satyr hinter Hephaistos schleppt gleichfalls auf der linken Schulter ein großes Mischgefäß, ein tanzender Satyr beschließt den Zug.

Der bärtige Gott wird ebenso durch seine Kappe wie durch seine Werkzeuge in der gesenkten rechten Hand gekennzeichnet. Damit greift er sowohl die Ventilleisten der Blasebälge als auch den nach hinten gerichteten Hammer. Zwei Düsen unten an den Bälgen und zwei sich kreuzende (Paar) Ventilleisten zeigen an, daß hier zwei Schlauchgebläse getragen werden, von denen allerdings nur das vordere detailliert ausgeführt wurde. Die Oberflächenzeichnung der Schläuche zeigt die Fellseite der Bälge außen an. Die an anatomisch richtiger Stelle (nicht spiegelverkehrt) gezeichneten Geschlechtsteile (Hodensack und Penis-haut) und der kleine Schwanz unterstreichen diese Tatsache. Sowohl das strähnig gezeichnete Haar als auch der





Abb. 11: Rückführung des Hephaistos auf einem Kelchkrater aus Vulci in Paris. Der Schmiedegott trägt zwei Schlauchgebläse

Abb. 12: Rückführung des Hephaistos auf einem Kelchkrater aus Vulci in Paris. Die Blasebälge werden von einem Satyr getragen



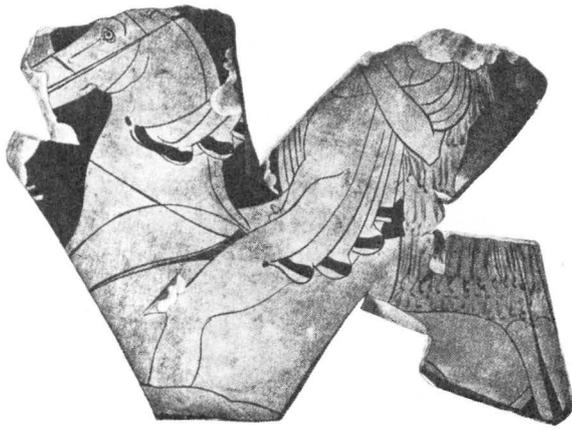


Abb. 13: Hephaistos auf einem Maultier bei der Rückführung in den Olymp. Über die Schulter hat er ein Paar Blasebälge geworfen

typische Ziegenschwanz zeigen, daß dieser Blasebalg aus dem Fell eines Ziegenbockes gefertigt worden war. Die Ventilleisten sind demzufolge an der Halsöffnung des Felles befestigt und die Düsen jeweils in eines der Hinterbeine eingesetzt. Die Düsen messen etwa ein Viertel bis ein Drittel der Länge des Felles.

Am gleichen Standort befindet sich eine weitere Schale mit dem gleichen Thema, ebenfalls aus Vulci (Abb. 12)<sup>47</sup>. Dem Zug schreitet ein musizierender Satyr mit leerem Weinschlauch voran, ihm folgt ein weiterer, der ein großes Mischgefäß auf der linken Schulter und ein Trinkhorn in der rechten Hand trägt. Eine tanzende Nymphe mit Klappern in den erhobenen Händen blickt auf die Gruppe von Dionysos und Hephaistos. Der Schmiedegott ist an seiner Kappe und dem geschulterten schweren Hammer erkennbar. Einen weiteren Hammer und zwei Blasebälge mit nach außen gekehrtem Fell trägt der ihm folgende Satyr<sup>48</sup>. Die Ventilleisten sind nur mit wenigen Strichen angedeutet, aber da sie sich kreuzen, muß es sich um zwei Paar Leisten an zwei Blasebälgen handeln. Da auch die Düsen zu zweit vorkommen, ist die Zahl der Blasebälge gesichert. Die Düsenrohre sind lang und konisch und jeweils an zwei Stellen mit Bändern oder Schnüren am unteren Ende des Schlauches in einem Bein befestigt. Ihre außergewöhnliche Länge mit fast der Hälfte des Lederschlauches ist bemerkenswert, ebenso die Tatsache, daß die Windrohre gerade und nicht gebogen sind. Die anatomischen Details der Bälge zeigen, daß auch diese aus dem Fell von Ziegenböcken gefertigt waren.

Auf einer fragmentarisch erhaltenen Darstellung aus Camarina in Sizilien<sup>49</sup>, heute in Syracus, wird die Rückführung des Hephaistos in einer anderen, recht häufig vorkommenden Weise erzählt: Wegen seiner Lahmheit läßt sich der Gott in seinem trunkenen Zustand von einem Maultier tragen (Abb. 13). Über die Schulter hat er ein Paar

Blasebälge geworfen. Die langen konischen Düsen hängen herab. Sie messen etwa zwei Fünftel der zu ergänzenden Gesamtlänge der Tierbälge.

#### *Hephaistos in der Schmiede*

Bei den Grabungen von P. Orlandini in einem antiken Gräberfeld von Sabucina bei Caltanissetta war 1964 ein rotfiguriger Kolonnenkrater gefunden worden, der auf einer Seite eine Schmiedewerkstatt zeigt (Abb. 14). Sie wird von R. D. Gempeler dem Harrowmaler zugeordnet und in die Zeit um 475 v. Chr. datiert. Die Gesamtszene wird als Ausschnitt eines Satyrspiels auf einer Theaterbühne interpretiert<sup>50</sup>. Der nackte Schmied sitzt mit gespreizten Beinen und geschlossenen Fersen auf einem niedrigen Schemel, holt mit dem Hammer in der Rechten weit nach oben zum Schlag auf ein dunkelrot gemaltes Eisen aus, welches er mit der Linken in einer Zange auf einen niedrigen Amboß vor der Esse hält. Gleichfalls rote Funken sprühen empor. Der Amboß scheint in einen Stein eingelassen. Zwei Satyrn scheinen dem Meister in der Werkstatt zu helfen. Derjenige vor der schachtofenähnlichen Esse war als zweiter Mann am Amboß beschäftigt, worauf der Hammer in der Linken deutet. Er hat gerade die Arbeit unterbrochen und winkt einen zweiten Satyrn heran. Dieser steht hinter dem Schmied und hält zwei Blasebälge in die Höhe. Deren Düsen haben nur ein Viertel der Länge der Schläuche, sie sind gerade, kaum konisch und jeweils nur an einer Stelle mit Bändern am Schlauch befestigt. Die sonstigen Konstruktionsmerkmale wie Fellaußenseite und Ventilleisten

Abb. 14: Die Werkstatt des Hephaistos in einem Satyrspiel auf einem rotfigurigen Kolonnenkrater aus Caltanissetta, ca. 475 v. Chr.





Abb. 15: Ein Satyr bringt ein Paar Schlauchgebläse. Detail der vorigen Abbildung

entsprechen den bisherigen Beobachtungen. Die auf Abb. 15 als ein Stück gekennzeichnete obere Abschlusßleiste ist mit verdünnter Malfarbe deutlich zweigeteilt. Der hohe, schlanke Ofen trägt wie fast alle seine Parallelen einen runden Kessel, der von einem gehenkten Deckel abgedeckt wird. Auf der Seite des Ofens ist ein tanzender Satyr gemalt, ein apotropäisches Zeichen, wie sie auch auf Bildern der Keramikbrennöfen aus Penteskouphia bei Korinth<sup>51</sup> begegnen oder noch auf dem römischen Wandfries im Haus der Vettier, wo eine Hephaistos-Büste einen Schmelzofen bekrönt<sup>52</sup>.

Wahrscheinlich zeigt auch die fragmentarisch erhaltene Schmiedeszene auf Scherben einer rotfigurigen Kylix (Schale) im Akropolismuseum zu Athen<sup>53</sup> die Werkstatt des Hephaistos (Abb. 16). Sie wird dem Maler Euergides zugewiesen und in die Jahre 510–500 v. Chr. datiert<sup>54</sup>. Da die Bedeutung des erhaltenen Szenenrestes nicht rekonstruiert werden kann, muß offenbleiben, ob es sich bei der zentralen Darstellung der sitzenden Pallas Athene um einen Besuch der Göttin in der Werkstatt des Hephaistos handelt oder um ein Standbild der Göttin, das in der dargestellten Werkstatt entstanden ist<sup>55</sup>.

Der bärtige Schmied hat seine Kappe an die Wand gehängt, sein Haar wird nur von einem Blätterkranz zusammengehalten. Wie der Keramikmaler links in der Szene sitzt der Schmied vermutlich auch auf einem niedrigen Schemel. In seiner Rechten hält er einen Hammer, zwei weitere derartige Geräte hängen an der Wand. Zange,

Abb. 16: Wahrscheinlich Werkstatt des Hephaistos. Athen, Akropolismuseum





Abb. 17: Fragmentarische Werkstattszene, heute in Oxford, ca. 500/490 v. Chr. Knie und Hände des Windjungen an den Schlauchgebläsen im Vordergrund

Schmiedegut und Esse, also die Dinge, auf die der Schmied seinen Blick richtet, sind nicht erhalten. Von dem rechts daneben hockenden jüngeren Gehilfen sind nur noch Gesicht und rechter Arm vorhanden. Die kurzen Enden der zwei Leisten zwischen Schmied und Jüngling stammen zweifellos vom Oberteil eines Schlauchgebläses. Da sie so weit rechts vor dem Körper des Windjungen angeordnet sind, kann davon ausgegangen werden, daß er zwei Blasebälge betätigte, von denen jedes weitere Detail fehlt.

#### *Werkstattszenen*

Nur wenige Vasenbilder stellen Werkstattszenen dar, die unabhängig von der Mythologie des Hephaistos Einblick in die Arbeit solcher Betriebe geben. Auf dem Fragment der Innenseite einer rotfigurigen Schale, die sich heute in Oxford befindet, läßt sich der Rest einer Schmiedeszene erkennen (Abb. 17). Sie wird zwischen 500 und 490 v. Chr. datiert<sup>56</sup> und dem Maler Panaitios zugewiesen<sup>57</sup>. Von einer sitzenden Person sind Teile der Beine mit beiden Knien und Reste ihrer Arme bzw. Hände erhalten. Die Hände halten jeweils zwei zu den Enden hin sich verjüngende Leisten, wie sie als Ventilleisten für Schlauchgebläse bekannt sind. In der Tat sind damit Teile der Schläuche verbunden, sie sind unterhalb der Hände und vor dem rechten Unterschenkel des Hockenden sichtbar. Leder als Material für die Bälge ist durch Punktierung der Oberfläche von der

Kleidung und der Haut der Person unterschieden. Hinter Windjungen steht ein Mann, der sich kraftvoll nach vorn beugt und auf dem rechten Bein abstützt. Mit angewinkelttem rechtem Arm betätigt er eine Stange, die ursprünglich mit beiden Händen gehalten worden war. Es könnte sich dabei um einen Schürhaken für einen Schmiedeofen handeln, von dem die erhaltene Partie zu geringfügig ist, um ihn genauer anzusprechen. Wenn für die Stellung des Mannes nicht vorwiegend bildkompositorische Gründe maßgebend waren, wie dies noch an einem anderen Beispiel festzustellen sein wird, arbeiten beide Männer hinter dem Ofen. Dies könnte bedeuten, daß der Mann mit dem Schürhaken die Öffnungen für die Blasebalgdüsen freihielt, die vermutlich bei kräftiger Betätigung auch bei einem derartigen Schmiedeofen verschlacken konnten. Beide Personen sind durch ein kurzes Gewand bekleidet, welches sie als Handwerker kennzeichnet, auch wenn sie nicht, wie so viele ihrer Kollegen, nackt arbeiten.

Vielleicht die schönste Darstellung einer griechischen Eisenschmiede befindet sich auf einer schwarzfigurigen Oinochoe (Kanne) aus Vulci in Süditalien aus dem späten 6. Jahrhundert v. Chr.<sup>58</sup> im British Museum (Abb. 18)<sup>59</sup>. In der Mitte erhebt sich der hohe Schmiedeofen, auf dem ein großes bauchiges Tongefäß ruht. Der bärtige Schmiedemeister sitzt auf einem niedrigen Schemel. Er entnimmt der Esse am Boden des Ofens ein Stück Metall mit einer großen Schmiedezange. Rechts neben dem Ofen steht ein



Abb. 18: Schmiedeszene auf einem Gefäß aus Vulci, heute im British Museum, London, ca. 510 v. Chr. Der Blasebalg ist rechts hinter dem Ofen sichtbar



Abb. 19: Seite B der sog. Erzgießereischale im Antikenmuseum zu Berlin, ca. 480 v. Chr. Der Windjunge mit Blasebalg schaut rechts neben dem Ofen hervor

jüngerer Mann, der einen langstieligen Hammer zur Hand genommen hat, um damit auf das Metall, welches der Meister auf einen niedrigen Amboß hält, zu schlagen. Offensichtlich hat er kurz vorher den Blasebalg hinter dem Ofen verlassen. Der zusammengesunkene Schlauch mit wulstiger Faltung und die Holzleisten am oberen Abschluß erlauben eine eindeutige Ansprache. Das Fell ist mit wenigen Doppelstrichen markiert. Leider befindet sich zwischen Meister und Ofen auf der linken Seite eine Fehlstelle, so daß der Rest eines Gegenstandes links neben dem Ofen nicht identifiziert werden kann. Es könnte sich hier um die Andeutung des zweiten Blasebalges gehandelt haben.

Bei der berühmten rotfigurigen sog. Erzgießereischale der Zeit um 480 v. Chr. aus Vulci in den Staatlichen Museen zu Berlin<sup>60</sup> befindet sich auf der Schaleninnenseite ein Bild des Schmiedegottes Hephaistos bei der Übergabe der Prunkwaffen für Achill an dessen Mutter Thetis (Abb. 5). Vor einem Amboß sitzend, prüft er ein letztes Mal den Helm, während die Göttin Prunkschild und Lanze hält. An der Wand hängt bereits ein Paar Beinschienen<sup>61</sup>. Während diese Szene zu unserer Fragestellung nichts beitragen kann, ist der Fries auf der Außenseite, welcher der Schale den Namen gab, um so aufschlußreicher (Abb. 19). Leider wird auf den beiden Frieshälften nicht mehr der eigentliche

Gießvorgang dargestellt – davon gibt es aus der gesamten europäischen Vorzeit überhaupt keine Illustration –, sondern die Weiterbearbeitung bzw. die Endbehandlung großer gegossener Statuen bzw. von deren Teilen. Diese Vorgänge können hier nicht erläutert werden<sup>62</sup>. Auf der Seite B dieser Schale arbeiten zwei Männer an einem Schachtofen. Auf niedrigem Hocker sitzt rechts neben dem Ofen ein Mann, der mit einem Schürhaken im Feuerloch des Ofens stochert. Seine Position rechts neben dem Ofen geht auf bildkompositorische Gründe zurück, in Analogie zu anderen Schmiededarstellungen saß der Mann vor dem Ofen. Ein hinter dem Ofen arbeitender Jüngling ist nur teilweise zu sehen. Er hockt vermutlich ebenfalls, hat den linken Arm angewinkelt erhoben und faßt mit der linken Hand das Oberteil eines Schlauchgebläses. Wenn der kleine Bildausschnitt auch keine weiteren Details zum Blasebalg überliefert, kann doch festgehalten werden, daß das Gebläse auf der Rückseite des Ofens, gegenüber der Schür- bzw. Arbeitsöffnung, eingesetzt war.

Eine Schmiededarstellung anderer Art befindet sich auf einem reliefierten Becher im Louvre zu Paris (Abb. 20)<sup>63</sup>. In späthellenistischer Zeit (zwischen 150 und 125 v. Chr.) wurden auch in Bötien halbkugelige, dünnwandige Becher mit Reliefdekor in Formschüsseln produziert. Auf einem dieser auch Megarische Becher genannten Gefäße



Abb. 20: Bötische Reliefschale mit Schmiedeszene im Louvre, Paris. Ein Blasebalg ist trotz gegenteiliger Behauptung nicht vorhanden

ist eine Schmiedeszene dargestellt (Abb. 19)<sup>64</sup>. Die Interpretation der leider arg verwitterten und verflachten Oberfläche spielt in der Technikgeschichte eine gewisse Rolle. Wichtig bleibt, daß hier ein spätes Beispiel für die hohen, schlanken Schmiedeessen der alten Griechen überliefert ist. Wie bei den älteren, liegt die Ofenöffnung unten am Boden. In unserem Zusammenhang bleibt festzustellen, daß der aufrechtstehende Mann neben dem Ofen mit seiner erhobenen linken Hand auf gar keinen Fall einen Hebel betätigt, wie dies von Hodges behauptet wurde, der diesen Hebel als zu einem Blasebalg gehörig verstanden wissen wollte<sup>65</sup>. Auf den zur Verfügung stehenden Fotos ist deutlich zu sehen, daß die Hand über diesen „Hebel“ hinausgreift. Man wird nicht fehlgehen, in ihm einen an die Wand gehängten Gegenstand zu sehen, wie dies für die zwei

nach links und den einen nach rechts gerichteten Schmiedehammer hinter diesem Mann gilt.

#### *Sonstige Szenen*

Auf einer ionischen Hydria, einem dreihenkligen Wassergefäß, in der Villa Giulia in Rom sind auf der Schulter Opferhandlungen dargestellt. Eine der Szenen wird seit ihrer Veröffentlichung als „Mann mit Blasebalg“ interpretiert (Abb. 21)<sup>66</sup>. Zur Szene gehören offensichtlich zwei Männer. Während sich der eine stehend vorbeugt und in der Rechten ein Messer führt – was er in der Linken hält, ist nicht erkennbar –, sieht es zunächst so aus, als ob sein Gegenüber hockend die langen Hebel eines Spitzblasebalges betätigt. Beim genauen Hinsehen allerdings stellt sich heraus, daß dieser Mann nicht hockt, denn es ist

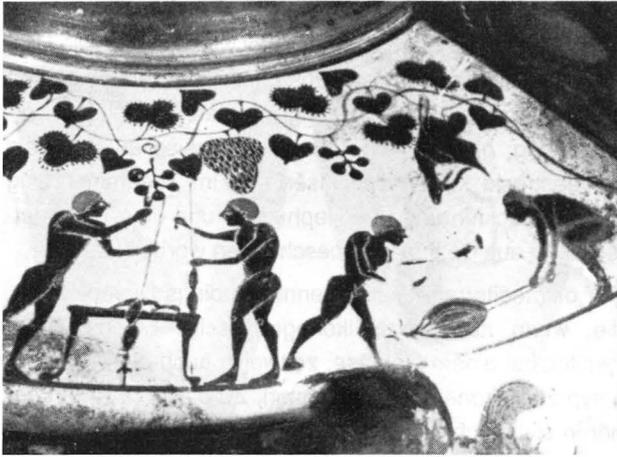


Abb. 21: Szene auf einer Hydria aus Caere. Man könnte in der Darstellung einen Spitzblasebalg sehen, allerdings sprechen der Gesamtrahmen und Details der Darstellung dagegen

nichts gezeichnet, worauf er sitzen könnte. Es ist deshalb wahrscheinlicher, daß er sich in der Hocke zurücklehnt. Der Mann mit dem Messer gleicht in Bewegung und Werkzeug anderen Männern des Bildfrieses, die Opferschlachtungen vornehmen. Was aber tut jemand mit einem Messer an einem Blasebalg?

Betrachtet man den vermeintlichen Blasebalg näher, so entdeckt man Merkmale, die an Spitzblasebälgen, die in der Antike erst seit der Römerzeit belegt sind, nicht bekannt sind. Sie besitzen herzförmige oder dreieckige Dekkelbretter und sehr kurze Handhaben, und sie blasen die Luft aus einer spitzen Düse. Gerade diese fehlt aber an dem fraglichen Objekt. Unter der Lupe ist erkennbar, daß das Endstück wie mit Seil und Knoten abgebunden erscheint. Aus diesen Gründen kann die Deutung als Spitzblasebalg nicht befriedigen. Man möchte eher an Organe von Schlachttieren denken, die zwischen den Armen einer langstieligen Zwinde gehalten werden. In diesem Zusammenhang hätte der Mann mit dem Opferrmesser einen Sinn.

Als Spitzblasebalg in der griechischen Antike stünde das Objekt auf der Hydria in der Villi Guilia einzigartig da. Sonst kommen unter den ikonographischen Belegen nur Schlauchgebläse vor, wie übrigens auch bei den literarischen Quellen.

### Ergebnisse

Die Vielfalt der schriftlichen Überlieferung zum altgriechischen Blasebalg (*physa*) macht deutlich, daß dabei ausnahmslos Schlauchgebläse angesprochen werden. Dabei wird zwischen Ein- und Austrittsöffnungen für die Luft unterschieden. Die mühelos transportierbaren Geräte kommen nicht einzeln vor. Probleme bereitete es, die verwendeten Tierhäute geschmeidig zu halten. Bevorzugt wurden Bälge (*oskos*) von Ziegenböcken, aber auch Rindshäute

(*molgos*) wurden gebraucht. Nur bei der Waffe des Flammenwerfers ist von einem eisernen Rohr die Rede (*akro-physion*, *akrostomia*). Ferner bleibt festzuhalten, daß die Blasebälge *in* die Tiegel bliesen und daß sie von Windjungen (*physetēs*) bedient wurden.

Als Ergebnis der ikonographischen Auswertung kann festgehalten werden, daß – von einer fraglichen Ausnahme abgesehen – in der klassisch-griechischen Antike nur Schlauchgebläse vorkommen. Sie wurden normalerweise aus den Bälgen von geschlachteten Ziegenböcken hergestellt, wobei man das Fell an der Tierhaut beließ und nach außen kehrte. Diese Maßnahme konnte zweifellos eine Zeitlang das zu schnelle Austrocknen und Brüchigwerden des Leders verhindern. Der Ansatz nur eines Hinterbeines wurde abgebunden oder vernäht. In das zweite Hinterbein wurde eine lange konische Düse eingesetzt und durch Umwickeln mit Bändern luftdicht befestigt. Am Halsende des Felles bzw. in der Höhe der Brust beließ man eine weite Öffnung, die mit zwei parallelen Leisten aus Holz eingefasst wurde<sup>67</sup>. Man glättete die Leisten und verjüngte sie zu den Enden hin. Vermutlich mit Bändern oder mit Schnüren wurden sie am Balg befestigt – nicht mit Nägeln. Daumen- und Handschlaufen zum sicheren Greifen der Ventilleisten waren noch nicht vorhanden. Die großen Gebläse des Hephaistos scheinen aus größeren Fellen hergestellt worden zu sein, eventuell aus Rindsbälgen.

Es bleibt zu untersuchen, ob die archäologischen Funde und Befunde die deutlich übereinstimmenden und sich ergänzenden Aussagen der bildlichen wie literarischen Zeugnisse bestätigen.

### Die archäologischen Quellen

Schon die Bearbeitung der archäologischen Quellen zum römischen Gebläse hat gezeigt, daß trotz eines neu entflammten Interesses an technikhistorischen Fragestellungen innerhalb der Archäologie nur wenige Belege zur Stützung der an literarischen und ikonographischen Zeugnissen erfolgten Ableitungen zur Verfügung stehen<sup>68</sup>. Dies gilt uneingeschränkt auch für die Gebläse der griechischen Metallhandwerker. Erschwerend tritt hinzu, daß im Gegensatz zu den ikonographischen Denkmälern der römischen Zeit die detailliertesten Quellen der griechischen Antike allesamt dem mythologischen Bereich entstammen<sup>69</sup>, also möglicherweise Konventionen wiedergeben.

Dennoch galt lange Zeit das schwarzfigurige Kantharosfragment von der Akropolis (Abb. 6), die Wiedergabe der charakteristischen, leicht konischen und gehenkelten Düse am Schlauchgebläse des kämpfenden Hephaistos, als ikonographischer Beleg zur Identifizierung einer Anzahl vermeintlicher Düsen aus dem gesamten griechischen Herrschaftsgebiet<sup>70</sup>. Wie die ikonographische „Vorlage“ verfügen die entsprechenden Funde über einen Henkel knapp unterhalb der Austrittsöffnung. Diese Henkel befin-

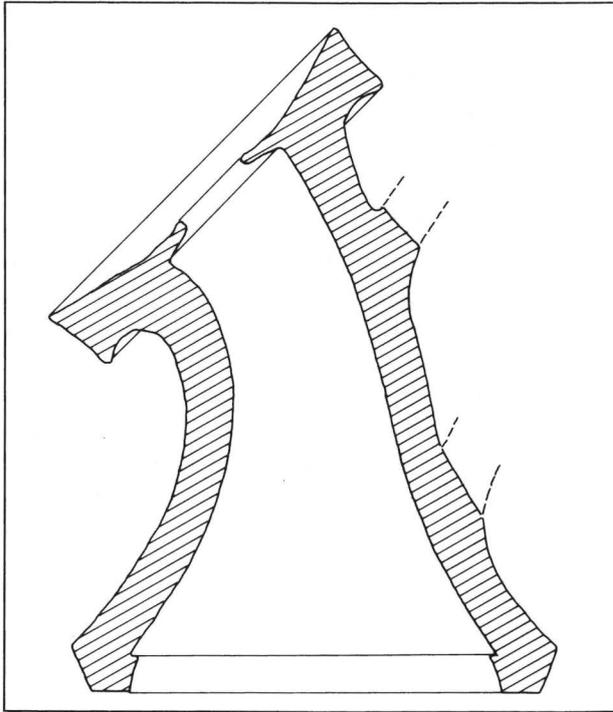


Abb. 22: Gefäßstütze aus Himera

den sich jedoch nicht auf der konkaven Innen-, sondern auf der konvexen Außenseite der überdies wesentlich deutlicher gekrümmten Formstücke (Abb. 22). Abweichend von der Darstellung, die in diesem Bereich allerdings nicht erhalten ist, verfügen die Funde oberhalb des Henkels über einen deutlich vergrößerten, zeitweilig zylindrischen Rand, der wie bei den Exemplaren von Marseille der Befestigung einer separat gearbeiteten Tonscheibe diente, die den Innendurchmesser des Düsenrohrs auf eine kleine zentrale Durchlochung der Scheibe reduzierte<sup>71</sup>. Der charakteristische Henkel, häufig beobachtete Schmauchspuren an der konkaven Innenseite und die Nachbarschaft zu Eisenschlackenvorkommen in Marseille<sup>72</sup> und Pithecusa<sup>73</sup> schienen die Interpretation der Funde als Düsen altgriechischer Schlauchgebläse zu untermauern.

Erst die Vorlage und erschöpfende Interpretation entsprechenden Fundmaterials aus französischen Grabungen auf der Insel Thasos durch Yves Granjean<sup>74</sup> erbrachten grundsätzlich neue Erkenntnisse, da sich unter den elf erhaltenen Fragmenten allein fünf befinden, die über einen massiven, also undurchlocherten Gefäßkörper verfügen und damit definitiv einer anderen Zweckbestimmung gedient haben mußten. Die vorgeschlagene Interpretation als Gefäßstützen über oder innerhalb einer Feuerstelle (Abb. 23) vermag zu überzeugen, insbesondere da die bereits erwähnte ikonische Hydria (Abb. 21) auf ihrer Schulter nicht nur den

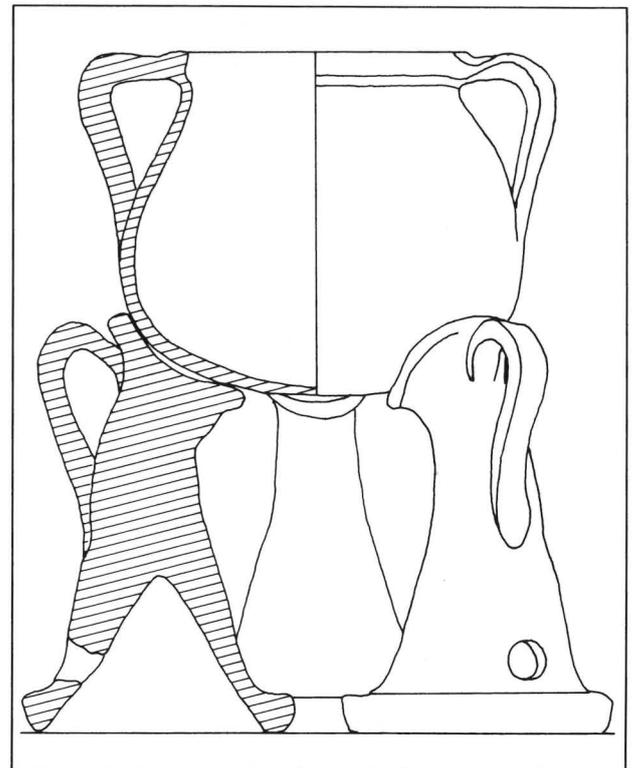
fragwürdigen Spitzblasebalg zeigt, sondern auch einen auf zwei Gefäßstützen ruhenden Kessel wiedergibt<sup>75</sup>. Die Darstellung der besprochenen Düse findet also zumindest im griechischen Kulturkreis bislang keine archäologische Entsprechung; gleiches gilt erstaunlicherweise auch für die langgestreckt konischen Düsen, die im Zusammenhang mit der Rückführung des Hephaistos und dem Kolonnenkrater aus Caltanissetta beschrieben worden waren.

Der ostmediterrane Raum kennt allerdings Düsenformen, die, wenn auch ohne ikonographische Entsprechung, zweifelsfrei einem Gebläse, zeitweilig auch einem Gebläsetyp zugeordnet werden können. Zu diesen Formen gehören sicherlich die Blasrohrdüsen aus Araphina<sup>76</sup>, Lemnos<sup>77</sup>, Lesbos<sup>78</sup>, Troja<sup>79</sup> und möglicherweise ein Exemplar aus Kalavassos auf Zypern<sup>80</sup>, die nicht nur im vorderasiatischen Bereich<sup>81</sup>, sondern auch in Mitteleuropa über zahlreiche Parallelen verfügen<sup>82</sup> und als Repräsentanten einer Frühphase der Metallurgie gelten können<sup>83</sup>.

Wesentlich größere Düsen einer charakteristischen Grundform erscheinen ab dem Ende der ersten Hälfte des zweiten vorchristlichen Jahrtausends in zahlreichen bronzezeitlichen Siedlungen des östlichen Mittelmeerraumes und des Vorderen Orients. Bei diesen Formen handelt es sich um rechtwinklig profilierte Düsen annähernd runden Querschnitts mit Innendurchmessern von bis zu 30 mm.

An erster Stelle ist hier auf zyprische Funde zu verweisen, die aus den spätbronzezeitlichen Siedlungsschichten von

Abb. 23: Rekonstruktionsversuch der Gefäßstützen



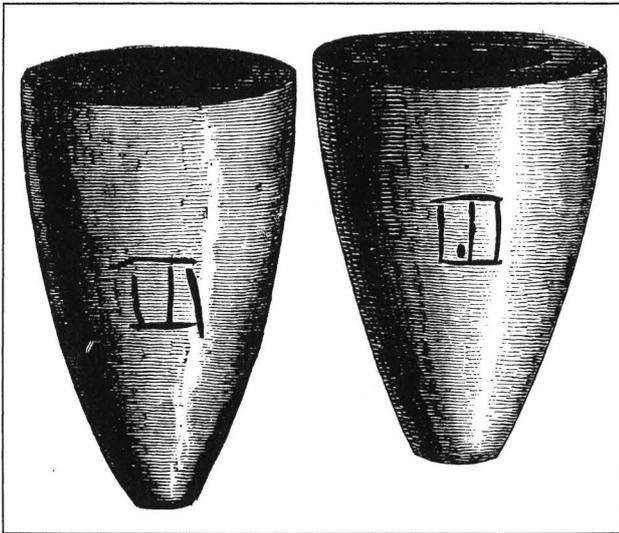


Abb. 24: Blasrohrdüsen aus Troja

Enkomi<sup>84</sup> und Apliki<sup>85</sup> sowie als unstratifizierte Funde aus dem Umfeld der Gruben von Skouriotissa stammen<sup>86</sup>. Trotz einer archäometallurgischen Bearbeitung durch Ronald F. Tylecote<sup>87</sup> konnte bislang nicht geklärt werden, ob die Düsen von Apliki und Enkomi bei der Gewinnung oder aber bei der Verarbeitung von Kupfer eingesetzt wurden. Für die letztgenannte Ansicht spricht das Auftreten vergleichbarer Funde in Ugarit<sup>88</sup>, Hazor<sup>89</sup>, Tell Zeror<sup>90</sup>, Serâbît al-Khâdim<sup>91</sup>, Boğazköy<sup>92</sup>, Sardis<sup>93</sup> und Olympia<sup>94</sup>, wo die Verhüttung von Kupfererzen nicht nachgewiesen werden konnte. Innerhalb dieser Fundgruppe zeichnet sich jedoch eine Differenzierung ab. So verfügen die Düsen aus Palästina, vom Sinai und aus der Türkei (Boğazköy) im Vergleich zu denen aus Zypern, Syrien, Lydien (Sardis) und Olympia über einen wesentlich kleineren Innendurchmesser. Hinzu kommt, daß die Düsen aus Serâbît el-Khâdim eindeutig mit Membranebläsen<sup>95</sup> vergesellschaftet waren und dies auch für die Formen aus Boğazköy angenommen werden kann<sup>96</sup>. Es entsprechen sich hier also durch die gewinkelten Düsen vorgegebene Technologien, keineswegs aber die mit diesen Düsen zu verbindenden Gebläseformen. Zur Rekonstruktion dieser Technologien stehen zwar bislang keine eindeutigen archäologischen Befunde zur Verfügung; die von Hans-Gert Bachmann vorgeschlagene Lösung vermag jedoch zu überzeugen<sup>97</sup>.

Demnach dienten die abgewinkelten Düsenrohre dem Ableiten der Gebläseluft auf die Oberfläche eines Tiegels. Dieser stand in einer entsprechend hergerichteten Grube und enthielt die zu schmelzenden Metalle, möglicherweise auch Flußmittelzusätze zur Verschlackung von Verunreinigungen sowie größere Mengen von Holzkohle. Die Erhitzung der Charge erfolgte durch die aufgebrachte Kohleschicht, die zugleich eine Oxidation des Metalls verhinder-

te. Eine Aufheizung des Tiegels von außen, falls dieser in glühende Kohlen eingebettet wurde, konnte zweitrangig sein<sup>98</sup>. Da die Düsenrohre sich während des Betriebes selbsttätig kühlen, sind Verschlackungen an den Fundstücken nur bedingt zu erwarten<sup>99</sup>.

Anstelle einer Beschreibung der zweifelsohne interessanten mitteleuropäischen Parallelen zu dieser Düsenform<sup>100</sup> sei auf eine der wenigen, möglicherweise die einzige ethnographische Parallele hingewiesen, welche die vorgeschlagene Lösung zu stützen vermag.

Auch auf dem indischen Subkontinent dominierten noch in jüngster Zeit einfache Schlauchgebläse von geringer Größe. Neben diesen existierte eine Form, die, wenn auch von vergleichbarer Bauart, durch ihre außergewöhnliche Größe bestach. Das Schlauchgebläse von Kharar (Westbengalen) wurde aus insgesamt sieben (!) kompletten Kuhhäuten gefertigt. Bedient wurde es mit Hilfe zweier übermannshoher Stangen (Abb. 27), die im Prinzip die Funktion der Ventilkappen erfüllten und gleichzeitig der großen Eintrittsöffnung des Gebläses eine gewisse Stabilität verliehen. Der Arbeiter öffnete das Gebläse durch das Spreizen seiner Arme, schloß dieses wieder und übte nun mit Hilfe des Gestänges Druck auf den Schlauch aus. Über eine Düse von 76 cm Länge und 8,9 cm Durchmesser gelangte die derart erzeugte Gebläseluft in eine Feuerstelle von nur 30 cm Durchmesser. Um auch hier, unmittelbar über dem Tiegel, Luftverluste zu vermeiden, besaß die Düse einen tiefen, löffelförmigen Aufsatz, dessen Mündung unmittelbar über der Holzkohleschicht ruhte und damit die Gebläseluft auf den Tiegel ableitete<sup>101</sup>.

Wenn auch einem vereinzelt Vergleich durch Raum und Zeit nur eingeschränkte Bedeutung zugestanden werden kann, so belegt das Beispiel aus Bengalen dennoch, daß bei einer entsprechenden Größe des Schlauches durchaus auf den paarigen Einsatz zweier kleinerer Schlauchgebläse verzichtet werden kann. Es zeigt außerdem, daß gewinkelte Düsen unmittelbar mit einem Schlauch verbunden werden konnten. Die in Olympia und Sardis geborgenen Düsen können zur Klärung dieser Frage keine neuen Erkenntnisse liefern, da sich in keinem Falle das balgseitige Ende einer Düse erhalten hat<sup>102</sup>.

Neben den charakteristischen Düsen konnten 1982 in Olympia auch die Fragmente eines großen Tiegels mit einem Durchmesser von 48 cm geborgen werden. Eine U-förmige Ausgußtüle in der Wandung des Tiegels ermöglichte ein gezieltes Gießen der Legierung. Plattenartige Negative auf den Außenseiten der Tiegelfragmente wurden als Reste einer korbartigen Verstärkung aus Metall gedeutet<sup>103</sup>. Für eine derartige Erklärung sprechen auch die Reste eines möglicherweise vergleichbaren Fundes aus den hellenistischen Siedlungsschichten von Sardis. Es handelt sich dabei um das Fragment eines schalenförmigen Objektes mit einem inneren Durchmesser von 21 cm. Spuren glasiger Schlacken und Metalltropfen auf der In-

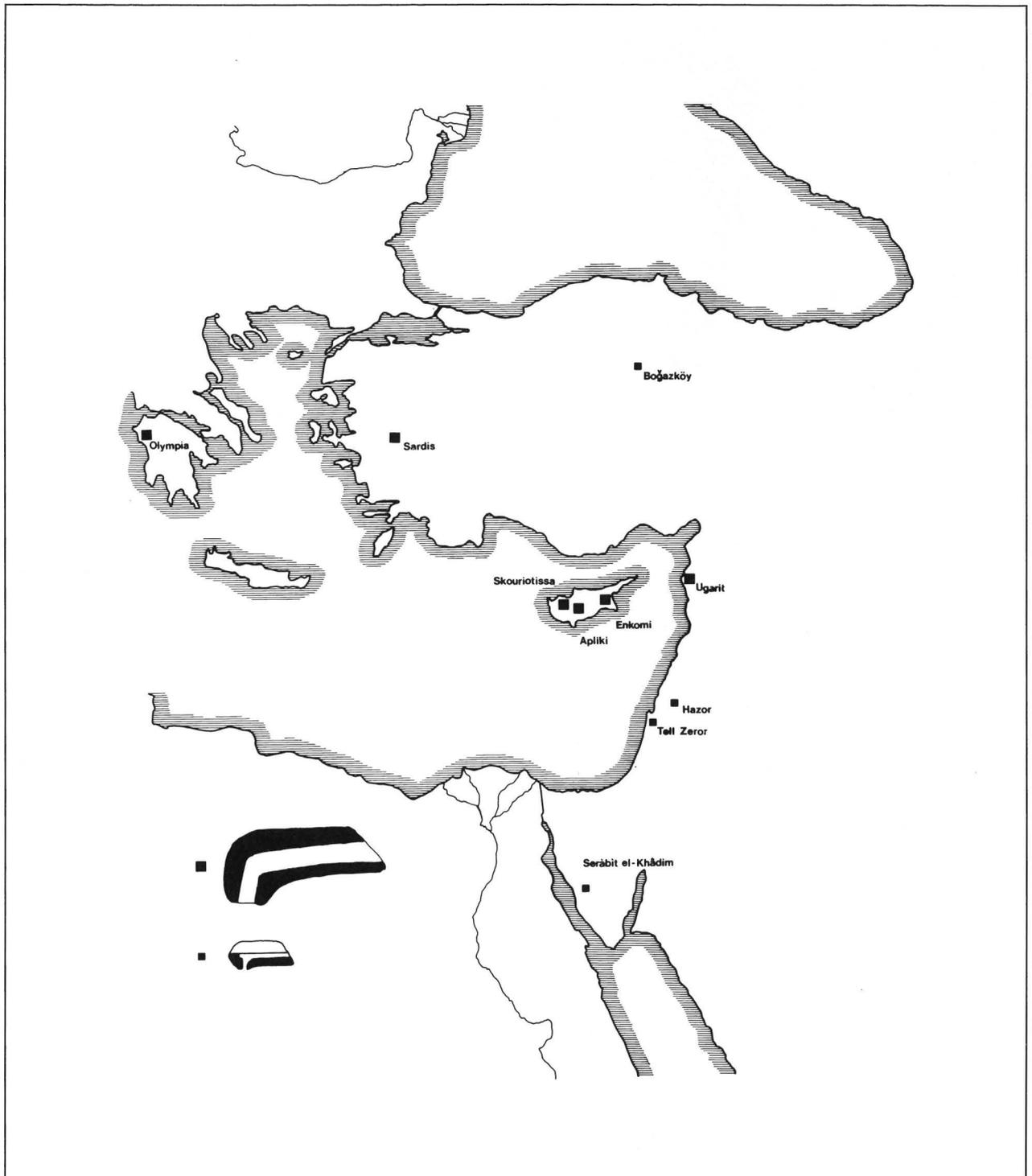


Abb. 25: Verbreitung gewinkelter Düsen (östliches Mittelmeer – Vorderer Orient)

nenseite legen auch hier die Interpretation als Tiegel nahe. Was in Olympia nur als Negativ belegt werden konnte, blieb in Sardis erhalten: Die Außenseite des Tiegels war durch vernietete Eisenbänder verstärkt worden<sup>104</sup>. Zweifelsohne dienten diese korbartigen Verstärkungen weniger der Stabilisierung als dem Transport des gefüllten Tiegels.

Neben diesen Ergebnissen belegen die Ausgrabungen in Olympia, daß die ikonographischen Quellen, hier insbe-

sondere die Werkstatt Darstellungen, den tatsächlich zu beobachtenden Befunden bislang nur zum Teil entsprechen. So fehlen nicht nur Darstellungen des Erhitzens großer Metallmengen im Tiegel, sondern auch Darstellungen des Transports dieser Gefäße und des eigentlichen Gußvorganges<sup>105</sup>. Nur aus dem mythologischen Bereich gibt es eine Darstellung aus Saloniki, auf der Hephaistos einen Gußtiegel mit einer Griffstange trägt (Abb. 28)<sup>106</sup>. Einzig die Montage der Einzelstücke auf einem Podest, wie es die

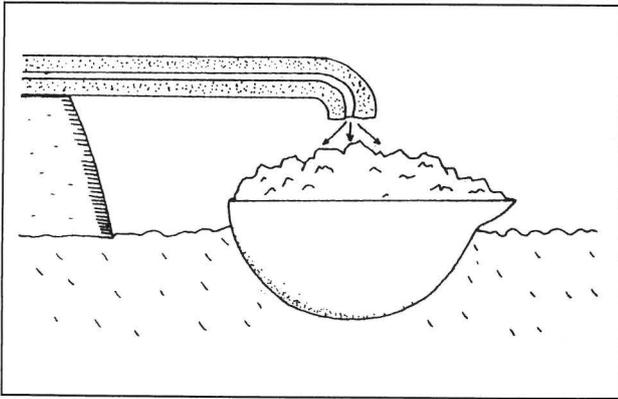


Abb. 26: Rekonstruktion eines Tiegelherdes mit gewinkeltem Düsenrohr

Berliner Erzgießereischale zeigt, konnte in Olympia bestätigt werden. Einiges spricht daher dafür, daß Teile der Arbeiten nicht in der räumlichen Enge einer Werkstatt, sondern im Freien erfolgten.

Größere Ähnlichkeiten zu den ikonographisch überlieferten Öfen besitzt dagegen ein 1981 in der epirotischen Stadt Kassope entdeckter Tiegelofen des zweiten vorchristlichen Jahrhunderts<sup>107</sup>. Der Ofen besteht aus einer schlüssellochförmigen Ofengrube von maximal 2,15 m Länge und 1,38 m Breite (Abb. 29). Im Zentrum des kreisrund angelegten Brennraumes befindet sich auf einem rechteckigen Ziegelpflaster ein Einbau von ca. 40 × 60 cm Innenfläche und 15 cm Höhe<sup>108</sup>. Die Belüftung des Einbaus, der sich durch seine Füllung aus Holzkohle und Asche als Feuerstelle zu erkennen gab, erfolgte von der Nordseite, wo sich in der Wange des Einbaus eine konische Durchlochung zur Einführung einer Blasebalgdüse

Abb. 27: Schlauchgebläse von Kharar

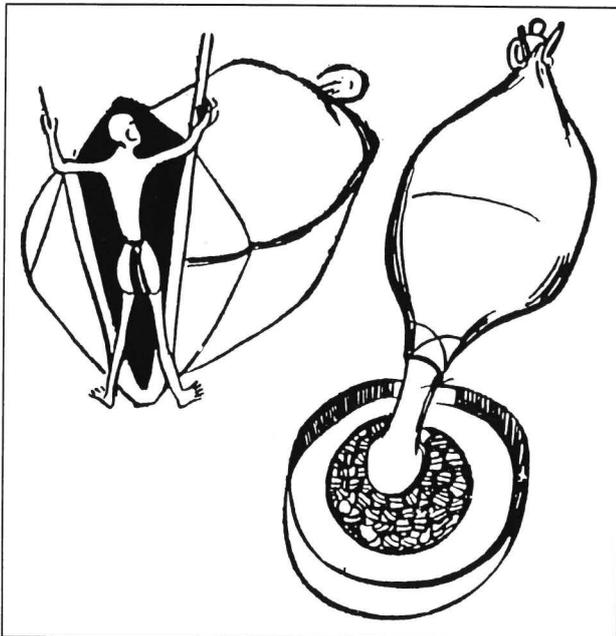
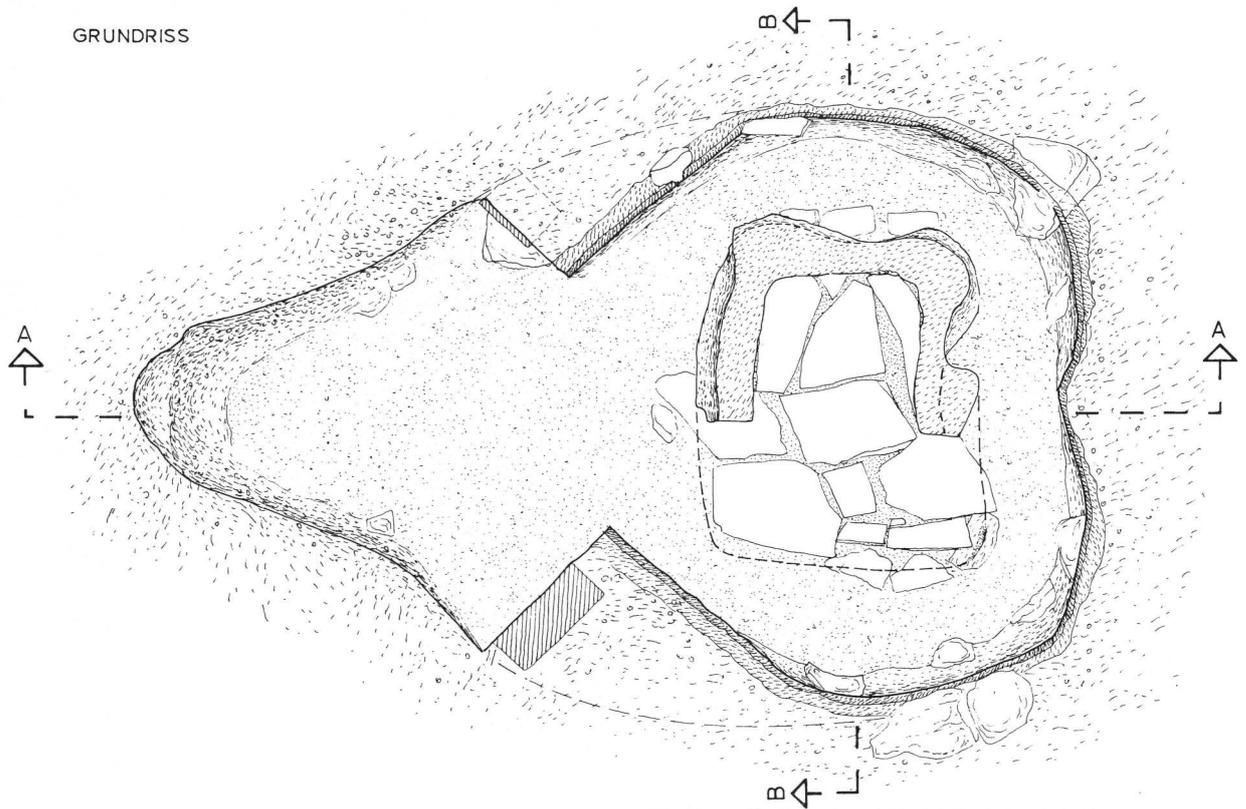


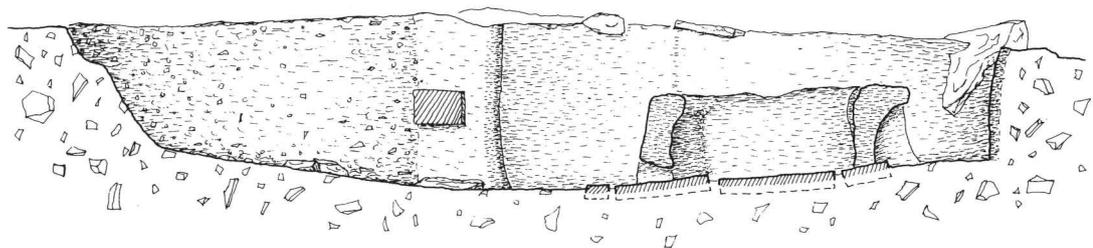
Abb. 28: Hephaistos mit dem Gußtiegel

befand. Das Gebläse befand sich damit im nördlichen, glockenförmigen Bereich der Ofenanlage, der bei einer Länge von ca. 1 m durchaus noch einem Arbeiter Platz bieten konnte. Über die Form des Gebläses können nur Mutmaßungen angestellt werden, insbesondere da der zerstörte westliche Bereich weitere Düsenlöcher besessen haben mag. Der nördliche Arbeitsraum bietet aber gerade im Bereich der Öffnung zum Schmelzraum hin genügend Platz, um zwei paarig eingesetzte Schlauchgebläse zu beherbergen. Das Einbringen der Tiegel erfolgte von Süden aus, wo die Rundung der größeren Ofenfassung nach Norden stark einzieht und sicherlich über eine größere Öffnung in der Wand verfügte. Über das Aufgehende der Lehmverkleidung lassen sich keine Angaben gewinnen. In Anlehnung an einen Ofen des fünften vorchristlichen Jahrhunderts in Nemea<sup>109</sup> und unter Berücksichtigung des großen Durchmessers sowie der geringen Mengen von Ofenwandung in der Verfüllung favorisieren die Ausgräber eine nur geringe Überwölbung der Ofengrube<sup>110</sup>. Offen bleibt die Überlegung, ob die sicherlich gebrannten Kamine der griechischen Schmiede- und Gießeröfen<sup>111</sup> nicht auch transportiert werden konnten und sich daher dem archäologischen Zugriff stärker entziehen als bislang vermutet<sup>112</sup>.

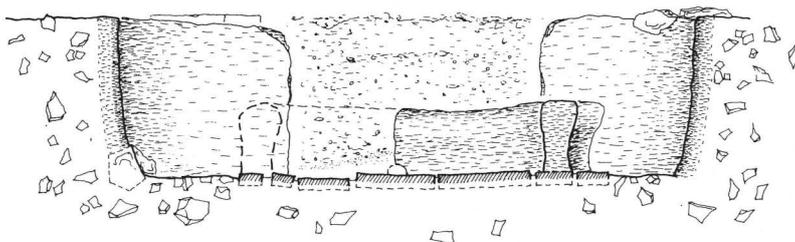
GRUNDRISS



LÄNGSSCHNITT A-A



QUERSCHNITT B-B



- |   |                |
|---|----------------|
|  | ERDE           |
|  | LEHM           |
|  | GEBRANNTER TON |
|  | ASCHE          |

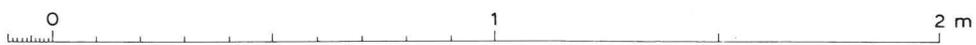


Abb. 29: Tiegelofen von Kassope

## Zusammenfassung

Die schriftlichen und ikonographischen Quellen zum griechischen Gebläse belegen mit wünschenswerter Deutlichkeit die Existenz einfacher Schlauchgebläse in den Schmieden und Gießereibetrieben. Das Auftreten gewinkelter Düsen in den Werkstätten von Olympia und im hellenistischen Sardis gibt zu der Überlegung Anlaß, daß zumindest im ägäischen Raum eine Verbindung zwischen den typischen Düsen und dem Schlauchgebläse bestand<sup>113</sup>. Diese Düsen leiteten die Gebläseluft auf große eisenarmierte Tiegel, in denen die zu schmelzende Charge von der Oberseite her erhitzt wurde. Ihr Einsatz beschränkte sich daher auf die Buntmetallverarbeitung.

Ob dagegen der Düsenziegel aus Sardis<sup>114</sup> bei der Verarbeitung des Eisens Verwendung fand, kann ohne archäometallurgische Bearbeitung nicht entschieden werden. Zumindest die vergleichbaren Funde aus West- und Mitteleuropa belegen bislang nur diese eine Nutzung<sup>115</sup>. Die daher nicht abwegige Vermutung, daß es sich bei den Düsenziegeln um die bei Eustathios erwähnten „akrostomia“, die Düsen der Eisenschmiede handelt, wird man endgültig erst dann beurteilen können, wenn ausreichend stratifiziertes Fundmaterial und entsprechende Befunde auch vom griechischen Festland vorliegen.

Abschließend bleibt festzuhalten, daß die bislang bekannten Quellen zum griechischen Gebläse die Rekonstruktion von Spitzblasebälgen nicht gestatten<sup>116</sup>. Deren Erfindung mag möglicherweise in hellenistische Zeit datieren. Der erste eindeutige Beleg bleibt jedoch die Darstellung auf dem Grabaltar des L. Cornelius Atimetus<sup>117</sup> aus der Mitte des 1. Jahrhunderts n. Chr.

## ANMERKUNGEN

1. Hirschberg/Janata 1980; Mukherjee 1978.
2. Merwe/Avery 1982.
3. Weisgerber/Roden 1985.
4. Saglio, E.: Stichwort „Follis“, in: *Paulys Real-Encyclopädie der classischen Altertumswissenschaften*, Bd. 6, 2, Stuttgart/München 1909, Sp. 2829.
5. Conophagos 1980, Abb. 11.1 auf S. 289; Wilsdorf, Helmut: Stichwort „Blasebalg“, in: *Lexikon der Antike*, hrsg. v. Johannes Irmscher, 3. Aufl., Berlin 1978, S. 93.
6. Müller 1974, S. 143, Anm. 670.
7. Aristoteles: *De Respiratione*. 474 a, 12–17. Übersetzung Goldmann. Noch heute verbinden die Dogon im Westen Afrikas die Werkstatt des Schmiedes symbolisch mit dem Aufbau des Körpers. So entsprechen die Blasebälge den Lungen, die Düse der Luftröhre, die Feuerstelle entspricht dem Herzen und die Zange dem Rachenzipfchen, das im Rachen die Sprache packt und sie aus dem Munde führt, – vgl. Schmitz-Cliever 1979, S. 68 f. Zur metallurgischen Symbolik vgl. allgemein Eliade 1980.
8. Amborn 1976, S. 37 f.; Cline 1937, S. 102.
9. Aristoteles: *De Audilibus*, übers. v. Ulrich Klein, Darmstadt 1972 (= Aristoteles. Werke in deutscher Übersetzung. 18), S. 157 f.
10. Beckmann 1783, S. 322.
11. Fauth, Wolfgang: Stichwort „Hephaistos“, in: *Der Kleine Pauly, Lexikon der Antike*, Bd. 2, München 1979, Sp. 1024–1028.
12. Homer: *Ilias*, 18, 411–413, übertragen v. Wolfgang Schadewaldt, Frankfurt 1975, S. 317.
13. Ebd. 18, 468–476, S. 319.
14. Vgl. hierzu auch die Diskussion der Textstelle bei Zimmer 1985, S. 40, Anm. 21.

15. Herodot: *Historien*, I, 67, übers. v. A. Horneffer, 3. Aufl., Stuttgart 1963, S. 29.
16. Ebd. I, 68, S. 30.
17. Athenaios, 10, 456 d. Übersetzung Goldmann.
18. Frisk 1960, S. 165.
19. Pollux, X, 187. Übersetzung Goldmann.
20. Titus Livius: *Römische Geschichte*, Buch XXXV–XXXVIII, hrsg. v. Hans Jürgen Hillen, Darmstadt 1982, S. 353.
21. Thukydides: *Geschichte des Peloponnesischen Krieges*, IV, 100, übers. v. Georg Landmann, Zürich/München 1960, S. 342 f.
22. Aristophanes: *Lysistrate*, 296–302, übertragen v. Ludwig Seeger, Zürich 1953 (Aristophanes. Sämtliche Werke. 2), S. 93.
23. Pollux, X, 147. Übersetzung Goldmann.
24. Hesychios: *akrophysia*. Übersetzung Goldmann.
25. Eustathios zu Homer, 18, 470. Übersetzung Goldmann.
26. Ebd. Zur Kennzeichnung des Blasrohres stand neben dem Wort „physeter“ der Begriff „aulos“ zur Verfügung. Erklärend wird jedoch in der Suda, einem Lexikon des 10. Jahrhunderts n. Chr., vermerkt, daß es sich dabei um ein langes Blasrohr (physeter) handelte, – vgl. Adler, Ada (Hrsg.): *Suidae Lexikon*, Leipzig 1928/38, S. 415, Stichwort „aulos“.
27. Strabon: *Geographica*, 7, 3, 9, hrsg. v. A. Meineke, Graz 1969, S. 415. Übersetzung Goldmann.
28. Die seit dem 4. Jahrhundert insbesondere von den Kynikern betriebene Idealisierung der Nordvölker trug dazu bei, in zweifels- ohne exponierten Figuren wie Anarcharsis Auslöser elementarer technologischer Entwicklungen erkennen zu wollen, – vgl. Schmid, W.: Anacharsis, in: *Paulys Real-Encyclopädie der classischen Altertumswissenschaften*, Bd. I, 2, Stuttgart/München 1894, Sp. 2017 f.
29. Frisk 1960, S. 1055 ff.
30. Weisgerber/Roden 1985, S. 16; Wilsdorf 1977.
31. Petrikovits 1981 a, b.
32. Zum Hüttenrauch (Kadmia) vgl. Goltz 1972, S. 130–134; Lenz 1966, S. 54, Anm. 195; S. 68, Anm. 237.
33. Zimmer 1985, S. 41.
34. Vgl. z. B. Halleux 1981.
35. Zu Aiolos vgl. Giudice, Filippo: Aiolos, in: *Lexicon Iconographicum Mythologiae Classicae*, Bd. I, Zürich/München 1981, S. 398 f; Germain 1954, S. 179–191.
36. Apollonios von Kition: *Kommentar zu Hippokrates „Über das Einrenken der Gelenke“*, hrsg. v. Jutta Kollesch/Fridolf Kudlien, Berlin 1965 (*Corpus Medicorum Graecorum*. XI 1, 1), S. 71.
37. Trotz der bereits dargestellten Neuerungen im spätantiken Metallhandwerk überdauert das Schlauchgebläse diesen Zeitabschnitt, – vgl. Weisgerber/Roden 1985, S. 14 f. – Eine eigenständige Bearbeitung dieser Problemstellung ist in Vorbereitung.
38. Die Literatur der Jahrzehntelang verfehlten Diskussion über die „Bronzegießöfen“ wurde bei Schwandner/Zimmer 1983, S. 67 f., zusammengestellt. Ihnen gebührt das Verdienst, die „Schachtöfen“ zuerst als Schmiedeessen mit hohem kaminartigen Rauchabzug bei dessen gleichzeitiger Nutzung zur Heißwasserbereitung erkannt zu haben. Dem schlossen sich jüngst Oddy/Swaddling 1985 insoweit an, daß sie in den Öfen ebenfalls keine Schmelzöfen mehr sehen. Sie glauben, daß in den Gefäßen auf den Öfen das Wachs für Modellformungen flüssig gehalten wurde. Interessant bleibt dabei, daß bereits Welcker 1851, S. 523, den Gedanken an „Schmelzkessel“ verwarf.
39. Jens 1960; Beazley 1962, S. 236.
40. Zuerst bei Hartwig 1896 – heute bekannt als Akropolis Nr. 2134; Beazley 1962, Taf. 60,5; Brommer 1978, S. 206; Graef-Langlotz 1931 I, Taf. 94; Mattusch 1975, S. 267; Benoit 1965, Abb. 12.
41. Zuletzt bei Matthäus 1985, S. 42 f., Abb. 23 f., in den historischen und wirtschaftlichen Gesamtrahmen gestellt; dort auch ältere Literatur; Brommer 1978, Taf. 50. 1.
42. Nach der vorliegenden Fotografie kann nicht entschieden werden, ob es sich bei den kleinen Unebenheiten um bewußte Oberflächengestaltung oder um Verwitterungsspuren handelt.
43. Kunsthistorisches Museum Wien, Inv.-Nr. 985. Brommer 1978, Taf. 3.1, mit älterer Literatur.
44. Archäologisches Nationalmuseum Neapel, Inv.-Nr. Stg. 701; Brommer 1978, Taf. 3.3.
45. Nach Beazley 1962 und Brommer 1937, S. 212, dem Duris-Maler zugewiesen.
46. Bibliothèque National, Paris, Inv.-Nr. 539 (nach Brommer 1978, S. 15, Abb. 7, mit älterer Literatur).
47. Bibliothèque National, Paris, Inv.-Nr. 542.
48. Bei der wahrscheinlich zuletzt bei Brommer 1978, S. 15, Abb. 6, wiedergegebenen alten Zeichnung wurde offenbar der obere Teil der Blasebälge mit den Griffleisten vergessen. Dies ist um so bedauerlicher, als gerade diese Zeichnung zur Illustration des Stichwortes „Follis“ in Daremberg/Saglio 1896, Fig. 3132, be-

- nutzt worden war. Wieder einmal zeigt sich, daß die alten Zeichnungen zu technikgeschichtlichen Fragestellungen nicht ausreichen, – vgl. Weisgerber/Roden 1985, S. 20, Anm. 3.
49. Syracus, Museo Nazionale, Inv.-Nr. 23634. Monumenti antichi pubblicati per cura della Reale Accademia dei Lincei 14, 1904, S. 903, Abb. 99; Brommer 1937, S. 216, IV 5.
  50. Gempeler 1969.
  51. Vgl. die Literatur bei Weisgerber 1976.
  52. Weisgerber/Roden 1985, Abb. 16; Brommer 1978, Abb. 28.
  53. Athen, Akropolismuseum, Inv.-Nr. 166.
  54. Ziomecki 1975, S. 147, Nr. 1, mit älterer Literatur; Perrot, G./Chipiez, C.: Histoire de l'art dans l'antiquité, 9, 1911/14, S. 339; Graef-Langlotz 1931, Taf. 6.
  55. Mattusch 1975, S. 267, Taf. 2 b.
  56. Ziomecki 1975, S. 156, Nr. 40, Abb. 22.
  57. Beazley 1962, S. 235 f., Taf. 60.4.
  58. Ziomecki 1975, S. 154, Nr. 29, Abb. 19; eine gute Zeichnung bei Welcker 1851. In den größeren Zusammenhang gestellt durch Pleiner 1969, S. 18 f., Abb. 8.
  59. British Museum, London, Inv.-Nr. B 507.
  60. Staatliche Museen zu Berlin, Antikemuseum, Inv.-Nr. F 2294; Ziomecki 1975, S. 148, Nr. 8, Abb. 23, 24, 37.
  61. Zimmer 1982, S. 35, Taf. 9.
  62. Ebd., S. 8 f., Abb. 2, 9, Taf. 1–5.
  63. Paris, Musée du Louvre, Département des Antiquités grecques et romaines, Inv.-Nr. CA 551; vgl. Jentel, Marie Odile: Corpus Vasorum Antiquorum, Louvre 15 (France, Fascicule 23), S. 7 f., France 977 (Paris 1968).
  64. Rostovtzeff, M., hat in American Journal of Archaeology 41, 1937, S. 90 ff. diese Szene dem Hephaistos zugeschrieben.
  65. Hodges 1970, S. 146 f., Abb. 160 f., hat in dem aufrecht stehenden Mann links neben dem Schachtofen einen Windjungen gesehen, der mit der linken Hand eine Blasebalgapparatur mit einem Hebel betätigt. Dem widerspricht die Darstellung. Jentel, vgl. Anm. 63, S. 7, sah darin jemand, der Brennholz auf der Schulter heranschleppt. Dies ist von der Motorik her richtig gesehen. In einer Schmiedeesse hat man jedoch Holzkohle verwendet.
  66. Ricci 1950; Bérard/Vernant 1984, S. 74, Abb. 74 auf S. 77 unten.
  67. Die Benutzung der Tierbälge in dieser Richtung ist nicht selbstverständlich, es kommt auch der umgekehrte Fall vor, d. h., das Halsende sitzt an der Düse, und die Griffleisten sind am offenen Hinterteil befestigt, – vgl. Weisgerber/Roden 1985, Abb. 21.
  68. Weisgerber/Roden 1985, S. 17 f.
  69. Möglicherweise geben diese die originalen Werkzeuge weniger getreu wieder, als dies bei Darstellungen von Handwerksszenen auf Privatdenkmälern zu erwarten ist, – so z. B. Pietsch 1983, S. 85.
  70. Die Verbindung zwischen den sog. Düsen und dem Fragment von der Akropolis wurde von Benoît 1948 und 1965, S. 194, anhand der Funde von Marseille, Ruscino und Ampurias hergestellt.
  71. Benoît 1965, Taf. 15.2. Andere Formen verfügen über dieses Merkmal durch scheibenähnliche Gestaltung des Innenrandes.
  72. Ebd., Anm. 28.
  73. Buchner 1969, S. 97 f.
  74. Grandjean 1985.
  75. Diese Darstellung erklärt hinreichend die Schmauchspuren an den Innenseiten der Stützen.
  76. Bernabò-Brea 1964, S. 589.
  77. Ebd., S. 657, Taf. 158. 1 f., 170. 7 f.
  78. Lamb/Hutchinson 1932, S. 50, Abb. 18. 2–4.
  79. Blegen/Caskey/Rawson 1953, Abb. 80, Nr. 33.203; 243, Nr. 35.470; 254, Nr. 32.1273.
  80. Zwicker/Greiner/Hofmann/Rheitingner 1985, S. 104, Abb. 7.
  81. Z. B. Andrae 1943, S. 58, Abb. 69, Nr. S 3046.
  82. Jockenhövel 1985.
  83. Unter den weit mehr als einhundert Fundstellen von Blasröhrendüsen befinden sich zwar einige spätmittelzeitliche, die Mehrzahl der Funde datiert jedoch in die Kupfer- und Altbronzezeit.
  84. Dikaïos 1969, S. 231 f.; 253 f.; Taf. 126. 27 f; 153. 30; 155. 27 f.
  85. Tylecote 1981, Abb. 6.
  86. Karageorghis 1982.
  87. Tylecote 1971.
  88. Schaeffer 1949, S. 210, Ab. 87. 1–4.
  89. Yadin 1958, Taf. 118. 6 ff.
  90. Tylecote 1981, Abb. 13.
  91. Beith-Arieh 1985, S. 111, Abb. 13. 3, 8.
  92. Bachmann 1984.
  93. Waldbaum 1983, S. 144, Taf. 55, Nr. 256.
  94. Mallwitz/Schiering 1964, S. 43, Taf. 25, 3; Zimmer 1984, S. 5.
  95. Beith-Arieh 1985, S. 106–111, 114, Abb. 14. Zum Membran-gebläse vgl. zuletzt Davey 1979; ders. 1983.
  96. Bachmann 1984, S. 111 f., Abb. 8. Zweifelsohne dürften sich unter den bei Davey 1979 aufgeführten Funden zahlreiche Objekte anderer Zweckbestimmung befinden.
  97. Ähnliche Ansichten vertreten auch Schwandner/Zimmer 1983, S. 62; Zimmer 1984, S. 5; einschränkend auch Tylecote 1981, S. 117.
  98. Verf. folgen hier weitgehend dem Wortlaut bei Bachmann 1984, S. 115.
  99. So können die überaus zahlreichen west- und mitteleuropäischen Parallelen zu den angesprochenen ostmediterranen Funden teilweise nur über die Analogie der Form als Düsen angesprochen werden.
  100. Verwiesen sei in diesem Zusammenhang nur auf eine der bedeutendsten Fundstätten prähistorischen Gießereiwesens, die Ansiedlung Velem St. Vid. Dazu grundlegend Miske 1908, S. 20, Taf. 21; Foltiny 1958, S. 17, Taf. 6, 3.
  101. Mukherjee 1978, S. 332 f. Die Tiegelöfen von Kharar dienten dem Einschmelzen von Barrenmaterial.
  102. Die Düsen von Olympia wurden nicht vorgebrannt, – vgl. Zimmer 1984, S. 5.
  103. Ebd.
  104. Waldbaum 1983, S. 144, Taf. 55, Nr. 957.
  105. Zur Herstellung von Großbronzen wurden tiefe Gießgruben benötigt. Diese haben sich in der Regel besser erhalten als die zugehörigen Schmelzöfen, wie z. B. in Athen, Korinth oder Olympia, – dazu Mattusch 1977 a; dies. 1977 b; Mallwitz/Schiering 1964, S. 42–46; Zimmer 1984, S. 5.
  106. Brommer 1978, Taf. 16. 2.
  107. Schwandner/Zimmer 1983, S. 57–61.
  108. Bedauerlicherweise wurde dieser Einbau bei der Untersuchung zu spät erkannt und durch den Längsschnitt im westlichen Bereich zerstört, – vgl. ebd., S. 63.
  109. Miller 1977, S. 19 f., Taf. 10 c, 12, b. d. Der Ofen ist halbseitig überwölbt und verfügt in der Wölbung über vier Löcher, die möglicherweise der Aufnahme der Düsen dienten.
  110. Schwandner/Zimmer 1983, Abb. 4; Zimmer 1982, Abb. 7. Die Interpretation der Bearbeiter weicht allerdings von der hier gegebenen deutlich ab. Danach gehören die schlüssellochförmige Ofenanlage und das Ziegelpflaster zu einer älteren und größeren Anlage, die durch Auflufbetrieb gesteuert wurde. Der rechteckige Einbau sei dagegen zu einer späteren Zeit erfolgt, um die Ofengröße einer geringeren Metallmenge anzupassen. Gegen diese Ansicht sprechen folgende Gesichtspunkte: Das Ziegelpflaster und der rechteckige Einbau entsprechen einander in Größe und Orientierung; eine trennende Schicht zwischen Pflaster und Einbau konnte nicht beobachtet werden. Ein stratigraphischer Beleg für eine Zweiphasigkeit liegt also nicht vor. Der Lehmverstrich der äußeren Ofenfassung ist an der dem Feuer zugewandten Innenseite nur gelb bis rötlich verfärbt, der Einbau ist dagegen an seinen Innenseiten rußig verflammt. Eine rußige Verflammung der Ofenfassung wäre aber auch beim Betrieb ohne einen Einbau zu erwarten. Die unterschiedliche Verfüllung des Einbaus und der Ofenanlage kann auch dann nicht überraschen, wenn beide Einheiten gleichzeitig genutzt wurden. Letztlich fehlt jeder Beleg für Düsenöffnungen im Bereich der aufgehenden Ofenwandung.
  111. Sollte es sich bei den Gefäßen auf den Kaminen tatsächlich um Wasserbehälter handeln, so wäre ein vorhergehender Brand oder eine entsprechende Armierung aus statischen Gründen sicherlich notwendig. Zu überlegen bleibt allerdings, ob die Gefäße an ihrer Bodenseite nicht geöffnet waren und damit als Flugstaubkammer und zur Rußgewinnung dienten.
  112. Ein derartiges Verfahren legen die kaiserzeitlichen Eisenverhüttungsplätze zwischen Schleswig-Holstein und dem Heilig-Kreuz-Gebirge in Polen nahe. Daß derartige Formen dann auch noch verziert werden konnten, belegt ein Exemplar aus Belgien, – vgl. Thoen 1977. Ethnographische Parallelen aus Schwarzafrika belegen die Möglichkeit eines solchen Vorgehens.
  113. Dies bedeutet jedoch nicht, daß auch in Zypern und Ugarit mit entsprechenden Gebläsen zu rechnen ist. Zur Klärung bedarf es einer erneuten Untersuchung der sog. Membran-gebläse, insbesondere jener Funde, die, wie das Fundstück von Kommos auf Kreta, in der Nähe des griechischen Festlandes auftreten. Zu Kommos vgl. Shaw 1977, S. 208 f., Taf. 49 b.
  114. Hanfmann/Mierse 1983, Abb. 57, links.
  115. Niemeyer 1983.
  116. So ist die Rekonstruktion des spätbronzezeitlichen Kupferverhüttungsplatzes von Kition durch Zwicker/Greiner/Hofmann/Rheitingner 1985, Abb. 19 b, mit den hier vorgetragenen Überlegungen nicht in Einklang zu bringen.
  117. Weisgerber/Roden 1985, Abb. 11.

## BIBLIOGRAPHIE

- AMBORN, Hermann:  
1976 Die Bedeutung der Kulturen des Niltales für die Eisenproduktion im subsaharischen Afrika, Wiesbaden 1976 (Studien zur Kulturkunde. 39).
- ANDRA, Walter:  
1943 Die Kleinfunde von Sindschirli, Berlin 1943.
- ARIAS, Paolo E./HIRMER, Max:  
1960 Tausend Jahre griechische Vasenkunst, München 1960.
- BACHMANN, Hans-Gert:  
1984 Düsenrohre und Gebläsetöpfe: Keramikfunde aus Metallverarbeitungs-Werkstätten, in: *Boğazköy* 6, 1984, S. 107–115.
- BEAZLEY, J. D.:  
1962 Some Fragments by the Panaitios Painter, in: *American Journal of Archaeology* 66, 1962, S. 235 f., Taf. 60.
- BECKMANN, Johann:  
1783 *Beyträge zur Geschichte der Erfindungen*, Bd. 1, Leipzig 1783.
- BEIT-ARIEH, Itzhaq:  
1985 Serabit El-Khadim: New Metallurgical and Chronological Aspects, in: *Levant* 17, 1985, S. 89–116.
- BENOIT, Fernand:  
1948 Soufflets de forges antiques, in: *Revue des Etudes Anciennes* 50, 1948, S. 305–308.  
1965 *Recherches sur l'hellénisation du Midi de la Gaule, Aix-en-Provence 1965* (Publications des Annales de la Faculté des Lettres. N. S. 43).
- BERNABÒ-BREA, Luigi:  
1964 Poliochni, città preistorica nell' isola di Lemnos, Rom 1964.
- BÉRARD, Claude/VERNANT, Jean Pierre u. a.:  
1984 Die Bilderwelt der Griechen – Schlüssel zu einer „fremden“ Kultur, Mainz 1984 (Kulturgeschichte der antiken Welt, 31).
- BLEGEN, Carl W./CASKEY, John L./RAWSON, Marian:  
1953 *Troy*, Bd. 2, Princeton 1953.
- BROMMER, Frank:  
1937 Die Rückführung des Hephaistos, in: *Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts* 52, 1937, S. 198–219.  
1978 *Hephaistos*, Mainz 1978.
- BUCHNER, Giorgio:  
1969 Mostra degli scavi di Pithecusa, in: *Dialoghi di Archeologia* 3, 1969, S. 85–101.
- BURFORD, A.:  
1972 *Craftsmen in Greek and Roman Society*, Ithaca 1972.
- CLINE, Walter:  
1937 *Mining and Metallurgy in Negro Africa*, Menasha 1937 (General Series in Anthropology. 5).
- CONOPHAGOS, Constantin E.:  
1980 *Le Laurium antique et la technique grecque de la production de l'argent*, Athen 1980.
- DAREMBERG, Ch./SAGLIO, E.:  
1896 *Dictionnaire des Antiquités Grecques et Romaines d'après les Textes et les Monuments*, Bd. 2, Paris 1896.
- DAVEY, Christopher:  
1979 Some Ancient Near East 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. 165–185.
- DIKAIOS, Porphyrios:  
1969 *Enkomi. Excavations 1948–1958*, Bd. 1; 3, a–b, Mainz 1969.
- ELIADE, Mircea:  
1980 *Schmiede und Alchemisten*, 2. Aufl., Stuttgart 1980.
- FOLTINY, Stephan:  
1958 *Velemszentvid, ein urzeitliches Kulturzentrum in Mitteleuropa*, Wien 1958.
- FRISK, Hjalmar:  
1960 *Griechisches etymologisches Wörterbuch*, Bd. 1, Heidelberg 1960.
- GEMPELER, Robert D.:  
1969 Die Schmiede des Hephäst – eine Satyrspielszene des Harrow-Malers, in: *Antike Kunst* 12, 1969, H. 1, S. 16–21.
- GERMAIN, Gabriel:  
1954 *Genèse de l'Odyssee. Le Fantastique et le Sacre*, Paris 1954.
- GOLTZ, Dietlinde:  
1972 *Studien zur Geschichte der Mineralnamen in Pharmazie, Chemie und Medizin von den Anfängen bis Paracelsus*, Wiesbaden 1972 (*Sudhoffs Archiv. Beih.* 14), S. 130–134.
- GRAEF, Botho/LANGLOTZ, Ernst:  
1931 *Die antiken Vasen von der Akropolis zu Athen*, Bd. 2, Berlin 1931.
- GRANDJEAN, Yves:  
1985 *Tuyères ou supports*, in: *Bulletin de Correspondence Hellénique* 109, 1985, S. 265–279.
- HALLEUX, Robert:  
1981 *Les Alchimistes Grécques*, Paris 1981.
- HANFMANN, George M./MIERSE, W. E. (Hrsg.):  
1983 *Sardis from Prehistoric to Roman Times*, Cambridge (Mass./London) 1983.
- HARTWIG, Paul:  
1896 *Une Gigantomachie sur un Canthare de l'Acropole d'Athènes*, in: *Bulletin de la Correspondence Hellénique* 20, 1896, S. 364–373, Taf. VI f.
- HIRSCHBERG, Walter/JANATA, Alfred:  
1980 *Technologie und Ergologie in der Völkerkunde*, Bd. 1, 2. Aufl., Berlin 1980.
- HODGES, Henry:  
1970 *Technology in the Ancient World*, Harmondsworth 1970.
- JENS, Hermann:  
1960 *Mythologisches Lexikon*, München 1960.
- 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 in Kraków, Warszawa 1985*, S. 196–205.
- KARAGEORGHIS, Vassos:  
1982 *Metallurgical Objects acquired by the Cyprus Museum*, in: *Fasti Archaeologici* 30/31, 1982, Nr. 8216.
- KENSE, François:  
1983 *Traditional African Iron Working*, Calgary 1983 (*African Occasional Papers*. 1).
- LAMB, W./HUTCHINSON, R. W.:  
1932 *Excavations at Thermi in Lesbos*, in: *The Annual of the British School at Athens* 30, 1932, S. 1–52.
- LANGLOTZ, Ernst:  
1925 *Die antiken Vasen von der Akropolis zu Athen*, Bd. 1, Berlin 1925.
- LENZ, Harald A.:  
1966 *Mineralogie der alten Griechen und Römer*, Repr. Wiesbaden 1966.
- MALLWITZ, Alfred/SCHIERING, Wolfgang:  
1964 *Die Werkstatt des Pheidias in Olympia*, Berlin 1964 (*Olympische Forschungen*. 5).
- MATTHÄUS, Hartmut:  
1985 *Sifnos im Altertum*, in: *Wagner, Günther A./Weisgerber, Gerd* (Bearb.): *Silber, Blei und Gold auf Sifnos*, Bochum 1985 (*Der Anschnitt. Beih.* 3), S. 17–58.
- MATTUSCH, Carol C.:  
1975 *Casting Techniques of Greek Bronze Sculpture*, Diss. Chapel Hill 1975.  
1977 a *Bronze and Iron Working in the Area of the Athenian Agora*, in: *Hesperia* 46, 1977, S. 340–379.  
1977 b *Corinthian Metalworking: The Forum Area*, in: *ebd.*, S. 380–389.
- MERWE, Nikolaas van der/AVERY, Donald H.:  
1982 *Pathways to Steel*, in: *American Scientist* 70, 1982, S. 146–155.
- MILLER, Stephan G.:  
1977 *Excavations at Nemea*, 1976, in: *Hesperia* 46, 1977, S. 1–26.
- MISKE, Kálmán v.:  
1908 *Die prähistorische Ansiedlung von Velem St. Vid*, Bd. 1: *Beschreibung der Raubbaufunde*, Wien 1908.
- MUKHERJEE, Meera:  
1978 *Metalcrafts of India*, Calcutta 1978.

- MÜLLER, Dietram:  
1974 *Handwerk und Sprache. Die sprachlichen Bilder aus dem Bereich des Handwerks in der griechischen Literatur bis 400 v. Chr., Meisenheim a. Glan 1974 (Beiträge zur klassischen Philologie. 51).*
- NIEMEYER, Hans Georg:  
1983 „Phönizische“ Blasebalgdüsen?, in: *Der Anschnitt* 35, 1983, S. 50–58.
- ODDY, W. A./SWADDLING, Judith:  
1985 *Illustrations of Metalworking Furnaces on Greek Vases*, in: Craddock, Paul T./Hughes, M. J. (Hrsg.): *Furnaces and Smelting Technology in Antiquity*, London 1985 (British Museum Occasional Paper. 48), S. 43–57.
- PETRIKOVITS, Harald von  
1981 a *Die Spezialisierung des römischen Handwerks, I*, in: Jan-kuhn, Herbert/Janssen, Walter u. a. (Hrsg.): *Das Handwerk in vor- und frühgeschichtlicher Zeit*, Göttingen 1981 (Abhandlungen d. Akad. d. Wiss. in Göttingen, phil.-hist. Kl. 3. Folge. 122), S. 63–132.  
1981 b *Die Spezialisierung des römischen Handwerks, II*, in: *Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik* 43, 1981, S. 285–306.
- PIETSCH, Martin:  
1983 *Die römischen Eisenwerkzeuge von Saalburg, Feldberg und Zugmantel*, in: *Saalburg Jahrbuch* 39, 1983, S. 5–132.
- PLEINER, Radomir:  
1969 *Iron Working in Ancient Greece*, Praha 1969.
- RICCI, G.  
Una hydria ionica da Caere, in: *Annuario della Scuola Archeologica di Atene e delle Missioni Italiane in Oriente* 24/26, 1950, S. 47–57.
- ROCHE, François:  
1978 *Travailleurs manuels et artisans du métal dans la Grèce ancienne*, in: *Archeologia* 199, 1978, S. 6–15.
- SCHAEFFER, Claude F. A.:  
1949 *Ugaritica II*, Paris 1949.
- SHAW, Joseph W.:  
1977 *Excavations at Kommas (Crete) during 1976*, in: *Hesperia* 46, 1977, S. 199–240.
- SCHMITZ-CLIEVER, Guido:  
1979 *Schmiede in Westafrika. Ihre soziale Stellung in traditionellen Gesellschaften, Hohenschäftlarn 1979 (Kultur-anthropologische Studien. 4).*
- SCHWANDNER, Ernst/ZIMMER, Gerhard:  
1983 *Zum Problem der Öfen griechischer Bronze gießer*, in: *Archäologischer Anzeiger* 1983, S. 57–79.
- THOEN, A.:  
1977 *L'industrie metallurgique*, in: *Les dossiers de l'archéologie* 21, März–April 1977, S. 52 f.
- TYLECOTE, Ronald F.:  
1971 *Observations on Cypriot Copper Smelting*, in: *Report of the Department of Antiquities, Cyprus 1971*, S. 53–58.  
1981 *From Pot Bellows to Tuyères*, in: *Levant* 13, 1981, S. 107–118.
- WAGNER, Günther A./WEISGERBER, Gerd (Bearb.):  
1985 *Silber, Blei und Gold auf Sifnos. Prähistorische und antike Metallproduktion*, Bochum 1985 (Der Anschnitt. Beih. 3; Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum. 31).
- WALDBAUM, Jane C.:  
1983 *Metalwork from Sardis: the Finds through 1974*, Cambridge (Mass.)/London 1983 (Archaeological Explorations of Sardis. Monograph 8).
- WEISGERBER, Gerd:  
1976 *Zu den Bergbau-Darstellungen der korinthischen Tontäfelchen*, in: *Der Anschnitt* 28, 1976, S. 38–49.
- WEISGERBER, Gerd/RODEN, Christoph:  
1985 *Römische Schmiedeszenen und ihre Gebläse*, in: ebd. 37, 1985, S. 2–21.
- WELCKER, F. G.:  
1851 *Alte Denkmäler*, Bd. 3, Göttingen 1851.
- WILSDORF, Helmut:  
1977 *Die architektonische Rekonstruktion antiker Produktionsanlagen für Bergbau und Hüttenwesen*, in: *Klio* 59, 1977, S. 11–24.
- WULFF, Hans E.:  
1966 *The Traditional Crafts of Persia*, Cambridge (Mass.)/London 1966.
- YADIN, Yigael:  
1958 *Hazor I*, Jerusalem 1958.
- ZIMMER, Gerhard:  
1982 *Antike Werkstattbilder*, Berlin 1982.  
1984 *Antike Werkstattbilder. Wandtexte der Sonderausstellung im Antikenmuseum Berlin*, 8. 9.–28. 10. 1984, Berlin 1984.  
1985 *Schriftquellen zum antiken Bronzegieß*, in: Born, Hermann (Hrsg.): *Archäologische Bronzen – Antike Kunst – Moderne Technik*, Berlin 1985.
- ZIOMECKI, Julius:  
1975 *Les Représentations d'artisans sur les vases antiques*, Wrocław/Warszawa/Kraków/Gdansk 1975 (Bibliotheca Antiqua. 13).
- 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: Craddock, Paul T./Hughes, M. J. (Hrsg.): *Furnaces and Smelting Technology in Antiquity*, London 1985 (British Museum Occasional Paper. 48), S. 103–115.

Für die Überlassung von Fotos möchten die Verfasser ihren herzlichen Dank sagen an G. Zimmer (Berlin), die Museen in London, Oxford, Paris und Wien sowie den Hirmer Verlag in München.

Die Übersetzung der griechischen Texte lag in den Händen von Michael Goldmann (Mülheim/Ruhr).

Für die Anfertigung der Reproduktionen sei Thea Mundt und Ulrike Frohne im Deutschen Bergbau-Museum gedankt.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Gerd Weisgerber

Christoph Roden

Deutsches Bergbau-Museum Bochum

Am Bergbaumuseum 28

D-4630 Bochum 1