I. Abhandlungen

Über Eisen im Altertum

Von Otto Olshausen

In der nachfolgenden Abhandlung soll die Frage erörtert werden, ob man im Altertum und bei den primitiven Verfahren der Naturvölker, die man damals jedenfalls anwandte, geschmolzenes Eisen erhielt. Ich bestreite dies, solange nicht wirkliche Beweise für das Gegenteil erbracht werden. Ich unterscheide aber

Ausgeschmolzenes Eisen und Geschmolzenes Eisen.

In der Diskussion zu meinem Vortrage über Eisen in vorgeschichtlicher Zeit, namentlich über die in Tarxdorf gefundenen zahlreichen Öfen, Z. f. E. 1909, S. 60 f., sagte Herr Krause: „Herr O. will nicht zugeben, dass ein Schmelzprozess stattgefunden hat“. Das ist natürlich ganz unrichtig; man muss aber unterscheiden zwischen *ausgeschmolzen*, d. h. durch einen Schmelzprozess gewonnen (auf Englisch *smelted*), und *geschmolzen*, d. h. selbst verflüssigt (*melted*, *molten*). In Websters „Dictionary of the English language“ finde ich: *to smelt* = *to melt or fuse, as ore (Erz) for the purpose of separating the metal from extraneous substances*. Dagegen ist *to melt* = *to reduce from a solid to a liquid state by heat, to liquefy*. So sagt Roscoe: *the ore was melted. The next day the smelted iron was dug from the pit. (The Baganda, 1911, S. 381.)* Das Eisen ist *smelted*, weil bei der Gewinnung das Erz schmilzt und die Schlacke flüssig wird, aber es ist nicht *melted* oder *molten*, da es selbst nicht schmilzt bei den niederen Temperaturen jener Öfen. Die reduzierten Eisenteilchen sind nur zusammengebacken, aneinander gefrittet oder geschweisst, zum Teil durch den Druck der Kohlen und des Erzes; dass sie oft tropfenförmig erscheinen, darf darüber nicht täuschen. Das schon bei der Gewinnung geschmolzene Eisen ist hochgekohlt und nicht schmiedbar, während das Eisen der primitiven Prozesse ausnahmslos geschmiedet wird. Das Eisen ist nur in geringem Grade gekohlt; bisweilen wird allerdings soviel Kohle aufgenommen, dass Stahl entsteht, zum Schmelzen kommt es dabei jedoch noch nicht. Nicht einmal der leicht reduzierbare Raseneisenstein, der in den primitiven Prozessen vorzugsweise verarbeitet wurde, weil er sich vielfach oberflächlich findet, liefert geschmolzenes Eisen, wie schon Russegger etwa 1840 bemerkte, der von dem im nördlichen Kordofan aus Raseneisenstein ge-

wonnenem Eisen sagt, das Produkt ist teigig, nicht geflossen (Beck, Gesch. d. E., S. 98 f.). Bei Cameron heisst es ferner 1877: After smelting the iron is worked by blacksmiths, während, wenn es geschmolzen wäre, erst ein Frischprozess zur teilweisen Entkohlung damit vorgenommen werden müsste (Across Africa, 1877, 372. Die deutsche Übersetzung: Quer durch Afrika, Lpz. 1877, Teil 1, S. 320, ist falsch). Desgleichen berichtet Frank Read 1902 über Iron-smelting and native blacksmithing (schmieden) in Ondulu county, Angola (Journal of the African Soc. London, No. 5, p. 44 ff.). Ebenso beschreibt Bellamy 1908 ein westafrikanisches smelting house, dessen Erzeugnis, das smelted metal, an die Schmiede verkauft wurde (Journ. Afric. Soc. 8, 92).

Wahrscheinlich ist nicht genügende Kenntnis des Englischen der Grund gewesen, weshalb deutsche Autoren glaubten, hier werde von geschmolzenem Eisen gesprochen. Aber auch sonst wird der falsche Ausdruck gebraucht, obgleich man hinzusetzt: das Eisen wird geschmiedet; so von Stuhlmann (Mit Emin Pascha, Berlin 1894, S. 117); ferner von R. Kandt, Z. f. E. 1904, 360; Passarge (Adamaua, Berlin 1895, 246). In der Erörterung über diese letztere Arbeit hat sich Herr v. Lusch an leider lebhaft für den Ausdruck „geschmolzen“ ausgesprochen, wiewohl durch Hinzufügen der kleinen Silbe „aus“ die Sache so leicht korrekt erledigt worden wäre.

Auch die Bezeichnung „Roheisen“ sollte man auf die Erzeugnisse der Naturvölker nicht anwenden. Die Luppe, d. h. die bei diesem Verfahren gewonnene Eisenmasse, ist wohl ein rohes Stück Eisen, weil sie noch nicht eine bestimmte Form erhalten hat, und wurde auch im Mittelalter Roheisen genannt (Johannsen, im Correspond.-Blatt des Gesamtvereins der deutschen Gesch.- und Altert.-Vereine 60 [1912] Spalte 129), heute jedoch versteht man unter Roheisen ausschliesslich das hochgekohlte, im flüssigen Zustande direkt aus den Erzen gewonnene, nicht ohne vorhergegangene teilweise Entkohlung schmiedbare Eisen. Da aber die Ethnologie im wesentlichen eine neue Wissenschaft ist, können wir uns doch nicht auf den Standpunkt des Mittelalters stellen; auch die Bezeichnung Hochofen für die primitiven Eisengewinnungs-Öfen in alter Zeit ist durchaus zu verwerfen, wie hier gleich mit erörtert werden soll.

Der Hochofen

Die Bezeichnung eines Ofens als Hochofen deutet unzweifelhaft an, dass er höher ist, als andere Öfen, die vorher in Gebrauch waren. Ihm voran gingen die Stucköfen von 3,75 bis etwas über 4 m Höhe; sie waren also auch schon höher, als die meisten Öfen der Naturvölker, die man nicht Hochofen nennen sollte, da dies leicht zu Missverständnissen führen kann; besser sagt man „Schachtofen“, da ja der Mauerring, welcher bei ihnen am Rande einer Grube steht, stets einen Schacht bildet, wenn auch einen von nur geringer Tiefe. Aus den Stucköfen, oder wie sie auch noch hiessen, den Wolfs- oder Blauöfen (Plaaöfen),¹⁾ erhielt man im allgemeinen

1) Nach Beck abgeleitet von plaa = to blow.

noch schmiedbare Luppen. Die Steigerung der Höhe der Öfen war durch die Benutzung der Wasserkraft zur Bewegung der Blasebälge gegeben, die spätestens Ende des 14. Jahrhunderts begann, nach Johannsen sogar wahrscheinlich schon früher. Die Bildung von Roheisen, d. h. im flüssigen Zustande gewonnenem, nicht schmiedbarem Eisen war aber zunächst eine zufällige und seine Natur wurde anfangs verkannt.

Soviel man weiss, standen die ältesten Hochöfen im Siegerlande in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts; sie wurden 3 bis 4 Wochen hintereinander betrieben. Im allgemeinen ist unsere Kenntnis von den ersten Hochöfen gering; man hat noch keine Beschreibung des ja eng mit den Hochöfen zusammenhängenden Eisengusses aus dem 15. Jahrhundert, aber gegossen hat man nach Johannsen wahrscheinlich schon im 14. Jahrhundert.

Es gehört aber, um Hochofen benannt zu werden, noch etwas anderes, als die Höhe, nämlich der kontinuierliche Betrieb, Tag und Nacht hindurch, auf Monate und Jahre. Es muss ein beständiges Nachfüllen von Erz und Kohle stattfinden, damit dies ermöglicht wird. Ein Hochofen ist also ein Gebläseschachtofen mit kontinuierlichem Betriebe.

Was soll man nun dazu sagen, wenn Herr v. Lusch an sogar einen Ofen, der nur $\frac{3}{4}$ m misst, einen Hochofen nennt und dies noch verstärkt, indem er sagt „ein typischer Hochofen“ (Z. f. E. 1909, 46). Solche ungenauen Ausdrücke können nur verwirren; man muss bedenken, dass es auch Leute gibt, die sich noch wenig mit solchen Dingen beschäftigt haben, denen aber das Verständnis erschwert wird durch den Gebrauch solcher willkürlichen Benennungen. So sagt Arriens, ein Maler, der Frobenius auf seiner Innerarfrika-Expedition begleitete, „In den primitiven Schmelzöfen, richtiger gesagt Hochöfen, wird das Eisen lediglich als Luppe gewonnen“. (Stein der Weisen, Berlin, Heft 22, 1914, S. 4—6.) Wahrscheinlich schrieb er dies unter dem Einfluss v. Luschans. Andere drücken sich vorsichtiger aus, so Stuhlmann, der schreibt: „Es entsteht eine Art Hochofen (Schachtofen, Windofen), der bis 2 m hoch sein kann“ (Handwerk und Industrie in Ostafrika, Hamburg 1910, S. 51); aber ein Hochofen von höchstens 2 m Höhe bleibt immer ein Unding.

Am besten bezeichnet man alle Öfen zur Eisengewinnung, die nicht wirkliche Hochöfen sind, einfach als Eisenöfen, worunter nur wenige einen eisernen Ofen verstehen werden. Man sagt ja auch „Eisenhammer“, ein Werk zur Bearbeitung von Eisen, nicht ein eiserner Hammer, obgleich darin mit solchem gearbeitet wird. Ebenso sagt man Zinkhütte, Bleihütte für die Werke, in denen diese Metalle gewonnen werden; Kalkofen, ein Ofen zum Brennen von Kalk. Freilich meint Kachelofen einen Ofen aus Kacheln, aber dieser Gebrauch steht vereinzelt da.

Manche alte Schriftsteller haben das Schmelzen der Erze und das Ausschmelzen des Eisens scheinbar ganz richtig erfasst, so Diodor, wenn er in seiner *Βιβλιοθήκη ιστορικὴ* V 13 schrieb: οἱ ταῖς ἐργασίας προσεδρεύοντες

κόπτουσι τὴν πέτραν καὶ τοὺς τμηθέντας λίθους καίουσιν ἐν τοῖς ἱφιόστειροις καμίνους· ἐν δὲ ταύταις τῷ πλήθει τοῦ πυρὸς τήνοντες τοὺς λίθους καταμερίζουσιν εἰς μεγάλα σύμμετρα, παραπλήσια ταῖς ἰδέαις μεγάλους σπόγγους. (Die der Arbeit Vorstehenden zerschlagen den Fels und brennen die Gesteinstücke in gewissen kunstreichen Öfen. Die bei der Stärke des Feuers schmelzenden Gesteine zerteilen sie in gleich grosse Stücke, die wie grosse Schwämme aussehen.) Diese letztere Behauptung, dass die geschmolzenen Gesteine in schwammähnliche Stücke geteilt werden, ist freilich irrtümlich, da es sich hierbei schon um die ausgebrachten Luppen des Eisens selbst handelt.

Auch Plinius konnte schreiben: *Fornacium magna differentia est, nucleusque quidam ferri excoquitur in iis ad indurandam aciem.* (Unter den Öfen gibt es sehr verschiedene, und es wird in ihnen ein gewisses Kerneisen ausgeschmolzen, damit die Schneiden zu härten [nat. hist. 34, 144].) Wenn er aber nat. hist. 33, 94 schreibt: *pineis optume lignis aes ferrumque funditur*, mit Fichtenholz (oder Fichtenholzkohle)¹⁾ wird Kupfer (Bronze) und Eisen am besten geschmolzen, so ist dies bezüglich des Eisens vielleicht nur eine Ungenauigkeit, sonst müsste ja geschmolzenes Eisen etwas ganz Gewöhnliches gewesen sein. Vermutlich meint aber Plinius hier überhaupt nicht „verflüssigen“, sondern „aus-schmelzen“ aus den Erzen, denn *fundere* hat auch die Bedeutung „hervorbringen“, „machen“, „spenden“; es sagt z. B. Cicero in seiner Schrift *de natura deorum* 2, 62, 156: *Terra feta frugibus et vario leguminum genere, quae cum maxuma largitate fundit, ea ferarumne an hominum causa gignere videtur?* „Scheint nicht die Erde, die Baum- und Hülsenfrüchte verschiedener Art erzeugt, indem sie diese mit der grössten Freigebigkeit spendet, sie der Tiere und Menschen wegen hervorzubringen?“ — Ferner heisst es in seiner Abhandlung *de senectute* 15, 51, dass eine Pflanze nach vorhergegangener Befruchtung usw. *fundit frugem spici ordine structam*, eine Frucht hervorbringt, welche nach Art der Ähren gebildet ist. — Weiter in den *Tusculanae disputationes* 5, 13, 37: *fundere flores aut fruges aut bacas*, Blumen oder Früchte oder Beeren hervorbringen. Rein dichterische Ergüsse können natürlich die von mir vertretene Auffassung nicht widerlegen, so wenn es bei Vergil *Aeneis* 8, 445—6 von der Werkstatt der Cyklopen heisst: *fluit aes ravis aurique metallum, voluificusque chalybs vasta fornace liquescit*. „Erz fliesst und Metall des Goldes in Bächen und der verwundende Stahl im gewaltigen Ofen zerrinnet.“ (J. H. Voss.)

Ich beschränke mich darauf, einige wenige Stellen genauer zu besprechen, und beginne mit der ältesten, bei

Hom er

1. Nach *Ilias* 23, 826—35 setzte Achill bei den Leichenspielen um Patroklos als Kampfpreis unter andern auch einen eisernen *σόλον*

¹⁾ So Blümmers Auffassung IV 215, Note 1.

αὐτοχόωνος aus, über dessen Natur schon viel geschrieben ist, ohne dass indes eine völlig befriedigende Aufklärung erfolgte. Die Stelle lautet nach der Ausgabe von Dindorf-Hentze, Leipzig, Teubner, 1886:

826. αὐτὰρ Πηλεΐδης θῆκεν σόλον αὐτοχόωνον,
 ὃν πρὶν μὲν ὤπτασκε μέγα σθένος Ἥκτωρος·
 ἀλλ' ἦ τοι τὸν ἔπερνε ποδάρχης δῖος Ἀχιλλεύς.
 τὸν δ' ἄγει' ἐν νήεσσι σὺν ἄλλοισι κτεάτεσσιν.
 830. σιῇ δ' ὀρβῆς καὶ μῦθον ἐν Ἀργείοισιν ἔειπεν·
 „ὄρνυσθ', οἳ καὶ τοῖτον ἀέθλον περιήρασθε·
 εἴ οἱ καὶ μάλα πολλὸν ἀπόπροθι πῖνες ἀγροί,
 ἔξει μιν καὶ πέντε περιπλομένους ἐνιαυτοὺς
 χρεώμενος· οὐ μὲν γάρ οἱ ἀτεμβόμενός γε σιδήρεον
 835. ποιμήν· οὐδ' ἀροτῆς εἷς ἐς πόλιν, ἀλλὰ παρῆξει.“

J. H. Voss übersetzte wie folgt: Jetzt trug der Peleide die rohgeformte Kugel, welche vordem oft warf des Eetion mächtige Stärke; aber jenen erschlug der muthige Renner Achilleus, und er entführt in Schiffen mit anderer Habe die Kugel.¹⁾ Aufrecht stand der Peleid' und redete vor den Argeiern: „Hebt euch, welchen gefällt auch diesen Kampf zu versuchen! Wenn ihm fern auch reicht das Gebiet fruchttragender Aecker, hieran hat er zu fünf umrollender Jahre Vollendung, was er gebraucht: denn es darf niemals aus Mangel des Eisens weder Hirt noch Pflüger zur Stadt geh'n, sondern er beut ihm.“

Die roh geformte Kugel soll der *σόλος αὐτοχόωνος* sein. Das Wort *σόλος* kommt dann im weiteren Verlauf der Erzählung noch zweimal vor, in Vers 839 und 844, aber ohne den Zusatz *αὐτοχόωνος*. Beide Stellen geben jedoch Aufklärung über die Art des Wettkampfes, dem der *σόλος* diene; Epeios schwang ihn im Wirbel (*δινήσας*, von *δινέω*, herumwirbeln, herumschwingen), warf aber ohne Erfolg, andere waren glücklicher, doch Polypoetes übertraf sie alle, und seine Freunde trugen den *σόλος* als Preis zu seinen Schiffen. Eetion mag ihn einst bei Übungen im Werfen verwendet haben.

Der Umstand, daß nach Homer der glückliche Sieger, dem der *σόλος* als Eigentum zufällt, seinen Hirt und Pflüger auf lange Zeit mit Eisen würde versehen können, erregte Bedenken bei dem um 215–143 v. Chr. lebenden griechischen Grammatiker Aristarchos von Samothrake, welcher einer Randbemerkung, sog. Scholie, in dem als Codex Venetus B bezeichneten alten Manuskript der Ilias zufolge, das Wort *χόωνος* als „gegossen“ oder „geschmolzen“ auffasste²⁾ und dem-

1) Vgl. Ilias I 366–67; VI 396–97, 414–16.

2) Beide Übersetzungen sind möglich; dies mögen einige Stellen aus Diodor, Strabo und Pausanias zeigen.

Diodor, in der zweiten Hälfte des 1. Jahrh. v. Chr., schreibt V 35, 3: Bei einem Waldbrande in den Pyrenäen seien *χωρεσθέρσης τῆς γήρας* . . . *ῥύακας γενέσθαι πολλοὺς ἀργύρου καθαροῦ*, d. h. indem das natürliche Erz schmolz, viele Blöcke reinen Silbers entstanden. — Ferner XVI 45, 6: Nach einem Brande von Sidon wurde *διὰ τὴν εὐδαίμονιαν τῶν ἐνφορηκότων ἐνέβη πολλὸς ἀργυρὸς τε καὶ χρυσός ἐκ τοῦ πυρὸς κίχωνεμύνης*, d. h.

gegenüber behauptete *σίδηρος οὐ χωνεύεται*, Eisen wird nicht gegossen (oder schmilzt nicht), deshalb müsse der *σόλος* kupfern gewesen sein. Wir kommen hierauf zurück. Jedenfalls war aber dieser *σόλος* ein Metall. —

Bei andern Schriftstellern findet sich das Wort *σόλος* nur selten; mir sind drei bekannt, nämlich nach ihrer Zeitstellung geordnet: Apollonios Rhodios, geb. um 294 v. Chr., Nikandros aus Kolophōn um 150 v. Chr. und Nonnos aus Panopolis in Ägypten, im 5. Jahrh. n. Chr.

2. Apollonios, *Argonautika* III, Vers 1362—73. Unter den Aufgaben, welche Jason zu lösen hatte, wenn König Aietes von Kolchis ihm das goldne Vliess überlassen sollte, war eine die Bekämpfung ge-

wegen der Wohlhabenheit der Einwohner ist Silber und Gold, im Feuer geschmolzen, gefunden.

Strabo, 66 v. Chr. bis 24 n. Chr., berichtet (auf S. 148 der Ausgabe von Casaubon), wo von der Silbergewinnung bei Neu-Karchädōn (Cartagena) in Spanien durch wiederholtes Reinigen des Erzes die Rede ist: *Πολύβιος φησι τὴν πέμπτην ὑπόστασιν χωνευσθεῖσαν.. καθαρόν τὸν ἄργυρον ἐξάγειν*. Polybios sagt, der fünfte Rückstand gebe, geschmolzen, das reine Silber.

Pausanias dagegen, im 2. Jahrh. n. Chr., braucht *χωνεῦν* im Sinne von „giessen“ so VIII, 14, 8: *διέχεαν δὲ χαλκὸν πρῶτοι καὶ ἀγάλματα ἐχωνεύσαντο* 'Ροῖκός τε Φιλαῖον καὶ Θεόδωρος Τηλεκλέους Σάμιοι. „Erz geschmolzen und Statuen (daraus) gegossen haben zuerst Rhökus des Philaeus und Theodoros, des Telekles Sohn, die Samier.“ X 38, 6: *ἐδήλωσα δὲ ἐν τοῖς προτέροις τοῦ λόγου Σαμίους* 'Ροῖκον Φιλαῖον καὶ Θεόδωρον Τηλεκλέους εἶναι τοὺς εἰδόντας χαλκὸν ἐς τὸ ἀκριβέστατον τῆξαι καὶ ἐχώνευσαν οὗτοι πρῶτοι. „Ich habe früher in meiner Schrift gezeigt, dass die Samier Rhökus des Philaeus und Theodoros des Telekles Sohn es gewesen seien, welche erfanden, Erz aufs kunstgerechteste zu schmelzen; auch gegossen haben diese zuerst.“ — (Ausgabe von F. Spiro, Leipzig 1903.)

Aber Pausanias scheint für „giessen“ auch das Wort *διαχέειν* gebraucht zu haben, welches an der ersten seiner Stellen „schmelzen machen“ bedeutete. Denn nachdem er IX 41, 1 erzählt, die Lykier in Pátara zeigten im Apollotempel einen ehernen Mischkrug, den sie für ein Werk des Hephaestus ausgaben, fährt er fort: *καὶ σφᾶς, ὡς γε εἰκός, λέληθε Θεόδωρον καὶ* 'Ροῖκον Σαμίους εἶναι τοὺς διαχέαντες χαλκὸν πρῶτους. „Und sie vergessen wahrscheinlich, dass Th. und Rh., die Samier, diejenigen seien, welche zuerst Erz gossen.“ Denn da es sich hier um ein fertiges Gefäss (*κρατὴρ*) handelt, kann nicht bloss vom Schmelzen der Metalle die Rede sein.

Diese letztere Stelle möchte ich benutzen, um einen Vorschlag bezüglich der Übersetzung des Wortes *χαλκός* zu machen. Es wird ja häufig durch Erz wiedergegeben, wie es auch hier geschehen. Aber unter Erz versteht man heute im Bergwesen und in der Metallurgie ausschliesslich Gesteine oder Mineralien, aus welchen Metalle gewonnen werden. Man sollte also das Wort für ein Metall oder eine Metallegierung vermeiden. Da es aber für die frühen Zeiten des Altertums vielfach unsicher ist, ob ein Schriftsteller unter *χαλκός* Kupfer oder dessen Zinnlegierung, Bronze, meinte, also ein dehnbarer Ausdruck am Platze sein würde, so schlage ich vor, „Braunmetall“ zu sagen, das sowohl Kupfer als Bronze bezeichnen könnte. Das Wort Rotmetall ist zu vermeiden, weil man darunter ein Messing mit sehr hohem Kupfergehalt versteht. Bronze aber, mit hohem Kupfergehalt, wie sie im Altertum üblich war, kann man wohl braun nennen und ebenso das Kupfer selbst, obgleich dieses meist als rot bezeichnet wird, so auch einmal in der Ilias IX 365 *χαλκός ἐρυθρός*. Aber der rötliche Schein des Kupfers beruht im wesentlichen auf einer oberflächlichen Bildung von Kupferoxydul; das frisch angefeilte Metall ist doch mehr braun, und jedenfalls würde „Braunmetall“ nicht der Auffassung eines Lesers vorgreifen, ob Kupfer oder Bronze gemeint sei.

harnischer, aus einer Saat von Drachenzähnen hervorgewachsener Männer. Medea unterstützte ihn hierbei mit ihrem Rat. Die Stelle lautet nach der Ausgabe von R. Merkel, Leipzig 1905: Ἰήσων | μνήσατο Μηδείης πολυκερδέος ἐννεσιῶων, | λάξετο δ' ἐκ πεδίοιο μέγαν περιηγέα πέτρον | δεινὸν Ἐνναλίου σόλον Ἄρεος· οὐ κέ μιν ἄνδρες | αἰζηοὶ πίσυρες γαίης ἀπο τυτθὸν ἄειραν. | τὸν δ' ἄνα χεῖρα λαβὼν μάλα τηλόθεν ἔμβαλε μέσσοις | αἶξας αὐτὸς δ' ὑφ' ἑὸν σάκος ἔξετο λάθρῃ | θαρσαλέως. Κόλχοι δὲ μέγ' ἴαχον, ὥς ὅτε πόντος | ἴαχεν δ'ξεῖσιν ἐπιβρομέων σπιλάδεσσιν. | τὸν δ' ἔλεν ἀμφασὴν ῥιπῇ στιβαροῖο σόλοιο, | ¹³⁷² Αἰήτην.

Willmann übersetzte (Köln 1832) Vers 1363—71: Aber Jason | war der Ermahnung gedenk der belistungenreichen Medeia. | Schleunig entraf't er dem Boden anjetzt den gerundeten Feldstein, | schreckliche Kugel des Ares, des streitbaren; nimmer erhöhen | ihn vier Männer von Kraft um ein Weniges über die Erde. | Diesen ergriff er und schleudert' ihn fern in die Mitte der Riesen, | stark vorspringend, und stand, von dem eigenen Schilde verborgen, | kühneres Muth's. Wild brausten die Kolchier, wie wenn die Meerflut | lautes Gebrülls an dem Felsengeklipp aufbrandend zurückbraust. | Staunen ergriff den Aietes beim Schwung der gewaltigen Kugel. |

Was auch hier wieder mit „Kugel“ gegeben ist, der σόλος, war ja aber nur ein gemeiner, wenn auch vielleicht der bessern Handhabung wegen ausgesuchter, rundlicher Feldstein, nicht ein Metall. Sehr wichtig ist auch, dass solcher σόλος als gewöhnliche Angriffswaffe des Ares im Schlachtgetümmel hingestellt wird. Denn dies bedeutet das Beiwort Ἐνναλίου des Ares, das von Willmann mit „streitbar“ wiedergegeben ist. Die Göttin Ἐνώ ist die Personifikation des mörderischen Schlachtgetümmels. In der Ilias V 592—3 heisst es: . . ἦρχε δ' ἄρα σφιν Ἄρης καὶ πότνι Ἐνώ, | ἥ μὲν ἔχουσα κυδοιμὸν ἀνειδέα δημοτῆτος. „Dort ging Ares voran und die grause Enyo, sie vom Getümmel umtobt und unermesslichem Aufruhr.“ Da ist nicht daran zu denken, dass Ares immer wieder wohlgeformte Wurfgeschosse zur Hand hatte, sondern er wird eben Steine, wie er sie am Boden fand, aufgelesen und geworfen haben.

3. In Nikanders Schrift *Θηριακά*, d. i. „Mittel gegen den Biss giftiger Tiere“, werden Vers 902—6 verschiedene solche Mittel aufgeführt, die man anwenden soll, u. a. die Frucht einer Pflanze, die benannt wurde nach dem viel beweinten Hyakinthos (Sohn des lakedämonischen Königs Amyklas und der Nympe Dioméde), den Phoebus betrauerte, als er unabsichtlich den Knaben getötet hatte, da er am amyklaeischen Flusse [d. i. am Eurotas] den Jüngling durch einen Wurf traf, indem der Solos, von einem Felsen abspringend, ihm auf die Schläfe fiel und die zarte Schädeldecke wegriss. — Die Stelle lautet nach der Ausgabe von O. Schneider, Leipzig 1856, Vers 901—6: καρπὸν τε πολυθρήνον ὑακίνθου, | δὴ Φοῖβος θρήνησεν, ἐπεὶ ᾧ ἀκούσιος ἔκτα | παῖδα βαλὼν προπάροικεν Ἀμυκλαῖον ποταμοῖο | προνήβην Ὑάκινθον, ἐπεὶ σόλος ἔμπεσε κύρῳ | πέτρον ἀφαλλόμενος, νέατον δ' ἦραξε κάλυμμα.

Über Stoff und Form des Solos erfahren wir also nichts, aber es ist bemerkenswert, dass auch hier mit dem Solos geworfen wurde.

4. Bei Nonnos heisst es in seinem Werke *Διονυσιακά* nach der Rezension von Koechly, Leipzig 1858:

lib. 37, vers. 667—8: *Καὶ σόλον αὐτοχόωνον ἄγων ἐπέθηκεν ἄγωνι | δοκοβόλους Διόνυσος ἀκοντιστήρας ἐπείγων.*

673—74: *Ὅρθωνθεὶς δ' ἀνὰ μέσσον ἐγερσινὼρ ῥάπο φωνῇ. | „οὔτως ἄγων ἐπιδίσκον ἀεθλητήρας ἐπείγει.“*

679: *Καὶ σόλον εὐδίνητον ἐλὼν, ἔξδυσε Μελισσεύς.*

„Und Dionysos, den Solos autochoonos bringend, legte ihn auf den Kampfplatz, die diskoswerfenden Schleuderer ermunternd. Sich mitten hinstellend, rief er mit lauter Stimme „dieser Wettstreit treibt (oder führt) die Kämpfer zum Diskos [was wohl meint „er verheisst ihnen den Diskos als Siegespreis“]. Und den wohlgedrechselten Solos ergreifend, schleuderte ihn Melisseus.“

Hier finden wir also Übereinstimmung mit Homer, insofern der *σόλος* das Beiwort *αὐτοχόωνος* erhält und vielleicht auch selbst als Preis ausgesetzt wird; denn es handelt sich auch hier, wie bei Homer, um Wettkämpfe zu Ehren eines Verstorbenen, nämlich des Knaben Opheltos (Sohnes des Königs Lykurgos in der Gegend von Nemea), der während des Zuges der sieben Fürsten gegen Theben von einer Schlange getötet war. Offenbar ist die Bezeichnung *σ. α.* einfach aus dem Homer übernommen. Aber ganz neu sind die diskoswerfenden Kämpfer, sowie die Bezeichnung des *σόλος* als *δίσκος* und sein Beiwort „wohlgedrechselt“, das mit dem *αὐτοχόωνος* direkt in Widerspruch steht, wie wir aus den Scholien der alten Erklärer sehen werden, zu denen wir uns jetzt wenden.

Die Scholien

Von den Randbemerkungen, welche die alten Grammatiker (Scholiasten) zu den Werken der Schriftsteller machten, geben wir hier die für uns wichtigsten zur Ilias und zu Nikanders Theriaca wieder.

Bei Apollonios ist alles so klar, dass ein gleiches Vorgehen sich erübrigt, und die Dichtung des Nonnos trägt so sehr das Gepräge einer späten Zeit, dass sie die Natur des *σόλος αὐτοχόωνος* unmöglich aufklären kann.

1. Wir folgen bei den griechischen Scholien zur Ilias der Ausgabe von Dindorf, betitelt: *Scholia graeca in Homeri Iliadem*. Hier heisst es in Tom. IV, Oxonii (Lipsiae) 1877, von Dindorf, p. 330, nach dem Codex Venetus B (453 Marciani), zu Ilias 23, 826:

σόλον] ὥσπερ τοῖς μονομαχοῦσιν ὅπλα, οὕτω καὶ τοῖς δισκειύουσιν τὸν δίσκον τίθησι. . . . ὁ δὲ νικήσας εἶχε τὸν σόλον· σόλος δὲ παρὰ τὸ ὄλος εἶναι, ὃ ἐστὶ περιφερής, καὶ αὐτοχόωνος ὁ καθ' ἑαυτὸν κεχωνευμένος καὶ μηδὲν ἔχων ἐπέισακτον· ὁ δὲ Ἀρίσταρχος φησιν, ὅτι χαλκοῦς ἦν· ὁ γὰρ σίδηρος οὐ χωνεύεται· ὅταν δὲ εἴπῃ „ἀτεμβόμενος σιδήρου ποιμήν“, σημαίνει ὥς ἀλλάξει τοῦ χαλκοῦ τὸν

οἰδηρον. ὁ δὲ δίσκος λίθος ἦν κυκλωτερός, μέσον ἔχων ὀπήν ἐξ ἧς ἐχάλων καλωῶδιον πρὸς τὸ μεταωρίζοντας βάλλειν. καὶ ἐν Ὀδυσσεΐᾳ (8, 190) „βρόμβησε δὲ λίθος“.

„Wie den Einzelkämpfern Waffen, so setzt er auch den Diskoswerfern den Diskos (als Preis) aus, und der Sieger gewann den Solos. Solos aber (heisst er) von dem ganz (ungeteilt) sein, er ist rund, und autochthōnos ist der von sich selbst im Guss entstandene und keine fremde (äussere) Einwirkung an sich habende. Aristarch aber sagt, dass er kupfern war, denn Eisen schmilzt nicht (oder: wird nicht gegossen). Wenn es aber heisst „der des Eisens verlustig gegangene Hirt“, so sagt das soviel wie „eintauschen von Eisen um Kupfer“. Der Diskos dagegen war ein kreisrunder Stein mit einem Loch in der Mitte, aus welchem man einen Strick fahren liess zum Werfen durch die Schleuderer. Auch in der Odyssee (8, 190) heisst es „hin sauste der Stein“.

Etwas abweichend sind die Scholien des Codex Townleyani (gewöhnlich Victorianus genannt). Diese veröffentlichte E. Maass 1888 als Band VI des Dindorfschen Werkes unter dem Titel Scholia . . Townleyana tom. II. Dort heisst es u. a. p. 441 zu Ilias 23, 826: σόλον] παρὰ τὸ δλον σεύεσθαι· ἐστὶ δὲ χαλκοῦς· ὁ γὰρ οἰδηρος οὐ χωνεύεται. Solos, weil er als Ganzes geschleudert wird; er ist von Kupfer, denn das Eisen schmilzt nicht (wird nicht gegossen). αὐτοχόωνον] εἰκῇ κηχωνευμένον, den aufs Geratewohl gegossenen. — Ferner p. 441 und 442 zu Vers 834: ἄλλως: ἀτεμβόμενος] στερόμενος, d. h. statt „verlustig gegangen“, „entbehrend“, was allerdings verständiger. Dann weiter: εἰ δὲ μὴ καταδεχόμεθα τὸν σόλον χαλκοῦν εἶναι ἀλλὰ οἰδηροῦν, ἔσται τὸ „αὐτοχόωνον“ (826) καταχρηστικῶς τὸν εἰκῇ γεγονότα; Wenn wir nicht annehmen, der Solos sei kupfern, sondern eisern, so wird das αὐτοχόωνος uneigentlich gebraucht sein für „der aufs Geratewohl (oder von ungefähr) entstandene“.

Hiernach wäre also der Solos von unbestimmter Form und würde als Klumpen oder Block zu bezeichnen sein. Er ist aber nach dem Codex Venetus B περιφερής, also im allgemeinen doch kugelig. Der δλος αὐτοχόωνος περιφερής σόλος, die ganze unbearbeitete rundliche Eisenmasse, die, weil keine fremde Einwirkung an sich habend, nicht aus mehreren Stücken zusammengefügt sein kann, sondern in einer Operation gewonnen wurde, ist also eine Rohluppe. αὐτοχόωνος müssen wir mithin übersetzen durch von selbst „ausgeschmolzen“, nicht mit „geschmolzen“, wie es eingangs dieser Schrift ausführlich erläutert wurde. Aristarch, der übrigens im Townleyanus nicht genannt wird, fasste das Wort zu einseitig auf. Wenn es ferner Ilias 23, 832 ff. heisst, dass der Gewinner des Solos für fünf Jahre mit Eisen versehen sein würde, so ist das natürlich dichterische Übertreibung.

Auch zu Nikanders Theriaka hat man Scholien, ferner eine Umschreibung (Paraphrasis) von einem Sophisten Euteknius aus unbekannter Zeit, beide herausgegeben von U. C. Bussemaker, Paris 1878.

In der Scholie p. 200, No. 902, heisst es unter Weglassung des hier Überflüssigen: 'Υάκινθον ἠγάπησεν ὁ Ἀπόλλων σφόδρα, ὅστε καὶ συγγυμνάζεσθαι αὐτῷ καὶ συμπαίζειν· δισκευόντων οὖν αὐτῶν ποτε, λαβὼν ὁ Ἀπόλλων τὸν δίσκον, Ὑάκινθον ἀπέκτεινεν. Den Hyakinthos liebte Apollo sehr, so dass er mit ihm Leibesübungen trieb und spielte; als sie nun einst mit dem Diskos warfen und Apollo den Diskos nahm und schleuderte, tötete er den Hyakinthos. In der Paraphrasis wird hinter δίσκῳ ἀπέκτεινεν hinzugefügt ἀλλ' οὐχ ἐκὼν αὐτόν, er tötete ihn mit dem Diskos, „aber nicht mit Absicht“.

Die Worte δίσκος und σόλος

Man bringt das Wort δίσκος zusammen mit dem bei Dichtern gebräuchlichen Aorist ἔδικον, ich warf, wozu der Infinitiv sein würde δίκειν. So hat man bei Aeschylus (525—456 v. Chr.) nach der Ausgabe von H. Weil, Leipz. Teubner, 1907, in seinen Choëphoren 98/89: πάλιν δικοῦσα τεύχος ἀστροφόισιν ὄμμασιν, rückwärts werfend die Opferschale mit abgewandtem Blick. — Ferner bei Pindar (522 bis etwa 448) in seinen Epinikien (Siegesgesängen), und zwar in den Olympischen 11, 72: μάκος δὲ Νικεὺς ἔδικε πέτρῳ χεῖρα κυκλώσας ὑπὲρ πάντων; doch weit warf Nikeus mit dem Stein, die Hand im Kreise schwingend, über sie alle hinaus; in den pythischen 9, 123: πολλὰ μὲν κεῖνοι δίκον φθλὺν ἐπὶ καὶ στεφάνους; jene warfen viele Blätter darauf und Kränze.

Endlich heisst es bei Euripides (480—406 v. Chr.) in seinen Phoenissen (Phoenikerinnen) 668: γαπετεῖς δίκων ὀδόντας εἰς βαθυσπόρους γῆας, die zur Erde gefallenene Zähne werfend in das Feld mit dichter Saat. Ferner in den Bakchen (Bacchanten) 600—601: δίκετε πεδόσε δίκετε τρομερὰ σώματα, Μαινάδες; werfet, o werfet zu Boden die zitternden Leiber, Mänaden ihr!

Sieht man vorerst ab von dem σ in der Mitte des Wortes δίσκος, so ergibt sich, wie ich Leo Meyers Handbuch der griechischen Etymologie, Bd. 3, Lpz. 1901, S. 192—93 entnehme, folgendes: Man hat nächsten Zusammenhang mit latein. jacere, werfen, das aus djacere hervorgegangen, und das ι in δίκειν ist aus j in ganz ähnlicher Weise entstanden, wie bei Δί in Διός, Διῖ, Δία, den Casusformen von Ζεύς. Ζεύς war altindisch djáuṣ, und Δί, alt Δίf, ist wohl aus Δjaf, altind. djav, verkürzt. Das σ hinter dem δι soll, wie es im griechisch-deutschen Handwörterbuch von Pape-Sengebusch Bd. 3, Lpz. 1901, heisst, zur „Verstärkung“ eingeschoben sein. Hiernach würde also δίσκος, rein sprachlich genommen, nichts anderes sein, als ein geworfener oder zum Werfen, namentlich Wettwerfen benutzter Gegenstand. Will man im Deutschen dies nachahmen, so gerät man in Verlegenheit. Das naheliegendste Wort Würfel ist nicht anwendbar, weil es stets einen von 6 Quadraten begrenzten Körper bezeichnet. Auch Ball ist ausgeschlossen; Ball ist nach unserem Sprachgebrauch immer eine

Kugel.¹⁾ Ich wähle deshalb den Ausdruck: „W ü r f l i n g“, ein Wort, das allerdings bisher nur als Compositum, „Auswürfling“, gebräuchlich, worunter man eine vulkanische Bombe versteht; aber „Würfling“ entspricht genau dem *δίσκος* in der oben erläuterten Auffassung.

Später ist nun allerdings das Wort *δίσκος* für scheibenförmige Dinge sehr verschiedener Art allgemein gebräuchlich geworden, und wenn Plutarchos aus Chaeroneia, um 50—120 n. Chr., recht berichtete, oder wenn die uns unter seinem Namen überlieferten Schriften echt sind, so würde dieser Gebrauch bis etwa um 600 v. Chr. nachweisbar sein. Aber von den unter Plutarchs Namen gehenden, etwa im 10. Jahrh. gesammelten Schriften, die man meist unter dem Titel *συγγράμματα μικτά* oder *Moralia* zusammenfasst, gelten einige für fraglich, andere für unecht, so auch die Bücher von den Lehrsätzen der Philosophen (*de placitis philosophorum*), und in diesen letzteren gerade finden sich die Angaben, die uns hier interessieren, über Thales von Milet, Xenophanes aus Kolophon und Aristarch, den Astronomen, aus Samos. Drei andere Schriftsteller, deren Äusserungen hier anzuführen wären, lebten zum Teil noch erheblich später als Plutarch. Ich beschränke mich auf Angabe der Stellen, wo man dieselben nachlesen kann. Man hat für Xenophanes, Thalēs, Aristarch und einige andere: *Kaltwasser*, Plutarchs moralische Abhandlungen, Bd. 7, Frankfurt a. M. 1797, S. 62—3, in: *Die Lehrmeinungen der Philosophen*, Buch II. Ferner für Alexander aus Aphrodisias in Karien: J. L. Ideler, *Physici et medici graeci minores*, vol. I, Berolini 1841, p. 65; Sectio B, § 46. *Palladas*, einen griechischen Dichter, zu Anfang des 5. Jahrh. n. Chr. in Alexandrien lebend (nach Fred. Dübner, *Epigrammatum Anthologia Palatina* etc., graece et latine, vol. II, Paris, Firmin-Didot 1888, p. 348; cap. XI, No. 371). *Julianus*, einen ägyptischen Präfecten, im 6. Jahrh. p. C. unter Justinian (Dübner, *Ep. Anth.* . . vol. II, p. 158, cap. VI, 18, Zeile 5—6).

Man hat in diesen Beispielen den Ausdruck *δίσκος* für die Sonnenscheibe, für Teller oder flache Schüsseln, und für Spiegel. Nur wird leider gerade für die ältere Zeit der Gebrauch des Wortes in solchem Sinne unsicher durch die Fragwürdigkeit der Plutarchischen Überlieferung. Rührt sie nicht von ihm her, so dürften die Quellen selbst, aus denen sie geschöpft sein mag, auch weniger Kredit verdienen.

1) In J. u. W. Grimms Deutschem Wörterbuch (1854) wird Ball zusammengebracht sowohl mit Wörtern, denen die Vorstellung des schwellenden, geschwellenen zugrunde liegt, als mit solchen, die ein Treiben, Schwingen bezeichnen. Zum Schluss heisst es: Will man auch *βάλλειν*, werfen, heranziehen, dann käme *βολή* (das Werfen, der Wurf) und *βέλος* (Wurfwaaffe, Geschoss), pilum Speer . . und unser Pfeil in Betracht. Unsere Sprache lässt den Ball sowohl werfen als schlagen und treiben. — Die Ableitung von *βάλλειν* wird indes, wie mich Herr Prof. Dr. Wilhelm Schulze, der Indogermanist der Berliner Universität, belehrt, jetzt als irrig betrachtet, weil das *β* in *p* übergegangen sein müsste, so dass man Pall, nicht Ball, sagen würde. — Herr Schulze schreibt mir auch: Nur weil man *δίσκος* von *δίσκειν* ableitet, setzt man eine Grundform *δίσκ-σκος* an. Der Ansatz ist lautlich zulässig, doch nicht nötig, sobald eine wahrscheinlichere Etymologie gefunden werden kann.

Die Feststellung, dass bei Homer in der Ilias und auch in der jüngeren Odyssee das Wort *δίσκος* lediglich als „Würfling“, ohne Rücksicht auf dessen Form, angenommen werden muss, legt den Versuch nahe, auch für den *σόλος* ähnliches nachzuweisen.

Man findet in Wörterbüchern bezüglich *σόλος* hingewiesen auf viele Worte, welche teils eine Bewegung oder Erschütterung des Gemüts, teils aber auch eine mechanische bezeichnen, oder an eine solche erinnern lassen. So auf *σάλος*, latein. *salum*, das Meer und seine Unruhe, das wiederum mit *ἡ ἄλς*, die Salzflut, *ὁ ἄλς*, lat. *sal*, das Salz, eng zusammenhängen mag. An Verben sind z. B. in Franz Passows Handwörterbuch, 5. Aufl., Leipzig 1857, aufgeführt: *σαλεύω*, *σαλάσσω*, *σαλαγέω*, *σαλαίζω*, aber auch *ἄλλομαι*, und dieses letztere schien mir die Lösung der Frage zu bringen. Wie nämlich *ἄλς* zu lat. *sal*, so steht *ἄλλομαι* zu lat. *salio*, ich hüpfte, springe, tanze, oder allgemeiner: ich führe eine heftige Bewegung aus.

Leider aber ist, wie mir wiederum Herr Professor Sch ul z e, hier, erklärt, der Zusammenhang von *σόλος* und *ἄλλομαι* unmöglich; schon bei Homer müsste *σόλος* sonst *δλος* lauten. Auch das *o* macht Schwierigkeit gegenüber dem *a* in *ἄλλομαι*, das, der Übereinstimmung von Lateinisch und Griechisch wegen, als v o r griechisch anzusehen ist. Man weiss über *σόλος* nichts Sicheres.

Bezüglich des ersten Teiles des Wortes *αὐτοχόωνος*, des *αὐτο*, werden wir uns unbedenklich der Auffassung der Scholiasten anschliessen können, dass es nämlich, ähnlich wie unser „von selbst“, bedeutet „ohne weiteres Einwirken jemandes entstanden oder gebildet“, also im R o h z u s t a n d e belassen. Schwieriger „liegt die Sache“ beim *χόωνος*. Das Wort hängt ja zweifellos zusammen mit den Verben *χέω*, *χόω*, *χώννυμι*, *χωννύω*, *χοανεύω* oder *χωνεύω*; aber von befreundeter philologischer Seite wird mir bemerkt, dass es doch unzulässig sei, es direkt von einem dieser Verba abzuleiten, man dürfe bei Ableitung des Wortes *χόωνος* nur auf die näherliegenden Substantiva *χόανος*, *χώνος*, *χοάνη*, *χώνη*, d. i. die Schmelzgrube, oder nach heutiger Bezeichnung für solche primitive Anlagen, den „Herd“, zurückgehen, so dass also *αὐτοχόωνος* sein würde „roh, wie es im Herd entstand“. In der Tat übersetzte auch W. Dindorf in der Firmin-Didotschen Ausgabe der Ilias, Paris 1881, das Wort mit „a-fornace-rudis“. Aber Aristarch muss die Sache doch anders aufgefasst haben, sonst wäre sein Ausspruch *σίδηρος οὐ χωνεύεται* hier nicht verständlich. Er kann unmöglich gemeint haben, der *σόλος* sei nicht in einem *χόανος* erzeugt; soviel technische Kenntnisse müssen wir ihm doch zutrauen. Unzweifelhaft wollte er sagen „Eisen ist unschmelzbar“ oder „wird nicht zum Guss verwendet“. Wenn er nun aber auf die sonderbare Idee kam, es müsse sich beim Versorgen des Hirten oder Ackerers mit Eisen um einen Eintausch dieses Materials gegen einen kupfernen Solos handeln, so ist das nur erklärlich dadurch, dass er die oben aufgeführten Verba ausschliesslich auf Flüssigkeiten bezog

und mit „giessen, schmelzen“ übersetzte; es werden aber einige von ihnen, so *χόω, χώννυμι, χωνύω* ausschliesslich von festen Körpern gebraucht, im Sinne von „aufschütten, anhäufen“ und *χέω* sowohl bei festen als flüssigen.¹⁾ Hätte Aristarch dies beachtet, so würde er wohl selbst die Erklärung für *σόλος* gefunden haben, welche die allein richtige sein muss, nämlich eine sogenannte Rohluppe, wie wir sie bei den primitiven Prozessen in Herdgruben und niedrigen Öfen entstehen sehen, eine regellose Anhäufung von unendlich vielen kleinsten, aus den Erzen abgeschiedenen, im Feuer unter dem Druck der Erz- und Kohlenmassen aneinander gebackenen (geschweissten) Eisenteilchen, ein Klumpen mit zahlreichen Höhlungen und andererseits Her-

1) So hat man *χέω* (nach der Stereotypausgabe von Dindorf und Hentze, Leipzig 1906):
Ilias VI 147: *φύλλα τὰ μὲν τ' ἄνεμος χαμάδις χέει*... Nach Voss: Blätter verweht zur Erde der Wind nun.

IX (4—)7: *ὥς δ' ἄνεμοι . . πολλὸν παρὲς ἅλα γῆρας ἔχεν*. Wie wenn die Winde viel Tang über das Meer ausschütten.

XXIII 256: *..εἴθαρ δὲ χυτὴρ ἐπὶ γαῖαν ἔχευαν*. Und sogleich häuften sie geschüttete Erde zum (Grab-) Hügel.

XXIII 775, wo die Rede ist vom angehäuften Unrat der Rinder, über den Ajax strauchelt: *τῇ ῥα βοῶν κέχυτ' ὄρθος ἀποκταμένων ἐριμύκων*; dort wo lag der Unrat der geschlachteten, brüllenden Rinder.

XXIV 799: *ῥίμυα δὲ σῆμ' ἔχεαν*, schütteten dann in der Eile das (Grab-) Mal.

XXIV 801: *χεύαντες δὲ τὸ σῆμα πάλιν κλον*; jetzt, nach geschüttetem (Grab-) Mal, enteilten sie.

Odyssee XVII, 297—8: der Hund des Odysseus lag verachtet

ἐν πολλῇ κόπρῳ . . ἡμιόνων τε βοῶν, ἣ ἄλλης κέχυτ', auf dem vielen Mist der Mäuler und Rinder, welcher haufenweise (dort) lag.

XIX, 539—40: die Gänse, von einem Adler getötet

κέχυντο ἀθρόοι ἐν μεγάροις, lagen alle beisammen im Haus.

XXII 386—7: die im Netz gefangenen Fische

πάντες | κίμαθ' ἄλλος ποθέοντες ἐπὶ ψαμάθοιοι κέχυνται.

liegen alle, lechzend nach den Fluten des Meeres, auf dem Sande (des Strandes).

Für *χώννυμι* finden sich Beispiele im Herodot. So

I 162: *Ἄρπαγος . . αἶρε τὰς πόλεις χώμασι ὄκωσεν γὰρ τειχέρας ποιήσας, τὸ ἐνθεῦτεν χώματα χῶν πρὸς τὰ τεῖχη ἐπόρθεε*.

Harpagos nahm die Städte (in Ionien) durch Erdaufschüttungen; denn sobald er sie eingeschlossen hatte, dann eroberte er sie, indem er einen Schutt aufschüttete um die Mauern.

II 137: König Sabakón in Ägypten befahl den Übeltätern

χώματα χῶν πρὸς τῇ ἐκωτῶν πόλει . . καὶ οὕτω ἔτι αἱ πόλεις ἐγένοντο ἐρημώτεραι.

Aufschüttungen zu häufen, ein jeder bei seiner Stadt, . . und so wurden die Städte noch höher.

II 138: Ein Heiligtum ist sichtbar (*ἔσοπτόν ἐστι*) von allen Stellen einer Stadt

ἄτε γὰρ τῆς πόλεως μὲν ἐκκεχωσμένης ὑψοῦ,
weil die Stadt durch Schutt erhöht worden.

IX 85: Herodot erzählt von den Gräbern bei Plataeae und sagt betreffs einiger Völker, welche die Schlacht nicht mitmachten,

τούτους, ἐγὼ πυνθάνομαι, χώματα χῶσαι κεινὰ . . καὶ Αἰγινητέων ἐστὶ αὐτόθι καλεόμενος τάφος, τὸν ἐγὼ ἀκούω . . χῶσαι Κλεάδην.

Ich erfahre, dass diese alle leere Erdhaufen aufwarfen, . . und es ist dort auch ein sogenanntes Grab der Aegineten, welches, wie ich höre, Kleades aufgeworfen haben soll.

vorrangungen, welche die Handhabung desselben beim Wettwerfen ausserordentlich erschweren mussten, so dass seine Verwendung bei den Spielen wohl einen besondern Reiz bieten konnte.¹⁾

Solcher Solos konnte auch sicher *autochoonos* genannt werden. Denn wenn auch bei den entwickelteren derartigen Prozessen, wie die aus Spanien unter dem Namen der Katalanischen Schmieden bekannten, durch Umrühren mit eisernen Stangen in der Herdgrube die einzelnen kleinen Luppen zu grösseren vereinigt und so vielleicht schon von einem Teil der Schlacke befreit werden, so sassen grosse Massen Schlacken doch sicher noch in seinen Höhlungen und hafteten zugleich mit Kohlenresten und Asche an seiner Aussenseite. Alle diese Unreinigkeiten werden erst später durch wiederholtes Ausglühen und Hämmern beseitigt. Darüber handeln wir in einem andern Kapitel.

Mit dieser Deutung fällt alles, was über die Form des Solos vermutet worden. Der Solos *autochóōnos* war also eine Luppe, so wie sie selbst sich angehäuft oder aufgetürmt hatte. Ihre ursprüngliche Bestimmung war natürlich nicht, beim Wettspiel geworfen, sondern zu Geräten verarbeitet zu werden, aber König Eetion hatte sie öfters geworfen, wie die Iterativform *ῥίπτασκε* erkennen lässt, und so bestimmt auch Achill sie zum Wettkampf, wohl wissend, dass das Handhaben der unregelmässig gestalteten Eisenmasse schwierig sei.

Dass ein im 2. Jahrh. v. Chr. lebender Mann von dem wissenschaftlichen Range des Aristarch bestimmt sagt, Eisen schmilzt nicht, oder wird nicht gegossen, ist natürlich schon an sich für die vorliegende Frage von grosser Bedeutung. Aber verstärkt wird diese noch durch den Umstand, dass auf der Insel Samothrake, von der Aristarch stammte, Eisenindustrie scheint betrieben zu sein. Wir schliessen dies aus einer Äusserung des Dichters *Lucretius Carus*, der 98—55 v. Chr. lebte und in seinem Gedicht „*de rerum natura*“, Buch VI, 1033—38,²⁾ bei Erörterung des Verhaltens von Eisen gegen den Magnetstein, sagt:

Fit quoque ut a lapide hoc ferri natura recedat
interdum, fugere atque sequi consueta vicissim
exultare etiam *Samothracia ferrea* vidi
et ramenta simul ferri furere intus ahenis
in scaphiis, lapis hic Magnes cum subditus esset:
usque adeo fugere ab saxo gestire videtur.

Übrigens kommt es manchmal auch vor, dass das Eisen zurückweicht vor dem Magnet und in wechselndem Spiel ihm entflieht und ihm nachfolgt.

1) Dass es sich bei dem *σόλος αυτοχόωνος* um solche Luppe handle, vermutete übrigens schon Hugo Blümner in seinem sehr nützlichen Werk: *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern*, Bd. 4 (Leipzig 1886/87, S. 220 u. 357, Anm. 2). Auch Martin Gsell sagt in seiner Doktordissertation, betitelt: *Eisen, Kupfer und Bronze bei den alten Ägyptern*, Karlsruhe i. B. 1910, S. 97, Anm. 2, dass wir es bei dem *σ. α.* zweifellos mit einer Luppe zu tun haben. Einen näheren Beweis dafür tritt er aber nicht an.

2) Die Versnummern nach der Ausgabe von Adolph Brieger, Leipzig, Teubner, 1905

Öfters bemerkt ich es selbst, wie eiserne Ringe und Feilstaub rasenden Tanz vollführten am Boden von ehernen Schalen, wenn dem Gefäss ein magnetischer Stein ward untergeschoben. Dieses beweist, wie eifrig vom Stein da das Eisen hinwegstrebt.

Die Übersetzung der Worte „*Samothracia ferrea*“ durch „eiserne Ringe“ findet ihre Erklärung in den Angaben des C. Plinius Secundus, welcher, etwa 100 Jahre nach Lucretius, vom Eisen auf Samothrake erzählt:

Nec non et servitia iam ferrum auro cingunt . . . cuius licentiae origo nomine ipso in Samothrace id institutum declarat. (Nat. hist. 33, 23). Sogar die Sklaven fassen schon Eisen in Gold, . . . dass diese Frechheit in Samothrake aufkam, zeigt ihr Name. — Es ist vorher von den Fingerringen die Rede und Isidorus, um 600 n. Chr. Bischof in Hispalis, d. i. Sevilla, charakterisiert in seinem Werke „*Origines sive etymologiae*“, lib. 19 in cap. 32, das von den Fingerringen handelt, unter Nr. 5 eine Art derselben, wie folgt: *Samothracius aureus quidem, sed capitulo ferreo, a loco ita vocatur. Der Ringstein, das Köpfchen, war also hier durch Eisen ersetzt.*

Man darf wohl annehmen, dass sich die samothrakische Eisenindustrie nicht auf die Herstellung derartiger Ringe beschränkte, sondern eine allgemeinere Grundlage hatte; jedenfalls aber wird man auf Samothrake die Eigenschaften des Eisens genau gekannt haben. —

T. Lucretius Carus, im 1. Jahrh. v. Chr.

Gsell äussert in seiner Dissertation S. 96: „Lucretius Carus spricht vom Flüssigwerden der Metalle, darunter des Eisens.“ Er beruft sich dafür auf Gesang V, Vers 1240—43 des schon erwähnten Gedichtes *de rerum natura*; er irrt aber bezüglich des Schmelzens von Eisen. Um zu verstehen, wie dieser Irrtum entstanden, müssen wir einen grösseren Teil des Gesanges wiedergeben; das ist auch schon erforderlich, weil die Numerierung der Verse bei den verschiedenen Herausgebern sehr voneinander abweicht. Wir folgen hier der Stereotypausgabe von Adolph Brieger, Leipzig, Teubner, 1905. Die Verse V, 1228—50 lauten danach:

1228. Quod superest, aes atque aurum ferrumque repertumst
et simul argenti pondus plumbique potestas,
ignis ubi ingenti silvas ardore cremarat
montibus in magnis, seu caeli fulmine misso,
sive quod inter se bellum silvestre gerentes
hostibus intulerant ignem formidinis ergo,
sive quod inducti terrae bonitate volebant
pandere agros pinguis et pascua reddere rura,
sive feras interficere et ditescere praeda:
nam fovea atque igni prius est venarier ortum
quam saepire plagis saltum cunibusque ciere.

1239. quidquid id est, quacumque e causa flammeus ardor
 horribeli sonitu silvas exederat altis
 ab radicibus et terram percoxerat igni,
 manabat venis ferventibus in loca terrae
 concava **conveni**ens argenti sive et auri,
 1244. aeris item et plumbi. quae cum **concreta** videbant
 posterius claro in terra splendere colore,
 tollebant nitido cupiti levique lepore,
 et simili formata videbant esse figura
 atque lacunarum fuerant vestigia cuique.
 tum penetrabat eos posse haec liquefacta calore
 1250. quamlibet in formam et faciem decurrere rerum . . .

K. L. v. Knebel übersetzt [V 1226—47]:¹⁾

Nun zu dem übrigen noch: das Erz und das Gold und das Eisen
 und des Silbers Gewicht und das Blei **entdeckte** man anfangs,
 als auf hohem Gebirg ansehnliche Waldungen hatte
 Glut des Feuers verzehrt, vom Blitz entweder geschleudert,
 oder wann unter sich selbst feindselige Kriege verführend,
 Wälder sie steckten in Brand, den Feind durch Furcht zu verjagen;
 oder wann angereizt von des Bodens Güte die fetten
 Aecker erweitern sie wollten, und urbar machen die Felder
 oder ertöten das Wild, vom Raube der Beute gelockt:
 denn anfänglich brauchte zur Jagd man Feuer und Gruben,
 eh' man mit Garnen umstellte den Forst und hetzte mit Hunden.
 Wie es auch sei und welches der Grund der flammenden Glut war,
 die mit entsetzlichem Brausen den Wald auffraß bis zur Wurzel
 und durchkochte mit Feuer das Land; aus den siedenden Adern
floss in die klüftigen Räum' ein Bach von Gold und von Silber
 und von Kupfer zusammen und Blei: als diese verhärtet,
 und sie sahen, wie hell von Farb' auf dem Boden sie blinkten,
 nahmen sie solche zuletzt, vom glatten Schimmer bezaubert;
 und sie bemerkten, sie seyen nach ähnlichen Formen gebildet,
 als es die Höhlungen wiesen, in welche sich jedes gelagert.
 Dann kam ihnen in Sinn, dass diese, geschmolzen im Feuer,
 könnten zerfließen in jegliche Form und beliebige Bildung.

Hier wird also zunächst geschildert, wie man durch einen Waldbrand
 zur **Entdeckung** der Metalle Kupfer, Gold, Eisen, Silber und
 Blei kam, d. h., technisch gesprochen, die Reduktion dieser
 Metalle aus ihren Erzen beobachtete; vom Schmelzen der-
 selben ist hier nicht die Rede. Im zweiten Teil der Schilderung wird
 berichtet, dass man Silber, Gold, Kupfer und Blei nach Auf-
 hören des Brandes **geschmolzen** in Höhlungen des Erdbodens beobachtet,
 nach ihrer Erstarrung sie aufgehoben und nun bemerkt habe, dass sie

1) Lucretii, Von der Natur der Dinge, 2. Aufl., Leipzig 1831.

ein genaues Abbild der einzelnen Höhlungen darstellten. Dies habe die Menschen auf den Gedanken gebracht, dass man den geschmolzenen Metallen auf solche Weise beliebige Gestaltungen geben könne, mit andern Worten: hier wird die Erfindung der Gussformen geschildert. Aber gerade hierbei ist ja das Eisen nicht mit-
ge-
nannt! Wer wird glauben, dass dies ein Zufall sei, Lucretius das Eisen vergessen oder nicht habe in einen Vers bringen können! ¹⁾ Nein, hier liegt ein negativer Beweis für die Unbekanntschaft mit geschmolzenem Eisen vor, der einem positiven um nichts nachsteht. ²⁾ Das Ergebnis unserer bisherigen Untersuchungen über die Kenntnis des Gusseisens im Altertum ist also, dass zwei im 2. und 1. Jahrh. v. Chr. lebende, ernste Männer, welche die Eisentechnik wohl kannten, von der Schmelzbarkeit des Eisens und seiner Verwendung zum Guss nichts wussten, ja sie direkt leugneten. Man sieht ausserdem hier deutlich, wie gefährlich mangelnde Sorgfalt bei Feststellung des Tatsächlichen werden kann. Die Angaben Gsells sind überhaupt mit Vorsicht aufzunehmen. So führt er S. 14, als aus der 18. ägyptischen Dynastie stammend, an: „Ein Stückchen stahlartiges Eisen unter dem Obelisk Thutemosis' III., der jetzt in New-York steht“ und beruft sich dafür auf die Zeitschrift Iron, vol. XV, London 1880, p. 227, die wieder nach der New York World berichtet. Das Stückchen stahlartigen Eisens wurde allerdings gefunden unter einer der beiden fälschlich sog. Nadeln der Kleopatra, die ursprünglich von Thutmosis III. (1501—1447 v. Chr.) zu Heliopolis errichtet waren; aber unter Tiberius, im Anfang des 1. Jahrh. n. Chr., wurden sie nach Alexandrien überführt und dort aufgestellt! Wenn demnach das fragliche Stück Eisen bei Niederlegung des einen

1) Die Reihenfolge der Metalle ist hier bei Lucretius an beiden Stellen nicht die nach Blümner IV 8 sonst stets bei Ägyptern, Hebräern, Griechen und Römern eingehaltene: Gold, Silber, Kupfer (Erz), Eisen, Zinn, Blei, und da mag vielleicht die Versbildung mitgesprochen haben.

2) Dass Metalle durch Waldbrände entdeckt seien, war eine alte Sage. Der erste, der sie aufgezeichnet hat, scheint Poseidonios aus Apameia in Syrien gewesen zu sein, der wegen seines Aufenthaltes in Rhodos auch der Rhodier genannt wird und um 100 v. Chr. lebte. Strabo sagt von ihm: „Poseidonios, indem er der iberischen Metalle Menge und Trefflichkeit rühmt, lässt nicht von seinem gewöhnlichen Rednerschmucke, sondern schwärmt in Übertreibung. Er zweifle nicht, sagt er, an jener Sage, dass, als einst die Wälder brannten, die silber- und goldfarbige Erde schmelzend auf die Oberfläche hervorquoll; denn jeder Berg und Hügel sei von einer freigebigen Glücksgöttin aufgehäufter Geldstoff.“ — Auch Diodor bemerkt in seinem Bericht über die sogenannten Pyrenäen: „Obgleich jetzt zahlreiche und dicht bestandene Wälder das Gebirge bedecken, so erzählt man doch, dass einst in alter Zeit ein von etlichen Hirten vernachlässigtes Feuer das ganze Gebirgsland in Flammen gesetzt habe. Weil nun das Feuer viele Tage lang brannte, so sei die ganze Oberfläche der Erde in Brand geraten, und dieses Ereignisses wegen habe das Gebirge den Namen Pyrenäen erhalten. Zugleich sei aber auch an der Oberfläche des verbrannten Landes viel Silber geflossen und indem das natürliche Erz, aus welchem das Silber gewonnen wird, schmolz, seien viele Bäche reinen Silbers entstanden.“ Aber hier wird ja überall nur von Silber (und Gold) gesprochen. [Strabo III p. 147, nach der Übersetzung von Groskurd, Berlin 1831. — Diodor V 35, nach Adolf Wahrmund, Stuttgart.]

der beiden Obeliskens behufs Überführung nach New York im Jahre 1880 unter diesen gefunden wurde, so kann man doch nur schliessen, dass es mindestens bis in die Zeit der Aufstellung des Obeliskens in Alexandrien hinaufreicht, jede Beziehung zu Thutmosis aber ist ausgeschlossen.

Hesiod, im 8. Jahrh. v. Chr.

Auch in Hesiods Theogonie findet sich eine Stelle, welche vom Schmelzen des Eisens spricht; ich würde aber, weil sie über diesen Punkt weitere Aufklärung nicht gibt, auch nicht näher auf sie eingehen, wenn nicht mehrere deutsche Übersetzungen dringend einer Richtigstellung bedürften. — In der zweiten griechischen Ausgabe von Hesiod von Alois Rzach, Leipzig, Teubner, 1908, sind es die Verse 861—67; sie lauten:

861. . . . πολλή δὲ πελώρη καίετο γαῖα
 ἀτμῇ θεσπεσίῃ καὶ ἐτίκτο κισσάερος ὥς
 τέχνη ὑπ' αἰζηῶν ἐν εὐτρήτοις χοάνοις
 θαλαρδεῖς, ἧς σίδηρος, ὕπερ κρατερώτατός ἐστιν,
 οὐρεος ἐν βήσσει δαμαζόμενος πυρὶ κηλέῃ
 [τίκται ἐν χίονι δίῃ ὕφ' Ἡφαίστου παλάμῃσιν] /
 867. ὥς ἄρου πήκετο γαῖα σέλαι πυρὸς αἰθομένοιο.

In den zum Teil aus älterer Zeit herrührenden Übersetzungen führen die Verse mehrfach andere Nummern. Rzach bemerkt unter Hinweis auf Vers 862, dass 866 verdächtig sei. — Es übersetzen nun:

1. J. H. Voss, 1806, v. 854—60: . . . weit brannte die mächtige Erd' in des Wetters stürmischer Loh', und zerfloß, dem schmelzenden Zinne vergleichbar, welches der Jünglinge Kunst im wohlgehöhlten Tiegel glühete; oder wie Eisen, das stark vor allem Metall ist, in des Gebirgs Waldthalen von flammender Hitze gebündigt, schmilzt in dem heiligen Grund, durch kunstreiche Hand des Hefästos: also schmolz auch die Erd' in strahlender Lohe des Feuers.
2. A. W. R. Naumann, 1827, v. 855—61: wie schimmerndes Zinn schmilzt, das . . . in dem weit sich öffnenden Tiegel siedete . . . oder wie Eisen . . . schmilzt durch Hephästos' Hände im Schooße des heiligen Erdreichs.
3. Karl Uschner, 1865, v. 861—67: wie ähnlich das Zinn schmilzt, das . . . im wohldurchlöcherten Ofen heiß ward, oder wie Eisen zerschmilzt auf der göttlichen Erde.
4. Ed. Elyth, 1865, v. 861—67: . . wie glänzendes Zinn schmilzt, das . . (in) weitaufklaffendem Tiegel heiß ward, oder wie Eisen . . . schmilzt in göttlicher Erde.
5. Rudolf Peppmüller, 1896, v. 861—67: wie das Zinn schmilzt, das der Jünglinge Kunst im wohldurchlöcherten Tiegel glühend macht, oder wie Eisen . . . schmilzt auf göttlicher Erde.

In bezug auf den Tiegel für die Zinnschmelze hat Voss wohl das Richtige getroffen; gemeint ist, denke ich, dass die Öffnung des Tiegels (und jeder horizontale Querschnitt desselben) kreisrund sei. Tiegel verziehen sich nämlich bei ihrer Herstellung während des Brennens leicht, wenn die Masse, aus der sie bereitet werden, fehlerhaft zusammengesetzt ist. Aber nur wenn die angegebene Bedingung erfüllt ist, kann man einen Tiegel als *ἐστῆτος* bezeichnen, und Voss' Ausdruck „wohlgebohrt“ entspricht dann auch der ganzen Form desselben. Freilich hängt *τῆτος* zusammen mit *τιτῶω*, bohren, durchbohren, aber wir müssen hier doch an Aushöhlen denken. Dagegen ist es nicht nötig, mit Naumann und Eyth anzunehmen, dass der Tiegel weit sich öffnet oder aufklafft, also sich vom Boden nach oben stark erweitert; man hat auch Tiegel, deren Wandung vom Boden aus mehr senkrecht aufsteigt, und sie würden für das Zinnschmelzen genau so gut verwendbar sein. Völlig ausgeschlossen ist aber Peppmüllers Deutung: „wohldurchlöchert“. Das Zinn würde ja einfach herauslaufen, wenn die Löcher nicht ganz oben angebracht wären, und welchen Zweck sollten sie da haben? Freilich wandte man eine Zeitlang in einer Metallindustrie Tiegel an, deren Boden durchbohrt war, nämlich bei der Zinkgewinnung durch die sog. *destillatio per descensum*. Durch ein Loch des Bodens wurde ein tönernes Rohr soweit im Tiegel hinaufgeführt, dass es bis dicht unter dessen Rand und jedenfalls über die Füllung des Tiegels mit Kohle und Zinkerz hinausreichte. Das Rohr war in dem Boden luftdicht eingekittet und der Deckel des Tiegels ebenso geschlossen. Beim Erhitzen des Ganzen in einem Ofen wurde das durch die Kohle abgeschiedene metallische Zink dampfförmig (Zink siedet bei etwa 918°), entwich in das Rohr und floss, kondensiert, tropfenförmig ab. Beim Zinn ist aber derartiges völlig ausgeschlossen; es verdampft erst bei etwa 1500°, weshalb auch Naumanns „siedendes“ Zinn höchst bedenklich ist.

Was ferner Uschner sich bei dem wohldurchlöcherten Ofen dachte, ist auch nicht klar; vermutlich meinte er Zuglöcher, deren besondere Hervorhebung aber gewiss nicht nötig war; schmilzt doch Zinn schon bei 232°, also noch erheblich leichter wie Blei (335°), so dass zum Zinnschmelzen ein Ofen überhaupt nicht erforderlich. An Ausbringung des Zinnes aus seinen Erzen ist aber natürlich nicht zu denken; ein Grieche dürfte diese Operation wohl kaum gesehen haben. Es kann sich hier nur um Schmelzen vorhandenen metallischen Zinns handeln. Und nun das Eisen; ich glaube, dass Voss hier auch schon richtig übersetzte „das Eisen schmilzt in dem heiligen Grund“, und ähnlich auch Naumann und Eyth. Uschners und Peppmüllers „auf der Erde“ scheint mir nicht begründet, denn es ist höchst wahrscheinlich, dass zu Hesiods Zeit die Gewinnung des Eisens gewöhnlich in sogenannten „Herden“, d. h. in Erdgruben erfolgte, seltener in Öfen auf dem Boden. Nun wird freilich der ganze Vers 866 von manchen für später eingeschoben betrachtet; Hans Flach bemerkte

1874 in seiner Ausgabe des griechischen Textes, es sei eine zweite Rezension zu Vers 862, der vom Zinn spricht, und gab ihn in kleineren Lettern wieder, und Rzach bezeichnete ihn als dem Alter nach verdächtig. Aber ein zwingender Grund, dies anzunehmen, liegt doch wohl nicht vor; das Zinnschmelzen und das Eisenausbringen sind ja zwei ganz verschiedene Vorgänge, und der letztere ist bei weitem der merkwürdigere.

Der *χόανος*. Nach unserer hesiodischen Stelle kann, wie wir sahen, dort *χόανος* nur Tiegel bedeuten. Wenn Blümner a. a. O. IV, 108, Note 6, auch hier die Deutung Herd oder Ofen annimmt, so ist dies wohl nur ein Versehen, während in der gleichzeitig angeführten homerischen Stelle Ilias 18, 470: *φῦσαι δ' ἐν χόανοισιν ἐέλκοσι πᾶσαι ἐφύων*, „zwanzig bliesen zugleich der Blasebülge in die Oefen“ natürlich „Tiegel“ nicht passt. — Neben *χόανος* scheinen mir aber, wenigstens in späterer Zeit, für Herd (oder Ofen) auch noch die Bezeichnungen *περίοδος* und *κάλαθος* gebräuchlich gewesen zu sein. Julius Pollux erklärt in seinem *Ὀνομαστικόν* (Wörterbuch, Ausgabe von Bethe, Leipzig 1900 ff.) 7, 99: *τὸ δὲ ἀγγεῖον ἐν ᾧ κατεκεράνυσαν τὸν σίδηρον, περίοδος καλεῖται ἐν τῷ περὶ μετάλλων, εἴτε Ἀριστοτέλους ἐστὶ τὸ βιβλίον εἴτε Θεοφράστου*; das Gefäß, in welchem man das Eisen mischt, wird *Periodos* genannt in dem Werke über die Metalle, mag nun dieses Buch von Aristoteles oder von Theophrast herrühren. — In diesem „Mischen“ vermutet Blümner (IV 220) gewiss richtig das Beimengen von Zuschlägen (Lava usw.) zu dem zerkleinerten Erz vor dem Ausschmelzen, was zur Herbeiführung einer grösseren Leichtflüssigkeit oft erforderlich. Es wäre aber doch sonderbar, wenn man dazu ein eigenes Gefäß gebraucht hätte; man konnte ja die Mischung einfach auf dem Erdboden vornehmen oder in der Herdgrube selbst, sei es durch wirkliches Untereinandermengen, oder durch abwechselnde Schichtung von Kohle, Erz und Zuschlägen. — Es deutet ferner Hesychios, der griechische Grammatiker aus Alexandrien, in seinem Lexikon (rec. M. Schmidt, vol. II, Jena 1860), *κάλαθος* als „ἀγγεῖον, ἐν ᾧ χωνεύουσι σίδηρον“, ein Gefäß, in welchem man Eisen schmilzt“. An ein Schmelzen metallischen Eisens in Tiegeln ist aber dabei doch nicht zu denken, wenn man nicht von vorneherein die Kenntnis des Gusseisens zu Hesychios' Zeit (im 5. Jahrh. n. Chr.) annimmt. Ich meine, es handelt sich auch hier um Gewinnung des Eisens aus seinen Erzen, und ob man die in Europa je in Tiegeln vorgenommen hat, ist doch sehr fraglich, wenn sie auch in Asien altheimisch war. Wenn nun wirklich *περίοδος* und *κάλαθος* = *χόανος*, wie kommt man dann dazu, sie als *ἀγγεῖα*, Gefässe, zu bezeichnen? Das lässt sich, denke ich, wohl erklären, wenn man eine Stelle in dem Kommentar des Eustathios von Thessalonich zur Ilias beachtet, wo es p. 1153, 40 zu 18, 470 heisst: *ιστέον δὲ ὅτι χόανοι τὰ φυσώμενα ἀγγεῖα, ἐν οἷς αἱ ἔλαι τήκονται, ἃ παρ' ἡμῶν ἔστι πύλνα*. „Man muss wissen, dass choanoi die angeblasenen Gefässe sind, in welchen die Stoffe schmelzen und die bei uns aus Ton sind.“ — Hier handelt es sich wohl um wirkliche Tiegel, aber mich bringt die

Stelle auf den Gedanken, dass die Schmelzgruben vielleicht deshalb als „Gefässe“ bezeichnet wurden, weil sie gewiss mit feuerfestem Ton ausgeschlagen waren und so gleichsam grosse Tongefässe darstellten. Es sei hier daran erinnert, dass auch der Mischkessel für Wein, „κρατήρ“ seinen Namen von *κραίνωμι* hat und seine Form einer Herdgrube doch ähnlich war. Ich würde freilich diese Deutung auszusprechen, kaum wagen, wenn nicht Blümner bemerkte, „zu welchen Teilen des Schmelzprozesses diese Gefässe (*περίοδος* und *κάλαθος*)¹⁾ gehörten, ist nicht ersichtlich.“ Übrigens beachte man den zeitlichen Abstand erstlich zwischen Homer (um Ende des 9. Jahrh.) und Aristoteles mit seinem Schüler Theophrast im 4. Jahrh. v. Chr., und ferner zwischen Pollux um 180, und Hesychios um 400 n. Chr., oder etwas später. Eine Quelle gibt Hesychios für jene Bezeichnung nicht an.

Aristoteles, 384—322/1 a. C.

Μετεωρολογικά,²⁾ Buch IV, Kapitel 6. Hier werden in § 8 von Körpern, die durch Kälte fest werden, erstarren (*πύγνυνται*), aber durch Wärme wieder (leicht) flüssig werden (*τήκονται*), solche unterschieden, die nicht anders als durch ausserordentliche Hitze geschmolzen werden können, sonst nur erweichen (*μαλάττονται*), z. B. wie Eisen (*σίδηρος*). Dann heisst es weiter in § 9: *Τήκεται δὲ καὶ ὁ εἰργασμένος σίδηρος, ὥσθ' ὑγρὸς γίνεσθαι καὶ πάλιν πύγνυσθαι. καὶ τὰ στομώματα ποιοῦσιν οὕτως· ἐφίσταται γὰρ καὶ ἀποκαθαίρεται κάτω ἢ σκωρία· ὅταν δὲ πολλάκις πάθῃ καὶ καθαρὸς γένηται, τοῦτο στόμωμα γίνεται.* § 10: *Οὐ ποιοῦσι δὲ πολλάκις αὐτὸ διὰ τὸ ἀπονοῖαν γίνεσθαι πολλήν, καὶ τὸν σταθμὸν ἐλάττω ἀποκαθαίρομενον. Ἔστι δ' ἀμείνων σίδηρος ὁ ἐλάττω ἔχων ἀποκάθαρσιν.* — Es schmilzt auch das erarbeitete (gewonnene, oder metallurgisch ausgedrückt: das ausgebrachte) Eisen, so dass es feucht und wieder fest (oder hart) wird. Und so macht man auch die Stahlarten; denn es scheidet sich (dabei) ab und wird nach unten ausgestossen die Schlacke; wenn es (das Eisen) dies (diese Behandlung) aber oft erfährt und rein wird, so entsteht Stahl. § 10: Man macht dies jedoch nicht (zu) oft, weil der Verlust (sonst zu) gross und das Gewicht des Reinproduktes (zu) gering wird. Das beste Eisen aber ist (natürlich) das, welches den geringsten Abfall gibt (oder Abgang zeigt).

a) Dass Aristoteles bei den Worten *τήκεται* und *τακείς* hier an wirkliches Schmelzen denkt, scheint zwar zu folgen aus dem sich unmittelbar anschliessenden § 11: *Τήκεται δὲ καὶ ὁ λίθος ὁ πυρίμαχος*³⁾ ὥστε στάζειν καὶ

1) *Κάλαθος* ist, wie mir Herr Schuchhardt bemerkt, eine zylindrische Kopfbedeckung, wie sie heute noch die griechischen Popen tragen; eine ähnliche Form mag also der *Kalathos* gehabt haben.

2) Nach der Firmin-Didotschen Ausgabe der Werke des Aristoteles, Paris, vol. III (1887) S. 616.

3) Über die Verwendung dieses Steines bei der Eisen- oder genauer Stahlgewinnung der Chalyber handelt die pseudo-aristotelische Schrift: *περὶ θαυμασίων ἀκουσμάτων* (de mirabilibus auscultationibus) Kap. 48, wo es nach F.-Didot vol. IV, 1889, p. 82, lautet: *ὡς δὲ (ἡσθε) τὴν ἐπίστασιν τὴν γινόμενην ἐκ τῆς πύρεσος . . . σπρκεῖν, πορρεμβάλλειν δὲ τὸν πυρίμαχον*

ῥεῖν.¹⁾ Es schmilzt auch der das Feuer bekämpfende Stein, so dass er tropft und fliesst. τὸ δὲ πηγνύμενον ὅταν ῥυῖ, πάλιν γίνεται σκληρόν. Das Starre aber, das floss, wird wieder hart.

Trotzdem kommt dem *τίκεται* an den beiden Stellen doch ein etwas verschiedener Wert zu. Der *λίθος πυρίμαχος* wird gänzlich zu einer wirklichen Flüssigkeit geschmolzen, sonst könnte er eben nicht tropfen und fliessen; das *εἰργασμένος σίδηρος* dagegen wird nur nass, d. h. seine Hauptmasse bleibt fest, enthält nur an seiner Oberfläche und zum Teil im Innern Flüssigkeit, die ihn feucht erscheinen lässt, wie etwa bei einem Schwamm. Ein Schwamm kann auch nicht fliessen und, was aus ihm heraustropft, ist eben nicht ein Teil des Schwammes selbst, sondern Wasser, das nur, solange man den Schwamm nicht presst, integrierender Bestandteil desselben zu sein scheint. Genau dem entspricht aber eine Rohluppe Eisen, wenn die an ihrer Oberfläche haftende und ihre zahllosen Höhlungen ausfüllende, erstarrte Schlacke durch neues Ausheizen der Luppe verflüssigt und durch Hämmern des Blockes auf dem Amboss abgeschleudert und ausgetrieben wird. Der eiserne Schwamm selbst schmilzt nicht bei dieser Operation, aber er ist weich und geschmeidig und wird durch das Hämmern ausgepresst, wie ein Schwamm.

b) Das *εἰργασμένος σίδηρος* ist meiner Ansicht nach eine noch nicht behämmerte Rohluppe, ist *αὐτοχόωνος* im Sinne Homers. Es lässt sich vielfach belegen, dass dem *εἰργασμένος* die Bedeutung „erarbeitet, gewonnen“ zukommt. Siehe hier unten Anmerkung.²⁾

καλοῦμενον λίθον. Andere sagen, der Rückstand vom Waschen (des Erzes) werde gebrannt und zugleich der sogenannte „das Feuer bekämpfende“ Stein darauf geworfen. Was mit letzterem erreicht wurde, erörtert Beck S. 460. Er hält den Stein für ein schlackebildendes Flussmittel, das bei der Stahlerzeugung nötig, weil sie eine besonders grossen Schlackenmenge bedarf, um das Eisen vor der Gebläseluft und damit vor weitgehender Entkohlung zu schützen; denn starke Entkohlung wandelt ja den Stahl in Schmiedeeisen um. Die Bezeichnung *πυρίμαχος* würde allerdings dieser Deutung wenig entsprechen; man fasste aber wohl die Wirkung des Steines als eine das Feuer dämpfende auf und erklärte sich so den günstigen Einfluss, welchen erfahrungsgemäss seine Verwendung auf die Qualität des gewonnenen Stahles hatte.

1) Das *στάζειν καὶ ῥεῖν* in dieser Stelle war es wohl, was Gurlt S. 155 zu der Angabe veranlasste, Aristoteles nenne das flüssige Eisen *ἡ σταγών*, d. h. den Tropfen. Ich finde aber bei Aristoteles überhaupt nicht das Wort *σταγών*. Freise wiederum schrieb, wohl nur Gurlts Ansicht mit stärkerer Betonung wiedergebend: „dass flüssige Eisen nennt er (A.) ausdrücklich *ἡ σταγών*“ (Zeitschr. Stahl u. Eisen 27 [1907] S. 1692). Er scheint aber die aristotelische Stelle Meteor. IV, 6 selbst gar nicht zu kennen, sonst könnte er nicht S. 1693 schreiben: „Wie die Griechen den Stahl herzustellen pflegten, ist uns nirgends überliefert“.

2) 1. Herodot I 24: τοῦτον τὸν Ἀρίωνα λέγουσι . . . ἐπιθυμῆσαι πλωσαι ἐς Ἰταλίην τε καὶ Σικελίην, ἐργασάμενον δὲ χρῆματα μεγάλα θελῆσαι ὀπίσω ἐς Κόρινθον ἀπικέσθαι. Dieser Arion, erzählt man, habe Verlangen gehabt, nach Italien und Sizilien zu fahren, als er aber grosse Schätze erworben, wollte er wieder heim nach Korinth.

Griechisch nach Dietsch u. Kallenberg, 2. Ausgabe, vol. I (Teubner, Leipzig) 1906.

2. Xenophon, Ἀπομνημονεύματα Σωκράτους (Denkwürdigkeiten des, oder Erinnerungen an Sokrates), II, VIII, 2: πόσον ἂν χρόνον οἶτι σοι τὸ σῶμα ἱκανὸν εἶναι μισθοῦ τὰ

Nur eine Rohluppe kann die von Aristoteles geschilderten Erscheinungen des Schmelzens und Abscheidens der Schlacke in voller Deutlichkeit zeigen. Beck übersetzt allerdings *εἰργασμένος* mit „bearbeitet“, nimmt an, dass es sich um eine bereits vorgeschmiedete Luppe handle. Aber bei dieser wird ja äußerlich nur noch sehr wenig Schlacke anhaften und auch die Höhlungen im Innern werden schon grossenteils durch Streckung und Öffnung bei der ersten Hämmerung entleert sein. Wie man aber auch *εἰργασμένος* übersetzen mag, dies Wort beweist unwiderleglich, dass es sich in unserer aristotelischen Stelle nicht um Eisengewinnung handelt, sondern nur um Reinigung vorhandenen, wahrscheinlich schon mehr oder minder stahlartigen Eisens, und dass demnach, wenn nicht bei dem wiederholten Aufheizen des Eisens Flussmittel zugesetzt wurden, die Menge der vorhandenen Schlacke doch nicht sehr erheblich sein konnte. Von solchem Zusatz wird aber hier nicht gesprochen und die im darauffolgenden Paragraphen gemachte Angabe, dass auch der *πυρίμαχος λίθος* schmelze, steht ebenso selbständig da, wie die über das Eisen in § 9, so dass darin kein Hinweis auf Verwendung desselben bei der hier geschilderten Stahlerzeugung zu liegen braucht. Angeregt mag seine Erwähnung freilich durch diese sein, aber das Verbindende ist doch eigentlich die Schmelzbarkeit, wie aus § 8 folgt. — Deshalb weiche ich noch in einem andern Punkte von Beck ab. Er nimmt nämlich in Übereinstimmung mit älteren deutschen Kritikern, auf die wir später noch zu sprechen kommen, an, dass der Vorgang der wiederholten Schlackenabscheidung, wie sie Aristoteles beschreibt, im

ἐπιτήδεια ἐργάζεσθαι? Wie lange, meinst du, sei der Körper fähig, um Lohn die Lebensbedürfnisse zu verdienen?

[Griechisch: Nach Xenophontis commentarii, recogn. Walther Gilbert, Lips. Teubner 1903, II 8, 2.]

3. Plato, *Ἰππίας μείζων* II/III.

II. *Σωκράτης: τοῦτων δ' ἐκάτερος πλέον ἀργύριον ἀπὸ σοφίας εἰργασται ἢ ἄλλος δημιουργὸς ἀφ' ἧς τινὸς τέχνης.*

III. *Ἰππίας: Οὐδὲν γάρ, ὦ Σώκρατες, οἶσθαι τῶν καλῶν περὶ τοῦτο. εἰ γὰρ εἰδείης, ὅσον ἀργύριον εἰργασμαι ἐγώ, θαυμάσας ἄν.*

Sokrates: Diese beiden (nämlich Gorgias der Leontiner und Prädiküs) haben jeder mehr Geld mit ihrer Weisheit verdient, als irgend ein anderer Meister, welcher Kunst du willst.

Hippias: Du weisst noch gar nicht das rechte von dieser Sache, Sokrates; denn wenn du wüsstest, wieviel Geld ich verdient habe, würdest du dich erst wundern.

[Griechisch nach C. F. Hermann, *Platonis Dialogi*, vol. III, Lips. Teubner 1906, p. 365. Deutsch nach F. Schleiermacher, *Platons Werke*, Teil II, Bd. 3, Berlin 1809, Seite 405/6.]

4. Demosthenes, Reden, 59, (*Κατὰ Νεαίρας*) § 20: *ὥς δὲ Νεαίρα ἡργάζετο τῷ σώματι μισθαπονοῦσα τοῖς βουλομένοις αὐτῇ πλησιάζειν, τοῦθ' ὑμῖν βούλομαι πάλιν ἐπανελεῖν.*

Wie Neära mit ihrem Körper Gewerbe getrieben, indem sie denen sich preisgab, die mit ihr Umgang haben wollten, das will ich Euch, nochmals darauf zurückkommend, erzählen.

[Griechisch nach Dindorf und Blass, *Demosthenis Orationes*. Leipzig, Teubner, 1908, vol. III, p. 297. — Deutsch nach Pabst, *Demosthenes' Werke*, 16. Bündchen, Stuttgart 1841, S. 2189.]

Herdofen selbst stattfinden, und gewiss wird beim erstmaligen Wiederaufheizen der Rohluppe dort eine ziemliche Menge Schlacke abfliessen; aber bei Wiederholungen dürfte sie im Herd kaum noch wahrnehmbar sein. Ich verlege den Platz der von Aristoteles beschriebenen Erscheinungen *ὕψισται καὶ ἀποκαθαίρεται γὰρ ἡ σκωρία* auf den Amboss der Schmiedewerkstatt, wo die Masse nach jedesmaligem Wiederaufheizen so lange mit dem Hammer bearbeitet wird, bis schliesslich alle Schlacke, auch aus den innersten Höhlungen des Eisen- oder Stahlblocks ausgetrieben, hinunterfällt (*ὕψισται*, sich nach unten zieht) auf den Amboss und den Boden der Werkstatt, so dass, indem sie als Unreinigkeit abgestossen wird (*ἀποκαθαίρεται*), ein reines Metall entsteht. Diese Erscheinung würde sofort jedem, der die Schmiede betritt, auffallen und Eindruck machen, zumal sie verstärkt wird durch die beim Schmieden losgerissenen, feinen in der Luft verbrennenden Eisenteilchen. Beizustimmen ist dagegen Beck in der Annahme, dass die Luppe von vornherein stahlartig gewesen sei. Sie kann aber bei wiederholtem Ausglühen einerseits durch längere Berührung mit den Kohlen noch Kohlenstoff aufgenommen, andererseits unter Einwirkung der Gebläseluft solchen verloren haben, wie oben S. 21 Note 3 bereits erörtert worden. Es konnte Stahl von wechselndem Kohlenstoffgehalt und demnach verschiedenen Eigenschaften entstehen, und so erklärt sich, denke ich, der Plural *στοιμίματα*. Richtig sagt auch Beck: „Wenn im Herdofen die Schlacke sich unter das Eisen zieht, so kann es sich bei diesem nur um eine feste Luppe handeln.“ Wäre nämlich auch das Metall geschmolzen, so müsste die flüssige Schlacke, als der leichtere Teil, obenauf schwimmen, und damit kommen wir auf die Äusserungen jener älteren, obenerwähnten Gelehrten, die gerade diesem Punkte grosse Beachtung schenkten.

Johann Beckmann in Göttingen, Begründer der Technologie, erörterte die aristotelische Stelle *Meteorologica* IV, 6, §§ 8 u. 9, schon 1786 auf p. 96 u. 97 seiner Ausgabe der *Mirabiles auscultationes*, die früher dem Aristoteles zugeschrieben wurden, jetzt aber für eine Kompilation verschiedener Bestandteile und, erst etwa im 2. Jahrh. n. Chr. zusammengefasst, gelten.¹⁾ Beckmann nahm an, dass Aristoteles in der Tat ausgeschmolzenes und weit gereinigtes Eisen (*σίδηρος εὐργασμέρος*) mit Recht für verflüssigbar gehalten habe, wenn auch nicht das allerreinste, denn dieses sei unschmelzbar. Er sagt ferner, *ὕψισται* gehöre zu *σίδηρος*, nicht zu *σκωρία*, denn jenes gehe nach unten, die Schlacke schwimme darauf und werde abgelassen [wohl durch eine Öffnung, sog. Schlackenform, im Herdofen].

Johann Gottlob Schneider, der bekannte Verfasser des griechisch-deutschen Handwörterbuchs, behandelte diesen Gegenstand 1788 in seiner Schrift *Analecta ad historiam rei metallicae veterum*, Traiacti ad Via-

1) Pauly-Wissowa, Realencyklopaedie der class. Alterthumswissenschaft, 3. Halbband, Stuttgart 1895, Spalte 1084.

drum (Frankfurt a. O.) p. 28, übersetzte *εἰργασμέρος* mit „factum“, also erzeugt oder gewonnen, wie auch ich es ansehe, und schliesst mit den Worten: „Wenn aber Aristoteles sagt, dass die Schlacke des verflüssigten Eisens nach unten gehe, so irrt er hierin vollständig (wenn er nicht etwa dabei an den feuerdämpfenden Stein denkt), denn nach der allgemeinen Regel schwimmt die Schlacke auf dem verflüssigten Eisen.“ — Hierin stimmt Schneider also mit Beckmann überein, aber dessen Verbindung des Wortes *ἐφίσταται* mit *σῆληρος* lehnt er verständigerweise ab, da die folgenden Worte *καὶ ἀποκαθεύεται κάτω ἢ σκωρία* dies verböten. Ausdrücklich bemerkt muss aber noch werden, dass auch Schneider das gewonnene Eisen für verflüssigbar hielt.

J. Fr. L. Hausmann endlich, Mineraloge und Technologe in Göttingen, veröffentlichte 1815 eine Arbeit „Über die Eisendarstellungsprozesse der Alten“, ¹⁾ in welcher es S. 256 heisst: „Aristoteles beschreibt einen Schmelzprozess, bei welchem man vermutlich stahlartiges Eisen, wahrscheinlich in Verbindung mit einem Flussmittel, einschmolz und zur Gahre beförderte, wobei die Schlacke durch eine unten im Herde angebrachte Öffnung abgelassen wurde.“ Hier ist nicht deutlich zu sehen, ob Hausmann an eine wirkliche Verflüssigung des Eisens bei der Operation glaubte; aber seine Arbeit war lateinisch in der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen gelesen und erschien später auch in deren Schriften lateinisch. ²⁾ Er übersetzt hier das *σῆληρος εἰργασμέρος*, wie Schneider, richtig mit *ferrum factum (sive excoctum)* und führt aus, man lerne aus Aristoteles' Schilderung, dass ein wahrscheinlich stahlartiges, bei einer ersten Schmelzung erzeugtes Eisen wiederum verflüssigt (*liquatum*) sei, die Schlacke aber durch eine Öffnung unten am Ofen abgelassen würde. Dann heisst es weiter: *chalybis massa in statum percoctum ideoque concretum paulatim transibat, quo tunc procudi poterat*. „Die Stahlmasse ging allmählich über in einen Zustand der Vollendung und daher der Erstarrung, in welchem sie dann geschmiedet werden konnte.“ Die ganze Operation sei, wenn man die höchste Qualität erreichen wollte, wiederholt worden. Hier ist also kein Zweifel möglich, — Hausmann hielt den noch unreinen Stahl der Alten tatsächlich für verflüssigbar. Schliesslich wendet er sich gegen Schneider, weil dieser nicht glaube, dass die Schlacke unter das Eisen gehe, und erklärt diese, von ihm selbst als Tatsache betrachtete Erscheinung, wie folgt: „Die verflüssigte Stahlmasse wurde bei ihrem Übergang in den festen Zustand tatsächlich mehr oder weniger von flüssiger Schlacke umgeben; wäre dem aber auch nicht so, so hätte doch durch die Beobachtung, dass die Schlacke nach unten entfernt werde — nämlich ähnlich wie in unseren jetzigen Eisenwerken durch eine sog. Schlacken-

1) In Schweiggers Journal für Chemie u. Physik, Bd. 14, Nürnberg 1815, S. 247—61.

2) *Commentationes societatis regiae scientiarum Gottingensis recentiores* vol. IV, Gottingae 1820. Darin Hausmann, de arte ferri conficiendi veterum, und p. 45—47, § 41—44: De chalybis conficiendi modis, antiquitus usitatis.

form¹⁾ im unteren Teile der Wandung des Ofens — die Meinung entstehen können, die Schlacke sinke unter das Eisen.“

Man sieht aus dieser Erörterung deutlich, in welche Schwierigkeiten die Erklärer dadurch gerieten, dass sie nicht, wie ich es tue, die von Aristoteles geschilderten Vorgänge im wesentlichen auf den Amboss der Schmiede verlegten, wobei auch die Annahme aller drei Gelehrten, dass das Eisen oder der Stahl bei Aristoteles als wirklich verflüssigt anzusehen sei, ihre Grundlage verliert.²⁾ Das *ἐφίσταται καὶ ἀποκαθαίρεται καὶ αὖ ὁ σιδηρὸς* deuteten sie, wie ich denke, nicht richtig.

Funde angeblich antiker und gusseiserner Gegenstände

1. Eine Statuette, Herkules mit der Keule, 2 Zoll hoch, abgebildet und besprochen in [Caylus'] *Recueil d'Antiquités*, Tome III, Paris 1759, Taf. 26, figg. 1 u. 2 und p. 95—97. Fundort und -Umstände werden nicht angegeben. Künstlerisch äusserst minderwertig, so dass Caylus sie nicht veröffentlicht haben würde „si la singularité de sa matière ne méritoit pas une exception. Cet Hercule est de fer fondu, et par conséquent très-mal conservé. Nous sommes encore heureux, que la rouille, dont il est rongé depuis tant de siècles, permette de distinguer sa forme et ses attributs.“ S. 96 wird erörtert, warum die Figur für etruskisch zu halten sei; ob und wie aber wirklich festgestellt worden, dass es sich um Eisenguss handle, wird nicht angegeben. Es rostet jedoch das kohlenstoffreiche Gusseisen viel schwerer als die kohlenstoffärmeren Stahl und Schmiedeeisen. Ob und wo die Statuette noch existiert, ist mir unbekannt; beweisend ist sie natürlich durchaus nicht; so urteilt auch Beck, Eisen S. 437.

2. Die vergoldete eiserne Maske eines Visierhelms im Museum zu Leyden; Otto Benndorf,³⁾ *Antike Gesichts-*

1) Von foramen, Öffnung, Loch; forare, bohren, durchbohren.

2) Völlig richtig sagte ohne Zweifel Blümner in seinem sehr nützlichen Werk Bd. 4, S. 356, Anm. 1, zu unserer aristotelischen Stelle: „dass hier nicht an giessbares Eisen gedacht werden kann, geht daraus hervor, dass Aristoteles sagt, das Eisen gerate aus seinem flüssigen Zustande wieder in Erstarrung und werde zu Stahl; denn das darf ja als zweifellos betrachtet werden, dass die Alten ihren Stahl nicht aus Roheisen, sondern aus Schmiedeeisen darstellten. Aristoteles meint also nichts, als den gewöhnlichen Prozess der Erweichung des Schmiedeeisens behufs der Hämmerung.“

3) Benndorf erwähnt in seiner oben angezogenen Arbeit unter Nr. 5 der eisernen Masken eine Totenmaske in Lebensgrösse, Eisen mit Bronze plattiert, gefunden (vor 1842) in Cöln beim Festungsbau [C. Friederichs, *Berlins antike Bildwerke II*, Geräte aus Bronze = Kleinere Kunst und Industrie im Altertum, Düsseldorf 1871, S. 272, Nr. 1313]. Das Stück befindet sich jetzt im Berliner Antiquarium, Katalog Nr. 2640. Ich besichtigte es mit Herrn Dr. Köster Ende 1912 und fand leider die Verrostung so weit vorgeschritten, dass metallisches Eisen vielleicht überhaupt nicht mehr vorhanden ist. Es dürfte auch nicht unbedenklich für den Zusammenhalt des Ganzen sein, ein Stück davon zu entnehmen; dagegen liesse sich vielleicht eines der bereits losgelösten, verrosteten Bruchstücke metallographisch prüfen. Übrigens behauptet Benndorf nicht, die Maske sei gegossen; er erörtert die Qualität des Eisens gar nicht. Das starke Rosten spricht gegen Gusseisen.

helme und Sepulchralmasken [in Denkschriften der Kais. Akad. d. Wiss., Wien, philol.-histor. Klasse, Bd. 28 (1878), 1. Abt. S. 336—40, Nr. 28 und Taf. XIII, 1]. Sie wurde gefunden unter den römischen Überresten bei Vechten (nahe Utrecht), der alten römischen Flectio, und ist nach Angabe des Direktors C. Leeman, ebenda S. 39, von natürlicher Grösse, 2—3 mm stark und gegossen. Wie dies letztere nachgewiesen sein soll, wird nicht gesagt. Hier wäre eine metallographische Untersuchung sehr am Platze. — In Anmerkung 2 wird ausführlich gehandelt über Vergoldung und Versilberung von Eisen im Altertum. —

Dass man auch im Altertum Bildnisse aus Eisen herstellte, ist freilich sicher. Wir wissen dies aus einem, bei den Grabungen der Franzosen unter Th. Homolle 1876—87 auf der Insel Delos zum Vorschein gekommenen, auf einem Marmorblock eingegrabenen Inventar des Apollotempels daselbst, worin es u. a. heisst: ἀνδριαντίδια χαλκᾷ ΓΙΙΙ· σιδήροισιν I, also kupferne oder bronzene Statuetten acht, eiserne eine.¹⁾ Über die Art des Eisens kann aber solche Inschrift natürlich Aufklärung nicht geben. — Auch durch Pausanias wird die Verwendung des Eisens zu Bildnissen bezeugt. In seiner Beschreibung Griechenlands heisst es X, 18, 6: „Hier (unter den Opfergaben in Delphi) ist auch ein Bildwerk des Kampfes von Herakles mit der Wasserschlange, ein Weihgeschenk und zugleich ein Kunstwerk des Tisagoras, Schlange und Herakles beide aus Eisen. Dass die Verarbeitung des Eisens zu Bildnissen sehr schwierig und mühevoll sei, ist ausgemacht. Wer aber auch dieser Tisagoras sein mag, dessen Werk so wunderbar, nicht weniger bewunderungswürdig sind die ebenfalls eisernen Köpfe eines Löwen und eines Wildschweines zu Pergamon, dem Dionysios geweiht.“²⁾ Auch hier bleibt ungewiss, welche Eisenart gemeint ist; anders dagegen scheinbar bei Pausanias III 12, 10. Er sagt dort von der σκιάς (dem Schattendach) in Sparta: „Diese Skias soll ein Werk des Samiers Theödōros sein, welcher als erster erfand, Eisen zu schmelzen und Bildnisse daraus zu formen.“³⁾ Aber diese Stelle, welche den Eisenguss im Altertum ja beweisen würde, ist vielfach beanstandet worden. Man glaubt an einen Schreibfehler des Pausanias, da von Theodoros noch an drei anderen Stellen seines Werkes die Rede ist, aber stets nur als von jemand, der in χαλκός arbeitete, nicht in σίδηρος; es sind das die hier oben S. 5, Anm. 2 bereits

1) Th. Homolle, comptes des Hiéropes du temple d'Apollon Délien, in Bulletin de Correspondance Hellénique, Paris, sixième année, 1882. Auf p. 4—5 wird eine Liste von 18 Dokumenten gegeben und p. 5 ff. der Marmor No. 15, comptes et inventaires-Démarès, vers l'année 180 av. J. C., genauer besprochen. Hier heisst es p. 47: . . . ἀνδριαντίδια usw.

2) Pausanias X, 18, 6: ἔστιν ἐνταῦθα καὶ ἄθλον τῶν Ἡρακλέους τὸ ἐς τὴν ἰδμεν, ἀνάθημα τε ὁμοῦ Τισαγόρου καὶ τέχνη, σιδήρον καὶ ἡ ἰδμεν καὶ ὁ Ἡρακλῆς. σιδήρον δὲ ἐργασίαν τὴν ἐπὶ ἀγάλμασι χαλκωτάτην καὶ πόρον συμβέβηκεν εἶναι πλείστον. θαύματος μὲν δὴ καὶ τοῦ Τισαγόρου τὸ ἔργον, ὅστις δὴ ὁ Τισαγόρας, θαύματος δὲ οὐκ ἐλαχίστον καὶ ἐν Περγᾶμιν λίοντός τε καὶ τοῦ ἀγρίου κυγαλαί, σιδήρον καὶ αὐτὰν Αἰονύσιον δὲ ἀναθήματα σφᾶς ἐποίησαντο.

3) III, 12, 10: ταύτην τὴν Σκιάδα Θεοδώρου τοῦ Σαμίου φασὶν εἶναιποίημα, ὃς πρῶτος διαχρῖται σιδήρον εἶναι καὶ ἀγάλματα ἀπ' αὐτοῦ πλάσσει.

bei Erörterung der Worte *διαχέειν* und *χωρεύειν* griechisch wiedergegebenen Sätze.¹⁾ Dieser Einwand ist nicht von der Hand zu weisen, und wenn man nun noch den einzigen, wie es scheint, sicher antiken Fund eines eisernen Bildnisses in Betracht zieht, und beachtet, was der Göttinger Technologe Hausmann, der ihn aus eigener Anschauung kannte, darüber sagte, so wird man in der Tat die obige Angabe des Pausanias nicht gelten lassen können. Es handelt sich hier um einen eisernen, in den Ruinen des Jupitertempels auf dem grossen St. Bernhard, dem *mons Iovis* der Römer, gefundenen und im Hospiz daselbst bewahrten Kopf. Hausmann schreibt darüber 1820 in seiner Arbeit „*De arte ferri conficiendi veterum*“, p. 57: *caput ferreum, Iovem probabiliter repraesentans, trium cum dimidio pollicum longitudine vidi, quod rubigine plane est circumdatum et corrosum, nullumque ferro fuso confectionis indicium certum demonstrat. E contrario partis pectoralis tenuitata nec non saturarum defectu, coniectura, signum illud ferro ductili caelatum fuisse, confirmari videtur.*

3. Eine Statuette, in der Stellung einer Karyatide, nach H. Schaaffhausens Meinung eine Isis darstellend, gefunden 1883 im Garten einer Villa zu Plittersdorf nächst Godesberg, in der Nähe eines römischen Grabes und von Tongefässen, sowie Münzen, deren eine von Hadrian; jetzt im Provinzialmuseum zu Bonn; Höhe 15 cm, Gewicht 399 g. — Schaaffhausen in Bonner Jahrbüchern 76 (1883) S. 60; 81 (1886), 128 ff. und Taf. V. — Ad. Gurlt, Bonner Jahrbücher 80 (1885) 195 und Blätter d. Vereins f. Urgesch. in Siegen Nr. 15 (1886), S. 156—58.

Schaaffhausen bringt die Figur mit dem römischen Isisdienst am Rhein zusammen, erklärt eine Fälschung für ausgeschlossen und meint, dass überhaupt gegen eine Herstellung in neuerer Zeit das äussere Ansehen der Figur spreche. „Eisenguss oxydiert viel langsamer als geschmiedetes Eisen in der Erde, und die von feinen Löchern durchbohrte Oberfläche lässt auf ein langes Verweilen im Boden schliessen.“ Auch sagt Gurlt, die massiv gegossene Statuette bestehe aus grauem Roheisen, habe ein spezifisches Gewicht von 7²⁾ und sei mit einer dicken Schicht glänzenden, dunkelbraunen Eisenoxydhydrats bedeckt, wie sie nur auf grauem Roheisen bei sehr langem Liegen in feuchter Erde sich zu bilden pflege. — Die Oxydation hat verschiedene Stellen der Oberfläche in ungleichem Masse angegriffen, am meisten das Gesicht, in dem sie tiefe Löcher hervorgebracht hat. Unter den Füßen beträgt die Rostschicht kaum $\frac{1}{2}$ mm; kratzt man diese weg, so kommt das weisse, glänzende metallische Eisen zum Vorschein. Gurlt erklärt die Statuette bestimmt als der Zeit vor der Völkerwanderung angehörig; liesse sich

1) VIII 14, 8; IX, 41, 1; X, 38, 6.

2) Das spezifische Gewicht für das zu Gusswaren angewendete grauweisse Roheisen wird Bonner Jahrb. 81, S. 139 nach Graham-Otto zu 6,6—7,4 angegeben, das des spröden, äusserst harten weissen Roheisens zu 7,5—7,7, das des Stahls zu 7,62—7,70 und des Schmiedeeisens zu 7,30—7,91.

aber nicht an die Renaissancezeit denken? Es ist bedauerlich, dass die Figur nicht in einem Grabe gefunden ist, wodurch vielleicht eine genaue Zeitbestimmung sich ermöglicht hätte.

4. Eine eiserne Amorfigur unbekannten Fundorts, Museum in Karlsruhe; abgebildet Bonner Jahrbücher Heft 82 (1886) 199. Konservator Dr. E. Wagner gibt an, sie sei nach dem Urteil eines Technikers gegossen; da sie aber nicht als römisch erweislich, kommt sie hier auch nicht in Betracht. — Irrtümlich wurde in den Bonner Jahrbüchern H. 81, S. 141, eine bronzene, nur noch in Abbildung erhaltene Figur, von Hockenheim bei Speier, statt dieser eisernen abgebildet.

5. Robert Beltz, Schwerin i. M., erwähnte in seiner „Vorgeschichte von Mecklenburg“, Berlin 1899, S. 121, eiserne, in einem Stück gegossene Stuhlsporen, so von Röbel, M.-Schwerin. Herr Beltz teilte mir aber mit, dass eine fachmännische Untersuchung nicht stattgefunden habe. In seinem neueren, prächtigen Werke „Die vorgeschichtlichen Altertümer des Grossherzogtums Mecklenburg-Schwerin“, Berlin 1910, findet sich die Angabe auch nicht mehr; siehe daselbst S. 316 zu Taf. 53, 18—20.

6. J. G. Bulliot veranstaltete im Auftrage Napoleons III. Ausgrabungen an der Stelle des alten Bibracte, der Hauptburg der Aeduer, auf dem Mont Beuvray, Département Nièvre, 20 km westlich von Autun, Dép. Saône et Loire, wo sich, nicht weit entfernt in südöstlicher Richtung, jetzt die grossartigen Eisenwerke zu Le Creuzot befinden. Über seine Untersuchungen berichtete Bulliot in der Revue archéologique 1869, Nouvelle Série, vol. 20, S. 315—328 und 398—414, und folgende Bände, aber auch in einem selbständigen Werke: Fouilles du Mont Beuvray (ancienne Bibracte) de 1867 à 1895, Tome premier, Autun 1899. — L. Beck gab nach der Revue Arch. das Wichtigste, uns hier Interessierende wieder, zum Teil in Übersetzung; Eisen S. 658 bis 667. Auf diesen Beckschen Bericht beruft sich Freise in seiner Abhandlung „Das Eisenhüttenwesen im Altertum“ in der Zeitschrift „Stahl und Eisen“, 27. Jahrg. (1907), wo es auf S. 1693 u. a. heisst: „Auch in dem gewaltigen gallischen Arsenal von Come-Chaudron, dessen Zerstörung in die Zeit des Augustus fällt, hat sich Gusseisen neben Gussstahl gefunden; ein viereckiger, rechteckiger Block besteht aus hochgeköhltem, weichem Gussstahl, ferner hat man 1866 bei Autun, nahe dem alten Eisenhüttenplatze Bibracte (Mt. Beuvray) einen unförmlichen Eisenklumpen von derselben Qualität, wie sie der Block von Caume-Chaudron zeigte, in einem römischen Fundamente eingemauert aufgefunden. Diese stellen das älteste Gussstahlmaterial Europas dar“.

Unter dem „Arsenal“ versteht Bulliot eine Anzahl zusammengehöriger Werkstätten, wo Metalle gewonnen und verarbeitet wurden, angelehnt an den Wall der Bastion von Come-Chaudron. Jener Block Metall aber kam aus einer anderen Schmiede, welche ausserhalb der Umwallung

der Stadt lag und von Bulliot bezeichnet wird als „boutique du forgeron du Rebours, extra muros“ (Fouilles I p. 87), Beck beschreibt sie S. 659—60. Der andere unförmliche Block, viel grösser als jenes, war in einem Terraindurchschnitt der Eisenbahn von Autun gefunden, verwendet als Baustein in der Mauer eines Hauses des römischen Augustodunum, d. i. eben Autun.

Freises Auffassung ist aber irrig; er hätte bei Beck S. 665—6 etwas sorgfältiger lesen sollen.¹⁾ Ich gebe das, was Beck dort in Übersetzung mitteilt, französisch nach Bulliots Monographie wieder. Hier lautet es p. 87—88: Au milieu d'outils divers en fer . . . , dont l'origine gauloise est confirmée par les médailles qui les accompagnaient, il a été découvert un certain nombre de débris . . . Parmi eux, un bloc de métal dur, équarri à angle droit sur une de ses tranches comme un bord d'enclume, présentait à la cassure l'aspect argenté et la cristallisation irradiée spéciale à certaines fontes de Prusse bien connues des métallurgistes. Ce bloc provenait de la boutique du forgeron du Rebours, extra muros. Quelques parties en sont boursoufflées et cavernes, d'autres présentent de très petites géodes tapissées de cristaux brillants et jaunâtres. L'aspect, la texture et le boursoufflement de cet échantillon, joints à quelques autres indices, l'avaient fait prendre pour un morceau de fonte, fait considérable s'il se fût vérifié, et qui eût modifié bien des systèmes; mais l'expérience suivante pratiquée sur ce curieux spécimen de métallurgie gauloise a démontré le néant de la supposition.

Un morceau, détaché à coups de masse, fût chauffé au rouge et forgé au marteau. On en fabriqua un petit ciseau d'acier parfaitement homogène qui, trempé à l'eau et aiguisé à la meule, acquit une dureté telle qu'il enleva un copeau volumineux sur un morceau de fer, sans s'émousser. Cette expérience nous a conduit à une autre, non moins concluante. On avait trouvé, en 1866, dans la tranchée du chemin de fer d'Autun, un bloc de métal informe, beaucoup plus gros que le précédent, employé comme moellon dans le mur d'une maison romaine d'Augustodunum. Soumis au même traitement, il a présenté une cassure semblable et donné à la fabrication un ciseau identique au premier pour la dureté et l'homogénéité.

Une troisième expérience faite sur des outils gaulois acheva de résoudre la question. Deux ciseaux à froid destinés selon toute apparence à couper les métaux furent passés à la forge. Le premier, emprunté à l'atelier du forgeron du Rebours, s'émoussa sur le fer sans se tremper à l'eau. Il n'avait pu servir à couper ce métal ou plus probablement, le bec en acier avait disparu. Mais le second, sorti des ateliers de la Combe-Chaudron, se trempa admirablement et coupa

1) Man vergleiche auch, was Gsell in seiner Dissertation S. 87 über eine andere, wie es scheint, unrichtige Angabe Freises sagt.

le fer; il était d'acier. L'opération répétée à l'autre extrémité de l'outil donna un résultat inverse. Cette partie n'était qu'en fer et, à l'aide de la lime, on touchait son point de jonction avec l'acier . . . Les blocs d'acier brut dont il vient d'être parlé étaient vraisemblablement le produit direct des forges dans lesquelles la proportion du combustible, forcée accidentellement ou à dessin, déterminait la carburation du fer. Il est donc incontestable que si les Gaulois et les Romains n'ont pas connu la fabrication de la fonte, ils ont su fabriquer et utiliser l'acier dans toutes ses qualités . . . Tout d'ailleurs, dans les vestiges des fours découverts au Benvray et à Champ-Robert, dont nous parlerons plus loin, montre que les uns et les autres se servaient de la forge et non de la fonderie.

Ich habe übrigens schon in der Zeitschrift für Ethnologie 1909, S. 68, den wahren Sachverhalt, wie er sich nach Bulliots sorgfältigen Untersuchungen ergibt, kurz dargelegt.

7. Von besonderer Wichtigkeit für die vorliegende Frage sind die Arbeiten des Dr. Heinrich Wankel. Wankel war lange Jahre hindurch Hüttenarzt an dem bedeutenden Gräflisch Salmschen Eisenwerk zu Blansko in Mähren, nördlich von Brünn, und benutzte die Gelegenheit, in der weiteren Umgegend von Blansko eine Anzahl Höhlen und in den Wäldern, bei den Orten Rudic und Habruvka, einige Plätze zu untersuchen, an denen er Reste einer alten Eisengewinnung gefunden hatte. Angeregt durch seine Wahrnehmungen, die er hier machte, bekämpfte er in einer Abhandlung über „Prähistorische Eisenschmelz- und Schmiedewerkstätten in Mähren“¹⁾ das Dreiperiodensystem, namentlich für Mittel- und Südeuropa, wo man höchstens sagen könne, dass das Eisen nicht in solchem Übermasse zur Verwendung kam, wie die Bronze. Dies letztere begründet er wie folgt: „Wir wissen, dass in der alten Zeit, das Eisen nie zum Gusse verwendet worden ist, dass es immer nur gehämmert und geschmiedet wurde“. Auch führt er zur Erklärung dieser Tatsache aus, es sei viel einfacher das Eisenerz zu schmelzen und das Schmelzgut, d. i. also das Eisen zu hämmern, ihm beliebige Formen zu geben, als der Bronze, für die es nötig war, das Formen und Giessen zu entdecken. Dies alles ist also Wankels eigene Meinung, nicht etwa die Anderer, welche er nur wiedergibt. Wankel geht dann weiter auf die Geschichte des Eisens, namentlich in Asien, ein und spricht auch dabei vom Schmelzen der Eisenerze; wo er aber einmal, bei Besprechung des Verfahrens in den Khasiabergen, sagt, „ist das Eisen geschmolzen“, heisst es weiter „so wird es aus dem Feuer herausgezogen und geschmiedet“. Hier ist also das „geschmolzene“ Eisen gewiss nur eine Ungenauigkeit des Ausdrucks. Bei der Gewinnung des Eisens in Birma heisst es freilich (S. 295), es werde erst

1) Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien. Band VIII, Wien 1879, S. 289 ff. mit einer Tafel, von mir zitiert als „Wiener Mitteilungen“.

die Schlacke, dann das halb geschmolzene, sehr unreine Eisen herausgenommen, aber es soll doch, geschmiedet, von grosser Vortügllichkeit sein, ist also sicher auch hier Schmiedeeisen oder Stahl, nicht Gusseisen. Auch berichtet Wankel, S. 308, über einen Versuch des Grafen Wurmbrand, Eisen in kleinen Gruben zu gewinnen, und teilt als Ergebnis mit, „dass das Eisen nicht die Eigenschaft des Roheisens, sondern die des Schmiedeeisens verriet“.

Nach all dem muss man annehmen, dass Wankel, als er diese Ausführungen schrieb, nicht an Erzeugung von Gusseisen in den primitiven Verfahren glaubte und wo er sich anders ausdrückt, nur eine Nachlässigkeit vorliegt. Die Orte Rudic und Habruvka nun, 3 Stunden nördlich von Brünn, liegen in einer Gegend, die Wankel, in Übereinstimmung wohl mit der allgemeinen Annahme, für einen Teil der *Luna silva* des Tacitus hält, wo der gallische Stamm der Cotiner den germanischen Quaden Tribut zahlen und für sie Eisen graben musste.¹⁾ Wankel untersuchte hier namentlich 3 ausgedehnte Plätze mit grossen Schlackenhaufen u. dgl. und glaubte, zwei Verfahren der alten Ausbringung von Eisen feststellen zu können. Er sagt S. 313—14: „Das eine Verfahren bestand darin, dass die Eisenschmelzer mehrere (topfartige) Tiegel (von 20—25 cm Höhe, 18—20 cm Breite) zu einer Gruppe vereint, auf die Erde stellten, sie mit dem Schmelzgut füllten, über und um dieselben ein starkes Feuer anmachten, in welches sie wahrscheinlich durch eine einfache Gebläsevorrichtung so lange bliesen, bis sich das geschmolzene Eisen am Grunde des Tiegels angesammelt hatte, das dann herausgenommen und als Eisenzuppe zusammengehämmert, in den Handel gebracht wurde.“

Da hier nach dem letzten Satz von Gusseisen nicht die Rede sein kann, hätte es statt „geschmolzen“ wieder heissen müssen „ausgeschmolzen“, wie es denn auch einige Zeilen weiter ganz richtig lautet: „ein Tiegel enthielt noch die vollständige Luppe, wie sie sich aus dem Schmelzsatz ausgeschmolzen hatte“, und S. 315 heisst es von ihr, dass „sie ein ausgezeichnetes Schmiedeeisen gab, das an Härte dem Stahle ähnlich wurde und zugleich grosse Zähigkeit besass“. Dieses erste Verfahren lieferte also sicher nur schiedbares Material, nicht „Roheisen“, worunter man ja ein hochgekohltes, nicht schiedbares Material versteht. Das zweite Verfahren, geschildert auf S. 315—6 und illustriert durch Fig. I der Tafel, denkt Wankel sich, wie folgt: In einer Grube stand auf etwas erhöhtem Boden ein 35—36 cm hoher, 30—32 cm weiter, dickwandiger Tiegel, der nahe am Boden ringsherum 4—6 kurze Röhren

1) Tacitus, *Germania* 43: *Cotinos Gallica . . lingua coarguit non esse Germanos, et quod tributa patiuntur. Partem tributorum . . Quadi ut alienigenis imponunt. Cotini, quo magis pudeat, et ferrum effodiunt.* Dass diese Cotiner keine Germanen seien, zeigt ihre gallische Sprache und (der Umstand), dass sie Tributzahlung sich gefallen lassen. Einen Teil der Abgaben legen ihnen, als Fremden, die Quaden auf. Die Cotiner graben auch Eisen aus, was noch beschämender. Vgl. Ptolemaeus II 11, 5 u. 26: *Λούνα ἔλη.*

mit 2 cm weitem Kanal trug, kommunizierend mit dem Tiegelinnern, etwas abwärts geneigt und mit den freien Enden in kleine schalenförmige Vertiefungen am Boden der Grube mündend. „Nachdem das Schmelzgut samt Kohle in den Tiegel getan ward, wurde rings um den Tiegel die Grube mit Brennstoff angefüllt, derselbe angezündet und von beiden Seiten mit einer Blasevorrichtung in das Feuer geblasen und so die Glut angefacht, bis das geschmolzene Eisen durch die Röhren in die schalenförmige Vertiefung abfloss, dem dann die flüssige Schlacke folgte“. — Eine solche Grube bei Rudic war bis auf wenige Reste von Tiegeln und Röhren leer, aber ihre Wände waren festgebrannt. Bei Habruvka dagegen stand in einer Grube noch der Tiegel, halb mit Schlacke gefüllt; die 6 Röhren waren alle von demselben abgebrochen, jedoch in ihrer ursprünglichen Lage mit dem freien Ende gegen die Grübchen gerichtet; einige waren noch mit der im Flusse erstarrten Schlacke, entweder ganz oder zur Hälfte ausgefüllt, andere an ihrem freien Ende mit Schlacken umhüllt. In den schalenartigen Vertiefungen fanden sich mitunter Reste von Eisen, oder sie waren mit Schlacke erfüllt, die die Form der Schale angenommen hatte und mit einem kurzen Halse sich in den Kanal der Röhre fortsetzte. — „Das Eisen, welches durch diese zweite Schmelzweise erzeugt wurde, war ein körniges, weisses und sprödes Eisen und ausgeschmiedet mehr oder weniger von kaltbrüchiger Beschaffenheit“. Im Text der Wiener Mitteilungen, S. 316, fehlen die Worte „und ausgeschmiedet“; sie sind nachträglich von Wankel selbst als Ergänzung hinzugefügt worden, um seine Meinung klar zum Ausdruck zu bringen, dass in diesem zweiten Verfahren schmiedbares Eisen in flüssiger Form erhalten sei. Veranlasst wurde dieser Zusatz durch eine Äusserung Becks in dessen „Referat“¹⁾ über die Wankelsche Arbeit (nach der Sonderausgabe), in dem es bezüglich der Worte „Das Eisen . . . Beschaffenheit“ heisst: „Er (Wankel) hält augenscheinlich dieses Eisen trotz des geflossenen Zustandes für eine Art von Schmiedeeisen“.²⁾ — Wankel bejaht dies ja nun durch obigen Zusatz ausdrücklich, und nur eine scheinbare Konzession macht er, wenn er bezüglich des zweiten Verfahrens in seiner „Replik“³⁾ S. 271 schreibt: „Ich will zwar nicht die Möglichkeit absprechen, dass bloss die Schlacke

1, Archiv f. Anthropologie XII (1879–80), S. 92–93. Das „Referat“ ist 1879 geschrieben.

2) Nicht alle kritischen Äusserungen Becks zu Wankels Arbeit halte ich für begründet; so wenn er („Eisen“ S. 632) sagt: „Die hohlen Füße eines Topfes, denn so sind die Tiegel abgebildet, können unmöglich gleichzeitig Düsen und Abflussröhren gewesen sein.“ Für Füße kann man sie nicht halten, denn es heisst ja, sie kommunizierten mit dem Innern; also sollte entweder etwas durch sie hinausfliessen, oder sie müssten wirklich Düsen gewesen sein, d. h. die Gebläseluft ins Feuer geleitet haben; aber davon sagt ja Wankel gar nichts. Dennoch spricht auch Gurlt von Tondüsen, vielleicht Beck folgend, dessen Werk kurz vorher erschienen war. (Siegener Blätter Nr. 15, S. 158.)

3) „Replik“ Archiv f. A. XII 270–1, im Novemberheft 1879. In dieser Replik behauptet Wankel auch, „Gussfladen“ an Ort und Stelle gefunden zu haben, und diese sind es wohl, welche Gurlt zur Äusserung veranlassten, Wankel habe dünne Kuchen

abgeflossen und das Roheisen zurückgeblieben ist, die Röhren vielleicht etwas höher angebracht waren, was, da der Boden des Tiegels ganz zerstört war, nicht so genau kontrolliert werden konnte, glaube aber, dass, wenn sich einmal starkflüssige Schlacke bildet, sich auch flüssiges Eisen bilden wird, welches, als spezifisch schwerer, die tiefsten Stellen einnehmen und früher abfließen muss.“ Also war nach Wankel das Abfließen des Eisens nur abhängig von der Höhenlage der Röhren über dem Gefässboden, an sich aber wäre flüssiges Eisen da, welches gegebenenfalls hätte abfließen müssen, und dieses Eisen soll Schmiedeeisen gewesen sein! Für uns aber steht es fest, dass geschmolzenes Schmiedeeisen nicht durch die Röhren floss, wohl aber konnten Luppenteilchen durch die fließende Schlacke mitgerissen sein und es mochten demnach auch in den Grübchen, in welche die Röhren mündeten, Eisen- teilchen gefunden werden.

Übrigens war Wankel vermutlich bei Schilderung seines zweiten Verfahrens, namentlich hinsichtlich des Fließens des Eisens, beeinflusst durch eine Erzählung Peter Kolb's, betreffend die Eisengewinnung bei den Hottentotten, die er S. 299 nach Lubbock,¹⁾ wie folgt, wiedergibt: „Sie graben an einer erhöhten Stelle ein Loch in die Erde, das gross genug ist, um eine gehörige Menge Eisenstein zu fassen. In diesem Loche soll das Eisen aus dem Erze geschmolzen werden. Ungefähr anderthalb Fuss von dieser Grube entfernt machen sie eine zweite etwas kleinere, tiefer gelegene Höhlung. Diese ist dazu bestimmt, das geschmolzene Eisen aufzunehmen. Dasselbe fliesst durch einen engen, die beiden Gruben verbindenden Kanal hinein . . . Sie füllen fast die ganze Grube mit Eisenstein aus. Dann zünden sie über demselben ein grosses Feuer an, das sie von Zeit zu Zeit mit neuem Brennmateriale versorgen, bis alles Eisen geschmolzen und in das kleinere, für diesen Zweck gegrabene Loch gelaufen ist. Sobald das Eisen in dieser kleinen Grube erkaltet ist, nehmen sie es heraus und schlagen es mit Steinen entzwei. Die so erhaltenen Stücke erhitzen sie gewöhnlich in anderen Feuerstätten, klopfen sie mit Steinen zurecht und formen Waffen daraus.“

Die Übereinstimmung des Wankelschen Verfahrens mit dem der Hottentotten ist gross; die obere Grube des letzteren ist bei Wankel

von einem „harten, weissen, kristallinischem Roheisen gefunden, die sich als sehr dünnflüssiges Gusseisen herausstellten“; denn ich finde sonst bei Wankel nichts, was als „dünne Kuchen“ gedeutet werden könnte, und die von Wankel, Wiener Mitt. 8, 316, gegebene Charakterisierung des im zweiten Verfahren erzeugten Eisens als „körnig, weiss und spröde“ entspricht etwa der Gurlts. Aber dies ist ja eben jenes Eisen, welches Wankel durch seinen oben erörterten nachträglichen Zusatz ausdrücklich als schmiedbar bezeichnet!

Auch Freise erwähnt dünne Kuchen von hartem, weissem, feinkörnigem Gusseisen, bei Rudic und Habruvka gefunden; er entnahm das aber wohl, wenig verändert, Gurtl, dessen Arbeit 11 Jahre vorher herauskam. [Stahl und Eisen, 27 (1907) S. 1693.]

1) Siehe John Lubbock, Die vorgeschichtliche Zeit, aus dem Englischen von A. Passow, Bd. 2, Jena 1874, S. 136.

durch den hochgestellten Tiegel ersetzt, die Rinne durch die Röhren des Tiegels. In der Kolbschen Originalpublikation¹⁾ fliesst auf der beigegebenen Abbildung ein mächtiger Strom in die untere Grube, natürlich aber nicht Eisen, sondern Schlacke. Das Eisen, das ich mir grösstenteils in Wankels Tiegel zurückbleibend dachte, blieb auch hier sicher in der oberen Grube, entging aber dort der Aufmerksamkeit Kolbs, der es wohl erst sah, nachdem es abgekühlt, am nächsten Tage herausgenommen war; denn bei Kolb heisst es: so lauffet das flüssige Eisen dahinein (in das untere Loch) und wird kühle: des andern Tags aber heben sie ihr ausgeschmolzenes Eisen auf. —

Ich versuchte nun, mir ein Bild von der Sache zu machen, und kam auf den Gedanken, ob nicht die Tiegel oder Töpfe, wie man sie nennen will, dazu gedient haben könnten, Schlacke, von einer Schmelzung in einer gewöhnlichen Herdgrube oder in kleinem Ofen, erneut in ihnen zu verflüssigen, um kleine, in sie eingeschlossene Eisenteilchen, welche sich bei der ersten Operation nicht zu einer grösseren Luppe vereinigt hatten, zu sammeln. Ähnliches kennt man auch aus anderen Gegenden. So berichtet Russeger²⁾ über die Eisengewinnung im Ost-Sudan, dass Schlacke, die bei einer ersten Schmelzung gewonnen wurde, aber mit Körnern von reduziertem Eisen, mitunter von bedeutender Grösse, gemengt sei, einer zweiten, nur kurze Zeit dauernden Schmelzung unterworfen wurde, und zwar, soviel ich verstehe, für sich allein, nicht etwa als Zusatz zu einer neuen Menge Erz; denn jene erste Schmelzung dauerte viel länger. Man erhält dann wieder ausser einer wertlosen Schlacke auch eine, welche sichtbar mit metallischem Eisen gemengt ist und von neuem zur Verschmelzung kommt, zu unterst aber einen graupigen, von Schlacke mehr oder weniger durchdrungenen Eisenkönig.

Hier wird freilich die Umarbeitung der Schlacke in denselben kegelförmigen Gruben ausgeführt, in welchen die erste Schmelzung stattfand, aber auch für die Ausführung der zweiten Schmelzung in Tiegeln gibt es vielleicht Beispiele. Schweinfurth sagt³⁾ von den Bongo: „Die mit Kohlen vermengten Schlacken werden wiederholt erhitzt und die schweren Partien, die sich in Form von Blättchen und Körnchen ausscheiden, dem Schmiedefeuer ausgesetzt in faustgrossen Tontiegeln. Dieses Eisenschrot, in einem rotglühenden Kontakt untereinander, wird mit grossen Steinen zu festen Klumpen gehämmert und durch das viele

1) Peter Kolb, *Caput Bonae Spei Hodiernum* oder *Peter Kolbens Reise an das Capo du bonne esperance, oder das Afrikanische Vorgebürge der guten Hoffnung*, Nürnberg 1719, fol. S. 515–16, mit Taf. 16, Fig. 1, lit. a.

2) Joseph Russeger, *Reisen in Europa, Asien und Afrika 1835–41*, Bd. 2, Teil 2, Stuttgart 1844, *Reise in Ost-Sudan*.

3) Georg Schweinfurth, *Im Herzen von Afrika*, I, Leipzig 1874, S. 227 u. 305. — Ich verweise noch auf meine Ausführungen *Zeitschrift f. Ethnol.* 1909, 66–69, zu der Arbeit des Herrn Schliz über angebliche Eisenhütten im Neckargau, wo ich auch schon eine Verwendung von Tiegeln in der Weise, wie ich sie hier voraussetze, für wahrscheinlich erklärte.

Schmieden wird der letzte Schmutz aus ihnen entfernt; solchergestalt besteht das Eisen im Lande, von dem weit mehr als die Hälfte durch den Brand verloren geht, nur aus zahllosen kleinen Partikelchen, die der Fleiss der Eingeborenen zusammenschweisste. An Homogenität und Plastizität der Masse erreicht das derart gewonnene Metall unsere besten Sorten von Schmiedeeisen.“

Möglich ist allerdings, dass diese kleinen Tiegel nichts anderes sind, als aus Gras und nassem Lehm geformte Hüllen, wie sie v. Lusch an im November 1908 in der Berliner Anthropologischen Gesellschaft vorlegte als in Togo zum Zusammenhalten der kleinen Luppenteilchen behufs Ausschmiedens zu Geräten gebräuchlich; die Bezeichnung „faust-gross“ würde dem entsprechen, auch der Form nach. Aber die Existenz der Wankelschen Tiegel oder Töpfe mit den Röhren kann man doch nicht einfach leugnen und eine andere Erklärung für deren Gebrauch wüsste ich nicht. Voraussetzung dafür ist natürlich, dass man die grossen Gefässe genügend erhitzen konnte, die Schlacke in ihnen zu schmelzen. Die nach Abfluss derselben zurückgebliebenen Eisenteilchen konnten dann, wenn sie nicht schon ohnehin zu einer grösseren Masse zusammengebacken waren, immer noch so, wie in Togo, behandelt werden.

Das Ergebnis unserer bisherigen Untersuchungen über die von Wankel erforschten Schmelzstätten findet noch eine Bestätigung durch den weiteren Inhalt seiner in den Wiener Mitteilungen a. a. O. veröffentlichten Arbeit. S. 318—24 handelt er nämlich über eine der von ihm erforschten Höhlen, die Býčískála- oder Stierfels-Höhle, welche unterhalb der Fundstellen bei Rudic und Habruvka in der Schlucht Josefstal sich befindet. In der Vorhalle, d. h. dem nächst dem Eingang gelegenen Teil der Höhle, hatte Wankel bereits im Jahre 1869 einige Vorarbeiten angestellt, im Oktober 1872 unternahm er die systematische Untersuchung.¹⁾

Hierbei machte er überaus reiche Funde, die er der Hallstattzeit mit Recht zuweist; namentlich fand er auf einem Platz, den er als Schmiedestätte ansieht, grosse Mengen Eisen, wie Barren, Haufen von unförmigen halbgeschmiedeten Stücken, einen 8 kg wiegenden grossen Keil, der seine Unfertigkeit dadurch verrät, dass das eine Ende zwar schon in eine Spitze ausgehämmert, das andere aber erst im Beginne der Bearbeitung sich befindet; Eisenstäbe, an deren Ende Eisenklumpen angefrischt waren; ein 6—8 kg schweres, unregelmässiges Bruchstück sehr harten und zähen Luppeneisens, das die erste Hämmerung durchgemacht hat. Aber auch eiserne Werkzeuge waren reichlich vorhanden, riesige Hämmer, schwere Stemmeisen und Keile, Feuerzange, Amboss, daneben Nägel, Haken, Messer, Sichel, Schlüssel usw. — Auch Bronze wurde in der Höhle verarbeitet, und zwar sowohl geschmiedet, als ge-

1) Diese Daten finden sich nicht in den Wiener Mitteilungen, vielmehr in einer Monographie Wankels, Bilder aus der mährischen Schweiz und ihrer Vergangenheit, Wien 1882, auf die wir noch zurückkommen. Aber sie sind für Beurteilung der Sachlage unbedingt erforderlich.

gossen; Gussformen aus Bronze oder Tonschiefer, zu denen sich entsprechende bronzene Zierstücke fanden, beweisen letzteres. Aber nicht ein einziges Stück in Eisenguss wird in dieser ersten Mitteilung Wankels über den Befund in der Býčískála-Höhle erwähnt; sie wurde Januar 1879 veröffentlicht, also wohl 1878 niedergeschrieben. Dies Datum sich zu merken, ist wichtig. Das Schweigen über gegossene Eisensachen ist um so sonderbarer, als Wankel, und dies gewiss mit Recht, das Eisen, welches hier verarbeitet wurde, den Produktionsstätten zu Rudic und Habruvka zuschrieb, das doch seiner Meinung nach im allgemeinen schmelzbar, wenn auch zugleich schmiedbar war! Hiernach konnte man nur annehmen, dass er bei seinen Untersuchungen in der Höhle 1869 und 1872 gusseiserne Stücke nicht gefunden habe. In seiner „Replik“¹⁾ auf Becks „Referat“, November 1879, heisst es jedoch S. 271: „Was aber das dünnflüssige Eisen anbetrifft, das die Alten nicht gekannt haben sollten, und wenn dies der Fall war, nicht verwerten konnten — wie Herr Dr. Beck sagt —, so muss ich dem entschieden widersprechen, denn dass sie ein solches kannten und auch verwerten konnten, dafür spricht ein eiserner hohlgegossener Ring mit sehr dünnen Wänden und einer deutlich erkennbaren Gussnaht unter den Fundobjekten der Býčískála-Höhle. Derselbe setzt eine Form mit einer Kerneinlage und sehr dünnflüssiges Eisen voraus. Es ist auch nicht anzunehmen, dass die Alten, wenn sie dünnflüssiges Eisen hatten, dasselbe nicht zu verwerten gewusst hätten, da sie ja mit dem Bronzeguss so vertraut waren.“ Aber um so näher hätte es doch gelegen, bei Erwähnung gegossener Bronze aus der Höhle auch dieses überaus wichtigen eisernen Stückes zu gedenken! So etwas vergisst man doch nicht in einer Arbeit, die ausführlich auch über geschmolzenes Eisen handelt! Beck bestritt dann auch in einer „Antwort“ Januar 1880 sogar die Möglichkeit, selbst heutzutage einen derartigen Ring in Eisenguss herzustellen, und erklärte das fragliche Stück, indes ohne es gesehen zu haben, für blechern, die Gussnaht für eine Nietnaht.²⁾ Wankel aber brachte den Ring mit anderen Stücken seiner Sammlung 1880, gelegentlich der Versammlung deutscher Anthropologen zu Berlin, dorthin, und legte ihn dem Oberberghauptmann v. Dechen aus Bonn vor, der ihn als gegossen anerkannte.³⁾ Dann

1) Archiv f. Anthrop. XII, 270–71.

2) Archiv f. Anthrop. XII. 419.

3) Im Katalog der Ausstellung prähistor. u. anthropolog. Funde Deutschlands zu Berlin, 1880, von A. Voss, ist der Ring nicht aufgeführt; es heisst dort nur im Nachtrag S. 33: Fundgegenstände aus prähistorischen Eisenschmelzstätten Mährens (Sammlung Dr. H. Wankel, Blansko). Die obige Angabe entstammt einem Briefe Wankels an die Redaktion des Archiv für Anthropologie [Bd. 16 (1886), S. 657–8]. — Da die Kenntnis der Form des Ringes zum Verständnis der hier folgenden Auseinandersetzung unbedingt erforderlich ist, teile ich, vorgehend, Stellen mit, an denen eine Abbildung desselben sich findet: das sind 1. Bonner Jahrbücher Heft 81 (1886), S. 222, in einer Arbeit von Gurlt; 2. danach Verhandl. d. Berliner Anthropol. Ges. 1886, S. 375, in einer kleinen Mitteilung

ruhte die Angelegenheit mehrere Jahre. Sogar in einer neuen selbständigen Schrift Wankels: „*Bilder aus der mährischen Schweiz*“, Wien 1882, einem reizenden Werk, zeugend von edler Begeisterung des Autors für die Gegend seiner langjährigen ärztlichen Tätigkeit und wissenschaftlichen Forschungen, in dem ein Bericht über die Býčískála-Höhle einen nicht unbedeutenden Raum einnimmt und durch Abbildungen erläutert wird, kam Wankel nicht mehr auf den Ring zurück. Und doch hätte dies um so näher gelegen, als unter den bronzenen Fundstücken sich zwei Armringe befanden, die zwar sehr viel grösser (24 cm im Durchmesser), auch in der Konstruktion nicht gerade identisch, aber doch jenem eisernen nahe verwandt sind, wie die Abbildung eines derselben bei Wankel, S. 406 rechts, zeigt. Alle drei gehören nämlich zu dem, was A. Voss „*Wulst*“ nannte.³⁾ Abgesehen von Material und Grösse liegt der Unterschied darin, dass der eiserne Ring völlig zum Kreise geschlossen ist, die beiden bronzenen dagegen klaffen, also zwei freie Enden zeigen, die etwas voneinander abstehen; alle drei sind aber hohl und innen geschlitzt, d. h. am inneren Umfange offen. Ob freilich die sehr grossen Ringe Wankels gegossen sind, wie der eiserne, ist seinen Angaben nicht zu entnehmen, aber doch höchst wahrscheinlich.

von mir selbst; 3. in der Zeitschrift „*Stahl und Eisen*“ 27 (1907) S. 1693, Abbildung 16, in einer Arbeit von F. Freise, Frankfurt a. M. „*Das Eisenhüttenwesen im Altertum*“; hier auch als Abb. 17 eine Rekonstruktion der Gussform mit zugehöriger Erklärung.

Gurlt hatte sich den Ring 1885 zur Begutachtung übersenden lassen und macht nun a. a. O. genaue Angaben über alles, was zur technischen Beurteilung desselben erforderlich ist. Auch die Beschaffenheit der Gussform, die benutzt sein muss, wird hier schon erörtert. Siehe auch Siegerner Blätter Nr. 15, 1886, S. 160. Der Ring hat 43 mm äusseren und 20 mm lichten Durchmesser, er ist 23 mm dick, hat etwa 2 mm Wandstärke, ist aber nicht gleichmässig stark im Metall, und wiegt 22 g; sein spez. Gewicht ist = 6,98. „Er besteht aus einem sehr feinkörnigen, grauen Gusseisen, in dem der Chemiker Dr. Edmund König in Wien qualitativ einen beträchtlichen Phosphorgehalt nachgewiesen hat. Dadurch erklärt sich auch seine geringe Wandstärke.“ Phosphorhaltiges Eisen ist dünnflüssig, der Ring ist in einer geteilten Form gegossen.

3) Merkbuch, *Altertümer aufzugraben usw.*, 2. Aufl. Berlin 1894, Taf. 6, 17 u. S. 48 aus Westpreussen. — Julie Schlemm, *Wörterbuch zur Vorgeschichte*, Berlin 1908, S. 249. — Solche Wulstringe zeigen u. a. auch folgende Werke: *Zeitschr. f. Ethnol.* Bd. 20 (1881, Verhandl. S. 563, Fig. 1, von Bagemühl in der Uckermark. — A. Lissauer, *Altertümer der Bronzezeit in Westpr.*, Danzig 1891, Taf. VIII Figg. 2–6, Depotfund von Trampken, Kr. Danziger Höhe. — J. Undset, *Das erste Auftreten des Eisens in Nordeuropa*, Hamburg 1882, S. 370, Fig. 50, von Jügerspriis auf Seeland. Nur gegossene Ringe gehören hierher, nicht aus Blech gefertigte.

Dem eisernen Ringe Wankels im Bildungsprinzip gleich sind zwei bronzene nämlich 1. Nr. II 6741 des Kgl. Mus. für Völkerkunde, Berlin, von Triglitz, Kr. Ost-Priegnitz, Reg.-Bez. Potsdam, und 2. einer von Trulick, Kr. Fischhausen, Reg.-Bez. Königsberg, abgebildet bei A. Bezenberger, *Analysen vorgeschichtlicher Bronzen Ostpreussens*, Königsberg i. Pr. 1904, S. 67, Fig. 78, *Prussia-Sammlung II* 190. Auch im Katalog des Pr. Mus., Teil I, Königsberg 1906, von H. Kemke, S. 44–45. Beide sind völlig zum Kreise geschlossene, auf der Innenseite der Länge nach geschlitzte, gegossene Hohlringe, wie der eiserne Wankels, sie machen aber einen ganz anderen Eindruck, weil sie nicht das Massige der Wulstringe an sich haben. Solchen Ringen ist der Wankels schwerlich unmittelbar nachgebildet. — Verwandt sind ja übrigens auch die Nierenringe mit geschlossenem Mittelknoten, Voss, *Merkbuch*, Tafel 6, 23; Schlemm, S. 372, Fig. a.

Das Schweigen Wankels auch hier wieder lässt doch die Vermutung zu, dass er seiner Sache nicht ganz sicher war; vielleicht dachte er selbst, es könne sich um ein jüngeres Erzeugnis handeln, das auf irgendeine Weise in die Höhle gelangt und nachträglich überdeckt war. Freilich versicherte Wankel noch am 5. November 1885 von Olmütz, seinem späteren Wohnsitz, aus brieflich Herrn Dr. Gurlt, der fragliche Ring sei von ihm persönlich im Oktober 1872 der unberührten, nie vorher durchwühlten Erdschicht entnommen; er habe in etwa $\frac{1}{2}$ m Tiefe unter einem grossen Kalksteinblock und unter einer Schicht verkohlten Getreides, unmittelbar auf dem Höhlenlehm gelegen.¹⁾ Sollte aber Wankel nicht doch vielleicht Verdacht gehegt haben, dass man ihm einen Streich gespielt und den Ring untergeschoben habe? Man muss bedenken, dass Wankel Arzt an einem grossen Eisenwerk war, welches auch im Guss Vorzügliches leistete²⁾, und es liegt nahe, anzunehmen, dass die Auffindung der beiden bronzenen Wulstringe zur Herstellung des eisernen erst anregte. Zu dieser Ansicht war ich gelangt, ehe ich wusste oder genügend beachtet hatte, dass Wankel später, um Beck zu widerlegen, in Blansko einen gleichen eisernen Ring hatte giessen lassen, wie jenen von ihm angeblich gefundenen,³⁾ wodurch ja erwiesen wurde, dass es möglich war, einen Ring, wie den in Frage kommenden, in Eisenguss auch in Blansko herzustellen. Dies bestärkt mich aber zu der Vermutung, man könne sich mit Wankel einen, allerdings sehr unangebrachten Scherz erlauben haben. Denn dass er wissentlich falsch aussagte, möchte ich nicht annehmen; vielleicht fand er nur nicht den Mut, seinen Verdacht zu äussern, zog vor, in seinen beiden Hauptpublikationen über den Ring zu schweigen, wodurch allerdings das Stück, wäre es auch antik, alle Beweiskraft verliert. Gurlt freilich äussert in seinen beiden, auch die Forschungen Wankels in der Býčskála-Höhle eingehend besprechenden Arbeiten keinerlei Zweifel bezüglich der Fundangaben und sieht in Spuren, dem Ringe anhaftenden Kupfergrüns einen Beweis dafür, dass er lange Zeit mit Gegenständen von Bronze oder Kupfer in einer feuchten Umgebung gelegen hat. Aber, obgleich er beide Arbeiten Wankels, sowohl die in den Wiener Mitteilungen, als auch die „Bilder“ kennt, ist es ihm gar nicht aufgefallen, dass in ihnen gerade der eiserne Ring nicht erwähnt wird. Auch Gsell nimmt den Ring ohne weiteres als beweisend an, scheint aber die Originalarbeiten Wankels überhaupt nicht zu kennen, folgt einfach Gurlt. (Dissertation 1910, S. 100—101.)

8. G. Pauthier und Bazin berichten in ihrem Werk: *Chine moderne*, Paris 1853 [d. i. L'Univers, Asie, 10] p. 125—26, über eine eiserne Kettenbrücke im chinesischen Bezirk King-toûng (der direkt vom Gouvernement Pè-king ressortiert), benannt Lân-tsin-khiáo, d. h. „Brücke, die über den Lân führt“, erbaut 58—76 n. Chr., repariert Anfang des

1) Bonner Jahrb. Heft 81 (1886) S. 220—21.

2) Wankel, Bilder S. 109—11.

3) Archiv f. Anthropol. 16 (1886) S. 657, oben rechts.

15. Jahrhunderts, gestützt auf Felsen am Flussufer und auf gusseiserne Säulen. Über die Art, wie die Natur des Eisens festgestellt worden, wird nichts gesagt; dennoch kann die Angabe, da es sich um China handelt, wohl richtig sein. Es sei hier erinnert an meine Mitteilung über Gewinnung flüssigen Eisens in Tiegeln, wie sie in China in grossem Massstabe in unseren Tagen ausgeführt wurde und wahrscheinlich in sehr ferne Zeiten zurückreicht (Zeitschr. f. Ethnologie 1909, S. 69 ff.). Immerhin wäre eine fachmännische Prüfung des Materials jener Säulen am Platz gewesen, sonst könnte es hier später ähnlich ergehen, wie mit der berühmten Säule, dem Lâht (Stab) von Dehli in Indien. Diese, welche nach Feststellung durch Leutnant Spratt bei einer Gesamtlänge von 27 engl. Fuss mit 24 Fuss über den Boden hervorragt, hielt man früher für bestehend aus einer Metallmischung, einer Art Bronze, und für gegossen, bis von einer durch A. Cunningham am unteren Teile der Säule entnommenen Probe des Metalls von den englischen Metallurgen Percy und Murray Thomson festgestellt wurde, dass es sich um Schmiedeeisen handle vom spezifischen Gewicht 7,66.¹⁾ Für Bronze hielt man das merkwürdige Stück wegen des eigentümlich gelblichen Aussehens seines oberen Teils, hervorgerufen wohl durch einen leichten Rostansatz. Eine stärkere Rostung aber scheint dadurch verhindert zu werden, dass Eingeborene mit angefettetem Körper häufig an der Säule hinaufklettern. Sie ist aus lauter einzelnen Luppen von etwa 50 Pfd. engl. Gewichts zusammengeschweisst und somit ein Wunder der Schmiedekunst. Abbildung bei Beck Fig. 36 auf Seite 218.

Nach unseren bisherigen Ausführungen ist klar, dass Übereinstimmung in der Frage der Kenntnis des Gusseisens im Altertum nur erreicht werden kann, wenn in Zukunft die genaueste Feststellung der Fundumstände vereinigt wird mit einer unbedingt zuverlässigen Ermittlung der Qualität des Eisens. In letzterer Beziehung sind aber seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ausserordentliche Erfolge erzielt worden.

1) Journal of Iron and Steel Institute, vol. II, 1872, p. 156. — Die Erzeugung geschmolzenen Eisens beschränkte sich übrigens in Asien nicht auf China; der indische, weltberühmte Wutz (Wootz), eine Art Gussstahl, wird ebenfalls in Tiegeln erzeugt, seltener direkt aus den Erzen, meist durch Umwandlung von Eisenluppen in Stahl. Hierbei waltet dasselbe Prinzip ob, das ich a. a. O. als notwendig zur Erzeugung flüssigen Eisens in Tiegeln erörterte, nämlich Vermeidung der Bildung von Kohlensäure in den Tiegeln (welche eine Oxydation des Eisens bewirken würde), indem man in die Tiegel, neben Erz oder Eisen, auch Holz und Blätter gibt, die beide reduzierend wirken, und ausserdem an manchen Orten die Tiegel mit tönernen, gut verschmierten Deckeln schliesst, um das Eindringen von Verbrennungsgasen aus dem Ofen zu verhindern. Siehe Beck, Eisen S. 241–3. — Dass man durch Kohlung von Schmiedeeisen im Tiegel auch im Altertum würde haben Gusseisen erzeugen können, nahm, nach Blümner T. u. T. IV 358–9, auch der Metallurge Wedding an, und wenn Gurlt, Siegener Blätter 15, 155, meint, man könne auch aus Eisenerz im Tiegel Gusseisen erzeugen, so ist der Zweifel Blümmers hieran nicht begründet. Es fragt sich nur, was im Altertum wirklich geschehen ist.

Während man früher ohne chemische Analyse nicht auskommen konnte, durch die namentlich Kohlenstoffgehalt und -form festgestellt werden mussten, erübrigt sich solche Analyse jetzt ganz, da man durch das sogenannte metallographische Verfahren mit erstaunlicher Sicherheit die Natur eines Eisens bestimmen kann, und zwar, was für Gegenstände aus dem Altertum besonders wichtig ist, praktisch genommen, ohne jegliche Beschädigung des zu untersuchenden Stückes, während zur chemischen Analyse immerhin soviel Substanz erforderlich war, dass bei wertvollen Objekten der Widerstand der Sammlungsvorstände eine Probenahme nicht gestattete.

Die Metallographie beruht im wesentlichen auf der mikroskopischen Beobachtung ebener, sorgfältigst geätzter und polierter Schliffflächen an Metallen im auffallenden Licht. Durch Photographie lässt sich das Bild festlegen und demnach projizieren und in Druck wiedergeben. Namentlich über die Konstitution des Eisens gibt sie die wichtigsten Aufschlüsse. Sie gestattet, festzustellen, ob der Kohlenstoff in einem Eisen vollständig gelöst ist (als „Härtungskohle“), oder ausgeschieden als Graphit, oder als ein Eisenkarbid, d. h. als eine Verbindung von Eisen mit Kohlenstoff, deren es eine ganze Menge gibt, so Austenit, Martensit, Zementit, Ferrit, Perlit, Troostit; von diesen ist Ferrit nahezu kohlenstofffrei. Es lässt sich auch ermitteln, ob ein Eisen Schlackenteile enthält, was natürlich ein Fehler wäre. Sehr kleine Schliffflächen genügen für diese Feststellungen, und man kann sie an Stellen anbringen, die für den künstlerischen Wert eines Objektes völlig bedeutungslos sind, so bei einer Statuette unter dem Fuss. Selbst wenn an solchen Stellen nur dicke Rostmassen sich zeigen, kann das Abschleifen schliesslich doch eine kleine Metallfläche freilegen, deren Betrachtung ein unzweideutiges Ergebnis liefert.

Nun hatte ich schon vor Jahren mit Herrn Prof. Dr. Zahn im hiesigen Kgl. Antiquarium eine eiserne figürliche Darstellung betrachtet, welche mir wegen der ausserordentlichen Zerstörung durch Rost aus Schmiedeeisen zu bestehen schien, und es wurde verabredet, Herrn Prof. Dr. Weeren, Metallurgen der Technischen Hochschule in Charlottenburg, um sein Urteil zu bitten und nötigenfalls eine Analyse zu machen. Wegen Erkrankung des Herrn Weeren kam es aber hierzu nicht; erst 1913 erinnerte mich Herr Zahn wieder an die Sache, und ich setzte mich mit dem Nachfolger des Herrn Weeren, Herrn Geh. Rat. Prof. Mathesius, in Verbindung, welcher bereitwilligst unseren Wünschen entgegenkam, aber auch statt der Analyse die metallographische Untersuchung empfahl. Es wurde dann gleichzeitig beschlossen, noch ein zweites Stück des Antiquariums zu prüfen, welches inzwischen eingelaufen war. Herr Direktor Th. Wiegand, der Leiter der Antikenabteilung, gab seine Einwilligung und bestimmte Herrn Dr. Köster zur Wahrung der Museumsinteressen, während Herr Mathesius die Ausführung der Untersuchung dem Herrn Dr.-Ing. H. Hanemann, Vorsteher der metallographischen Abteilung der Technischen Hochschule,

übertrag. Allen Beteiligten sei hier verbindlichster Dank ausgesprochen. — Herr Hanemann hat inzwischen das Ergebnis seiner im Juli 1912 ausgeführten Untersuchungen in der Internationalen Zeitschrift für Metallographie, Bd. 4, Heft 3, Berlin 1913, S. 248 ff. veröffentlicht.

Das erste Objekt war ein Geschenk des Herrn Prof. Dr. Eugen Petersen, früheren ersten Sekretärs am Kais. Deutschen Archäologischen Institut in Rom, an das Kgl. Antiquarium. Herr Petersen wiederum hatte es von Herrn Augusto Castellani, dem bekannten Goldschmied in Rom, ebenfalls als Geschenk erhalten, es in den Mitteilungen des Kais. Deutschen Archäologischen Instituts, Römische Abteilung, Bd. 8, Rom 1893, S. 226—35, besprochen und auf S. 226 abgebildet. Auch gab er auf S. 227 eine Skizze, wie er sich die ursprüngliche, jetzt durch Rost sehr geschädigte Figurengruppe, dachte. Von vorne erscheint das Stück als kreisrunde Scheibe von 45 mm Radius, mit vier Figuren in sehr hohem Relief, eine Kampfszene darstellend, einer kämpfend gegen drei, von denen zwei bereits am Boden liegen. Petersen denkt an eine Gigantomachie, erinnernd an die von Pergamon, setzt das Stück ins 3. Jahrh. v. Chr. und hält es für das Zierstück eines Helmes oder Panzers. Über die Fundumstände ist nichts bekannt; es wurde erworben in Rom und vielleicht auch dort gefunden. Die Rückseite ist flach. Da ich, wie schon bemerkt, wegen der starken Verrostung das Material für Schmiedeeisen ansah, dachte ich mir die Herstellung des Stückes wie folgt: man bildete die Figurengruppe, indem man das Eisen glühend in eine Matrice hämmerte. Da die Figuren aber wohl unterschritten waren, wird man zur feineren Ausarbeitung Ziselierung vorgenommen haben; über Ziselieren von Eisen im Altertum siehe Blümner IV 360. Schnitt man doch auch die harten Steine der Gemmen aufs wunderbarste. Die Untersuchung des am Rande der Scheibe angebrachten Schliffs ergab denn auch, dass es sich um ein völlig schlackenfreies, nur aus Ferritkörnern bestehendes Material handelt, um reines Schweisseisen, schmiedbar, aber nicht direkt härtbar und nicht im flüssigen Zustande erhalten (Hanemann a. a. O. S. 256). —

Das zweite Stück, einen kleinen sitzenden Pan vorstellend, 56 mm hoch und an der Basis 41 mm breit, wurde 1902 von einem jungen deutschen Archäologen bei einem kleinen Händler in Athen gekauft, aber über die Fundumstände ist nichts bekannt. Hanemann gibt eine Abbildung in $\frac{1}{1}$ als Fig. 7. Leider lässt sie die Einzelheiten nicht gut erkennen, und so bringe ich hier eine Zeichnung von Herrn Max Lübke in Panków.

Es handelt sich im wesentlichen um eine Platte von 11 mm Dicke, deren Schmalseiten modelliert sind und dem Stück seinen Charakter verleihen, aber stellenweise noch die Gussnaht erkennen lassen. Die Breitseiten zeigen nur ein schwaches Relief ohne umgebenden Grund. Die Datierung „Beginn unserer Zeitrechnung“, die Hanemann

als Ansicht der Verwaltung des Kgl. Antiquariums wiedergibt, könnte, wie mir Herr Zahn sagt, zutreffen, da man ähnliches Relief ohne umgebenden Grund aus jener Zeit kennt.

Bemerkenswert sind Spuren von Vergoldung. Dass man im Altertum Eisen vergoldete ist richtig; wir erwähnten schon (S. 26) die Arbeit Benndorfs darüber. Aber auch die Renaissance- und die Rokoko-Zeit kannte derartiges. Im Oberlichtsaal des hiesigen Kunstgewerbemuseums sah ich im Pultschrank Nr. 131 mit Gold tauschierte, aber auch vergoldete Eisensachen des 16. Jahrhunderts aus Oberitalien, ferner eine vergoldete Schafschere des 17. Jahrhunderts aus Italien, eine desgleichen Lichtschere von ebenda aus dem 18. Jahrhundert; ferner aus Deutschland vergoldete Sachen des 18. Jahrhunderts, u. a. einen Stockknopf aus geschnittenem Eisen mit Gold tauschiert, Mitte des 18. Jahrhunderts; endlich, ohne Herkunftsangabe, eine eiserne Gürtelschnalle des 18. Jahrhunderts.

Abb. 1. Sitzender Pan aus Eisen. Kgl. Antiquarium Berlin. $\frac{1}{1}$.

Die Untersuchung unseres Pan nun ergab, dass er aus Gusseisen besteht; es wurden in einem an der Unterseite angebrachten Schliff als Gefügebestandteile gefunden: Graphit, Perlit, Ferrit und ternäres Phosphoreutektikum,¹⁾ d. i. ein inniges Gemenge dreier verschiedener, gleichzeitig erstarrter Verbindungen des Eisens mit Phosphor.

Herr Hanemann sagt: „demnach ist kein Zweifel, dass die Figur aus vergoldetem Gusseisen bestand. Soweit bekannt, würde dies der erste Nachweis sein, dass die Alten das Gusseisen gekannt hätten, falls die Echtheit des Stückes über allen Zweifel erhaben wäre. . . Da nun das Stück nicht nachweislich einer Ausgrabung entstammt, wird man vorsichtigerweise warten müssen, ob noch weitere ähnliche Funde gemacht werden, ehe man sich entschliesst, den Griechen und Römern die Kenntnis des Graugusses zuzuschreiben.“²⁾ —

1) Von *τζορ*, Schmelzen machen.

2) Siehe Internationale Zeitschrift für Metallographie Bd. IV, 1913, S. 248–56, die interessante Abhandlung des Herrn Hanemann, in welcher auch die Untersuchung verschiedener anderer eiserner Fundstücke mitgeteilt wird.

Es tauchen ja von Zeit zu Zeit immer wieder solche Funde von gusseisernen, angeblich antiken Gegenständen auf, aber um sie als wirklich antik gelten zu lassen, müsste der Finder selbst doch jemand sein, von dem man weiss, dass er volles Verständnis für die Bedeutung der Frage hat und sicheres Urteil bezüglich des Materials, aus dem ein Fundstück hergestellt ist.¹⁾

Wie wenig wahrscheinlich die Auffindung antiker eiserner Gussstücke ist, ergibt sich übrigens aus der vortrefflichen Arbeit des Fachmannes William Gowland „The metals in antiquity“. (Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland, 42 (1912) p. 235—87 (Taf. 25—29), wo das Eisen auf p. 276—87 behandelt wird.

Nachtrag

Im Einvernehmen mit Herrn Olshausen füge ich hier an, daß sich im Museum zu Namur einige Stücke befinden, die bisher für gusseisern und dabei römisch galten, die sich nun aber bei der näheren Besichtigung, die ich, angeregt durch den Olshausenschen Aufsatz, habe vornehmen lassen, die einen als wohl römisch aber nicht gusseisern, das andere als wohl gusseisern aber nicht römisch herausgestellt haben. Es sind

Abb. 2. Kriegerkopf aus Gusseisen. Renaissance-Museum Namur.

a) nach einer Mitteilung des Herrn Generals Rathgen aus Straßburg an Herrn Olshausen „zwei gusseiserne Henkelkrüge, gefunden in einer grossen römischen Villa, in deren Nebengebäuden allerhand Handwerkstätten eingerichtet waren: Schmiede, Giesserei, Schreinerei, Brauerei usw. Der eine ist 32 cm hoch und hat am Bauche 20 cm im Durchmesser, der andere ist 25 cm hoch und 16 cm weit. Die Krüge sind stark verrostet, aber sonst gut erhalten.“ Auf mein Ersuchen trat Herr stud. phil. Gerhard Bersu, zurzeit Unteroffizier auf der Funkenstation des Generalgouv. Brüssel, sich die Stücke in Namur zusammen mit Herrn General Rathgen angesehen. Er berichtet, dass sie „nach Form und

Fundort sicher römisch, aber nicht gegossen, sondern aus einzelnen Teilen zusammengenietet sind“.

1) Der Pan, den ich etwa Ende 1913 zuerst gesehen hatte und der damals noch so gut erhalten war, dass ich obige Zeichnung konnte anfertigen lassen, war Ende 1915 bereits im Verfall so weit vorgeschritten, dass ich ihm keine lange Dauer mehr zuschreiben kann, und das trotzdem er aus Gusseisen gefertigt war, welches weniger leicht rostet, als das kohlenstoffärmere Schmiedeeisen. Es ist dringend zu raten, alle solche Eisensachen einer konservierenden Behandlung zu unterziehen, wenn diese auch nur in einer Erwärmung in Leinölfirnis bestände, die nach einiger Zeit, wenn der Firnis völlig erhärtet ist, wiederholt werden kann.

b) Herr Bersu meldet dann weiter, dass als wirklich gegossenes Eisenstück der auf S. 44 abgebildete behelmte Kriegerkopf sich im Namurer Museum befinde, „der römisch sein soll und in einer Eisenhalde gefunden ist. Nach den Fundumständen“, fährt Herr Bersu fort, „also höchst zweifelhaft, ob römisch; ich würde ihn eher für Renaissance oder noch später halten“. Das ist auch meine Meinung, sowie die der verschiedenen Kunsthistoriker, denen ich die Abbildung zeigen konnte. Die spirale Locke im Bart spricht sehr für holländische Renaissance. Der Kopf wird von der römischen Kriegerfigur etwa eines gusseisernen Ofens stammen. Schuchhardt.

Bronzener Kamm von Nienbüttel. Die Zähne ergänzt. $\frac{1}{2}$

Zur Entwicklungsgeschichte der Mäanderurnen des Elbgebietes¹⁾

Von G. Schwantes

Wohl die Mehrzahl der Vorgeschichtsforscher ist der Ansicht, dass die Mäanderurnen den Höhepunkt der Entwicklung der altgermanischen Keramik bezeichnen. Mögen auch die Gefäße der spätesten römischen Zeit, zumal die Buckelurnen der sächsischen Bevölkerung der Nordseeküste, was technisches Können und Vielgestaltigkeit der Ornamentik betrifft, höher gewertet werden als die schlichten Erzeugnisse der frühen römischen Periode oder der spätesten Tènezeit — man vermisst an ihnen die nicht

1) Die in diesem Aufsatz entwickelten Anschauungen habe ich zuerst ausführlich in einem Vortrage vor der anthropologischen Gruppe des Hamburger Naturwissenschaftlichen Vereins im Jahre 1912 dargelegt und begründet. Die Grundgedanken jedoch wurden bereits 1910 in einem Vortrag, den ich vor dem Hannoverschen Landesverein für Vorgeschichte hielt, erörtert, aber mit der Abweichung, dass ich damals das Mäanderornament von Importware aus dem hellenistischen Kreise herleitete. In dem Hamburger Vortrage habe ich zuerst auf den Zusammenhang der Mäander- und Stufenornamente mit der Verzierung der Erzeugnisse der Spät-La-Tène-Metallindustrie hingewiesen (s. den Jahresbericht). Sehr gedrängt sind die wichtigsten Züge der Entwicklung auch im 1. Hefte des Werkes „Die Urnenfriedhöfe in Niedersachsen“, Hannover 1911, angedeutet. S. auch Lüneburger Museumsblätter Heft 9 S. 45 (Mai 1914) und Lüneburger Heimatbuch, Bremen 1914 Bd 2.