

auf etwas ganz Anderes hin, auf ein Moment, welches auch Herr Gewerberath Claussen schon mit einer Frage berührt, indem er nämlich schreibt: „Hat sich vielleicht Knallgas gebildet?“ Wenn, was aus dem ganzen Aufsatz zu entnehmen ist, die in Frage stehende Fabrik nach einem elektrolytischen Verfahren arbeitet und hier eine ungenügende Trennung der Gase vorsieht, so ist die Explosion eine einfache Knallgasexplosion, die vielleicht hervorgerufen ist: entweder durch hohen Druck oder auch durch die starke Oxydation des Glycerins bei 190 Atm. Ein Wasserstoffgehalt von 6 Proc. würde bereits genügen, und da vielfach ein Sauerstoff von 94 Proc. Reinheit mit 6 Proc. Wasserstoff in den Verkehr kommt, möchte ich bereits hier auf die ungeheure Gefährlichkeit dieses Gemisches hinweisen, eines Productes, welches die meisten elektrolytischen Verfahren geben. 6 Proc. Wasserstoff entsprechen 9 Proc. Knallgas, und da bereits 8,7 Proc. nach Bunsen die untere Explosionsgrenze bilden, liegt in der Verwendung und in der Versendung eines so verunreinigten Sauerstoffes eine grosse Gefahr.

So beklagenswerth daher auch die citirten Unglücksfälle sind, eine Beunruhigung braucht in der Verwendung des Sauerstoffes dadurch nicht einzutreten.

Sauerstoff-Fabrik Berlin, G. m. b. H. (vormals Dr. Th. Elkan).

Messing.

Von Paul Diergart.

Es ist zu begrüßen, dass mein Versuch, den naturwissenschaftlichen Standpunkt in der bisher fast rein philologisch behandelten Urgeschichte des *δρείχαλκος* zur Geltung zu bringen und naturwissenschaftlich gebildeten Lesern vorzuführen¹⁾, Herrn Privatdocent Dr. B. Neumann-Darmstadt Veranlassung gegeben hat, den Stoff von der specifisch metallurgischen Seite zu beleuchten und dadurch eine interessante wissenschaftliche Aussprache zu ermöglichen²⁾.

In der Hauptsache handelt es sich darum, ob der *δρείχαλκος* der alten Griechen vor dem 1. Jahrhundert v. Chr. mit wissenschaftlicher Gewissheit als Kupfer-Zinklegirung erwiesen ist. Neumann bejaht die Frage, während sie nach meiner Überzeugung nach wie vor offen bleibt und ihre Beantwortung allmählich den Charakter einer Sisypheusarbeit gewinnt. Soviel auch nach Neumann's Ausführungen die Identificirung des *δρείχαλκος* mit Messing schon in klassischer Zeit für sich haben mag, ich stimme ihr nicht zu, weil sonst die Ansichten der vielen

Schriftsteller bis zum Beginn der Kaiserzeit, d. h. bis zur erwiesenen Identität des *δρείχαλκος* mit Messing, über den Begriff des *δρείχαλκος* nicht derart auseinander gingen und verworren wären, wie sie in der That sind. Was *δρείχαλκος* im ältesten Griechenland chemisch bedeutet hat, bleibt Vermuthung und Theorie, weil es an Funden fehlt, die mit Rücksicht auf die verworrenen Aussprüche der Schriftsteller mit Sicherheit als aus dem Material des *δρείχαλκος* anerkannt werden können. Wenn Schrader's Identificirung von *δρείχαλκος* mit *ήλεκτρος* (Gold-Silberlegirung) und die Verwendung des *ήλεκτρος* als Wandbekleidung und Fussbodenbelag zwar etwas befremdend klingt, so ist deshalb Schrader's Ansicht noch nicht hinfällig. Die Thronessel und die goldenen Tische des alten Testaments sind mit Goldblech beschlagen gewesen, eine Sitte, die schon früh auch in Griechenland ihren Einzug gehalten hat. Wir finden auch dort Tische, Bettstellen u. A. mit Silberplatten, bei ärmeren Leuten auch mit Bronzeblech bedeckt. Vergl. Marquardt, Privatleben der Römer. Aus der Kaiserzeit denke ich an das goldene Haus des Nero. Friedländer (Darstellungen aus der Sittengeschichte Roms) behandelt eingehend den Silberluxus der Alten. Befürwortend für Schrader's Ansicht ist die ähnliche Farbe der beiden Legirungen. Herod. I, 50 und Strabo III p. 147 bezeichnen den *ήλεκτρος* als „weisses Gold“. Die Gold-Silberlegirung hat sogar schon vor Homer's Zeiten mannigfache Verwendung zu Schmucksachen gefunden, wie Schliemann's Funde aus Mykene darthun. Von gefundenen Schmucksachen aus Messing jener Zeit ist nichts bekannt. Vgl. Mart. Scheins *De electro veterum metallico*, Berol. 1871. Wenn Neumann bei den Blumen aus *δρείχαλκος* Hom. Hymne Ven. VI 9 einen Kunstguss für ausgeschlossen hält, so beweisen die zahlreichen Bronzekessel und sonstigen Gegenstände aus Mykene, dass der Kunstguss schon damals nicht mehr in seinen Anfängen gestanden hat. Und es liegt kein Grund vor anzunehmen, dass in nachmykenischer Zeit und erst recht zu der Zeit, in welche die betr. Hymne zu datiren ist, die Gusstechnik stehen geblieben sein wird. Die in Frage kommenden Aussagen des Aristoteles über die Messingmischung haben allerdings viel Wahrscheinlichkeit dafür, dass es sich um diese Legirung handelt. Es ist indess auffallend, dass er sie nicht *δρείχαλκος* nennt, sondern mit dem zwei- oder mehrdeutigen *χαλκός* bezeichnet. Ich bin aus culturgeschichtlichen Gründen überzeugt, dass Indien nicht als Heimat von Messing betrachtet werden darf. Wenn nun Aristoteles Mir. ausc. 62 p. 835 A. an der erwähnten Stelle und auch Philostrat häufig das wahrscheinliche Messing als indisches Metall bezeichnen, so ist nur möglich, dass das ihnen zur Verfügung gewesene Material entweder nicht von Messing oder nicht aus Indien gewesen ist. Neumann's Gründe, die indische Herkunft als einen Irrthum der Verfasser hinzustellen, sind einleuchtend, wenngleich dadurch die Identität des *δρείχαλκος* mit Messing zu dieser Zeit noch nicht erwiesen ist. Es heisst dort

¹⁾ Siehe diese Zeitschr. 1901, Heft 52.

²⁾ Siehe diese Zeitschr. 1902, Heft 21.

an derselben Stelle des Aristoteles, es werde bei den Mossinöken ein sehr glänzendes, helles (*λευκός*) Metall hergestellt, aber die Mischung, fährt er fort, „sei Geheimniss des Erfinders geblieben“. Das Bekanntwerden der Mischung in Griechenland zu dieser Zeit wäre hiernach ausgeschlossen, im Gegensatz zu Neumann's Aussage; auch bin ich mir keiner Belegstelle bewusst, welche die Übertragung des Geheimnisses auf griechischen Boden zu dieser Zeit (4. Jahrh. v. Chr.) beweist.

Schrader's Vergleich zwischen *δρείχαλκος*-Bergkupfer und dem altägyptischen nub-n-set-Berggold ist nur insofern haltbar, als beide Wörter die aus den Erzen gewonnenen, unlegirten Metalle bezeichnet haben mögen. nub-n-set übersetzt Lepsius, dessen Ausführungen über die Metalle für die Ägyptologie auch heute noch in der Hauptsache grundlegend sind, als Minengold, so wie es aus dem Erz geschmolzen wird. nub-n-mow ist eigentlich „Gold vom Wasser“, also Flussgold. *δρείχαλκος* würde dann Minenkupfer und *χαλκός* anderweitig gewonnenes, legirtes Kupfer sein. Die Zusammenstellung der Wörter *δρείχαλκος* und *χρυσός* in der betr. Hymne erinnert mich an die altbabylonische Incrustationstechnik, wo massive Metallgegenstände aus Kupfer und Bronze mit Goldblech eingefasst wurden. Vielleicht ist unter diesem *δρείχαλκος* etwas Ähnliches zu verstehen. Die stets einfach gehaltene Metalleinlage der babylonischen Funde könnte auch vielleicht „Minenkupfer“ sein, metallurgisch wäre dagegen nichts einzuwenden. Trotz der in Mykenes Fürstengräbern gefundenen Schmucksachen aus Goldsilber könnte das Volk seine Schmuckgegenstände aus solchem billigeren Material hergestellt haben. Wenn ich früher das ägyptische nub-n-set = Goldsilber setzte nach Schrader, so trifft es nach der neusten Forschung nicht mehr zu. Silber ist in Ägypten nicht heimisch, sondern erst später, aber auch noch in recht alter Zeit, aus Cilicien eingeführt. Eine absichtliche Goldsilber-Legirung ist neuerdings erst zur Zeit der 12. Dynastie, also zu Anfang des 2. Jahrtausends v. Chr. datirt worden. (Zeitschr. f. ägypt. Spr. 37, S. 95.)

Es ist wahrscheinlich, dass der *χαλκολίφανος* in der Septuaginta, den Lepsius, wie angegeben und besprochen, gleich Messing zu setzen geneigt ist, nichts Anderes als Kupfer gewesen ist, namentlich in Rücksicht darauf, dass den Phönicern die Kupferminen des Libanon offen gestanden haben. Die Kenntniss des Messings kann auch den alten Ägyptern nach dem vorliegenden Beweismaterial nicht zugeschrieben werden.

Wie dem auch sei, es kann sich bei den gegenwärtigen Mitteln der Wissenschaft nur um Vermuthungen handeln. Beweisend und widerlegend sind hier nur chemische Analysen sicher datirter Gegenstände. Die vorhandenen Messingfunde aus alter Zeit entstammen sämmtlich dem späteren Alterthum, aus klassischer Zeit finden sich keine Belege.

Es liegt jedenfalls Berechtigung zu folgender Annahme vor: Die Herstellung der Kupfer-

Zinklegirung ist in Rücksicht auf das kupferarme Hellas aussergriechischer Herkunft. Auf dem Wege des Handels ist die Mischung nach Griechenland gekommen, und zwar vielleicht schon sehr früh, ohne dass dort von der Herkunft und der Art und Weise des Stoffes etwas bekannt geworden wäre. Zur Zeit Plato's und des Aristoteles ist der Stoff scheinbar nur dem Namen nach bekannt, vielleicht in Folge davon, dass Handel und Industrie dieses Artikels aus irgend einem Grunde erloschen gewesen ist, der sich unserer Beurtheilung entziehen mag. Vor dem Ausgange der Republik ist die Mischung vielleicht nochmals erfunden und nach einem ähnlichen Stoffe benannt worden, dessen Name nur noch vorkam. Vielleicht sind hierauf die genaueren Kenntnisse des Dioskorides und Plinius über die Zinkerze zurückzuführen, ebenso wie die Verwendung der Zinkerze zur Münzprägung erst seit Ende des letzten Jahrhunderts vor Christus.

Was die Entdeckung der Kupfer-Zinklegirung angeht, so spricht sehr vieles dafür, dass Cypern die Heimath sei. Es erscheint mir wahrscheinlicher, dass sie durch zufällige Verschmelzung von Kupfer- und Zinkerzen hervorgerufen worden ist, als dass natürliche Messingerze zur Herstellung der Legirung angeregt haben, wie Neumann aus Ps. Aristot. mir. ausc. 58 p. 834, 22 zu schliessen geneigt ist. Schon der Sinn dieser Stelle ist mir unverständlich, weil ich nicht weiss, was *χαλκός κολυμβητής* ist, geschweige die ganze Sache, dass das Erz aus der Meerestiefe gefördert werde. Quid hoc sibi vult! Ausserdem sind die sogen. messingenen Bildsäulen zu Pheneos (Arkadien), die Aristoteles angiebt, nicht erhalten. Ich verweise diese ganze wunderliche Erzählung über das demonesische Erz aus der Meerestiefe, das weder früher noch später je wieder erwähnt wird, ins Reich der Fabel, nachdem ich von dem Für und Wider von Frantz und Hofmann in der Berg- u. Hüttenmännischen Zeitung 1881/83 Kenntniss genommen habe. Ich halte überhaupt die Bekanntschaft der Alten mit natürlichen Messingerzen für ausgeschlossen. Zunächst sprechen die sehr wenigen hierüber vorhandenen Notizen nicht sehr für die Bekanntschaft mit den Erzen, zumal bei allen die Glaubwürdigkeit in Frage steht. Plinius' Aussage Hist. nat. 34, 2, die von den Gegnern dieser Annahme hauptsächlich zur Vertheidigung ins Feld geführt wird, ist schwerlich ernst zu nehmen. Er schreibt sie nach Hörensagen oder aus unbekannten, bedenklichen Quellen und drückt sich zu allgemein aus, dass man ihn controliren könnte. Ausserdem liegt der Gegenstand seiner Rede in tiefer Vergangenheit. Jedenfalls reichen die vorhandenen Aussagen nicht hin, das Bekanntsein der Alten mit natürlichem Messing zu beweisen. Ferner sind die in Betracht kommenden Mineralien nicht allzu häufig und auch wohl im Alterthum nicht in grösseren Mengen vorhanden gewesen. Mineralogische Bücher berichten von keiner Fundstätte in den in Betracht kommenden Ländern, weisen vielmehr nur auf das Vorkommen dieser Erze in nördlicheren Gegenden hin.

Dies zur Geschichte des *δρεῖχάλκος*. In engem Zusammenhange damit steht die Geschichte des Zinks. Neumann versucht, den vielbesprochenen *ψευδάργυρος* Strabo XIII p. 610 als Tropfzink anzusehen gleich Frantz, Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1883, S. 158. Ich halte den *ψευδάργυρος* nicht für Zink, sondern für eine mit Sicherheit nicht zu identificirende Substanz, jedenfalls mit Zinkgehalt. Vorab zu bemerken ist, dass der *δρεῖχάλκος* des Strabo, nach den Zeitverhältnissen zu rechnen, wohl mit Sicherheit als Kupfer-Zinklegirung anzusehen ist, dass ferner der Ausdruck *ψευδάργυρος ἅπαξ εἰρημένον* ist. Die Ausführung des Strabo erscheint mir mit Hofmann unerklärlich und der Verhüttungsprocess chemisch und metallurgisch undenkbar. Strabo ist sich entschieden nicht klar gewesen über diesen Gegenstand seiner Rede. Er war kein Fachmann auf diesem Gebiet und hat daher vielleicht einige Ausdrücke verwechselt, die den Wirrwarr seiner Rede verursacht haben mögen. Meine irrtümliche Übersetzung von *ψευδάργυρος* mit Zink in meiner ersten Arbeit über Messing ist dadurch entstanden, dass es „(Zink?)“ heissen sollte, während in Folge Druckfehlers „(Zink)“ zu lesen ist. Das Vorhandensein metallischen Zinks und die Bekanntschaft der Alten mit demselben erscheint nun erst gar nicht erwiesen in Rücksicht darauf, dass Gegenstände dieses Metalles aus jener Zeit bisher nicht gefunden worden sind und auch nichts bei anderen Schriftstellern dafür spricht. In der fraglichen, auch von Neumann angezogenen Stelle des Dioskorides V, 84 kann nicht von Reduction des Zinkoxyds durch Kohle die Rede sein, wie auch Hofmann anführt. Wenn man ausserdem die complicirten Condensationseinrichtungen unserer Zinkhütten mit den Schmelzöfen der Alten vergleicht, so liegt kein Grund vor, den Alten die Kenntnis des metallischen Zinks zuzuschreiben.

Am Schlusse seiner Abhandlung beanstandet Neumann einige der von mir angeführten Beispiele zur Herleitung von „Messing“ aus dem lat. *massa*. Dies erscheint insofern ungerechtfertigt, als der Text und die in Noten angeführten Beispiele nicht nur die Etymologie des Wortes im engeren Sinne, sondern eine Geschichte desselben aus der Antike über das Mittelalter in die Neuzeit in grossen Zügen darstellen.

Ferner bringt Neumann eine Erklärung von *calaminaris* aus dem arab. *climia*, weiter *calimia*, zu der ich noch das Wort nehmen möchte. Dass „Galmei“ mit dem erst mlat.

calaminaris (lapis) zusammengebracht werden muss, erscheint ausser Zweifel. Wenn Henisch's Angabe *gadmei* statt *galmei* Berücksichtigung findet, so wäre vom lat. *cadmia*, gr. *καδμεῖα* auszugehen. Der Wechsel von l statt d findet sich in romanischen Sprachen häufiger, so im Frz. *calamine* neben *cadmie*. Grimm hält den Wechsel für romanischen Ursprungs unter irgend welcher Anlehnung an andere Begriffe. *καδμεῖα* ist vielleicht mit Kadmus, dem Sohne des Agenor und der Telephassa in Beziehung zu bringen, der die *Κάδμου τέχνη* aus Phönicien nach Griechenland gebracht haben soll. Näheres s. Etymol. Unters. üb. d. Nam. d. chem. Elem. Journ. f. prakt. Chem. 1900, Bd. 61, S. 516. Das nicht antike Wort *calimia* ist im Glossarium mediae et infimae latinitatis nicht zu finden, *Calaminaris* ist sicherlich das mit Adjectivsuffix versehene *Kalamina* = *Kadmia fossilis*.

Zur Frage über die Heimat der Bronzemischung möchte ich an dieser Stelle nur bemerken, dass Neumann's Annahme, sie auf altbabylonischen Boden zu verlegen, sehr Vieles für sich hat. Ob aber die Urbevölkerung Mesopotamiens, d. h. die Sumerer und Akkader, die Mischung zuerst hergestellt, muss vorläufig noch dahingestellt bleiben. Denn die hier in Betracht kommenden südbabylonischen Funde aus Tellow, die Ende der siebziger Jahre vom dortigen französischen Consul gemacht und anfänglich der Cultur der Urbevölkerung zugeschrieben wurden, sind nunmehr erst der babylonischen Zeit zudatirt worden, also rund 2900 ante ungefähr. Von einer besonderen metallurgischen Kenntniss daselbst, die berichtet wird, ist hieran nichts zu bemerken. Im Gegentheil mag ein Vergleich der kunstvoll bearbeiteten Steine mit den vorhandenen Metallgegenständen zu der Ansicht führen, dass die Metallurgie in Südbabylon zu dieser Zeit noch auf sehr niedriger Stufe gestanden hat. Der frz. Assyriologe Lenormant, dessen Urtheil beigebracht wird, geniesst in Fachkreisen den Ruf eines mit grosser Vorsicht zu nehmenden Schriftstellers, dessen Aussagen stets einer Nachprüfung unterzogen werden. Schon der Ausdruck „turetanisch“ ist so allgemein, dass er in unserem Falle nichts besagt. Man bezeichnet damit das, was nicht recht unterzubringen ist. Wie dem auch sei, der Beweis, die Bronzemischung auch nur mit einiger Sicherheit altbabylonischer Herkunft zu bezeichnen, ist noch zu erbringen, was in Rücksicht auf die noch sehr junge assyriologische Wissenschaft nicht Wunder nimmt.

Patentbericht.

Klasse 12: Chemische Verfahren und Apparate.

Apparat zum ununterbrochenen und stufenweisen Concentriren und Destilliren von Flüssigkeiten. (No. 132 577. Vom 25. April 1901 ab. Firma Th. & Ad. Frederking in Leipzig-Lindenau.)

Patentanspruch: Apparat zum ununterbrochenen und stufenweisen Destilliren und Concentriren von Flüssigkeiten, dadurch gekennzeichnet, dass die aus der vorherigen Destillationscolonne austretende, rückständige Flüssigkeit in Rinnen aufgefangen wird, welche in einen Ablauf ausmünden, der einerseits ins Freie führt und hier mit einem Absperrventil versehen ist, andererseits