Zeitschrift: Nachrichten aus der Eisen-Bibliothek der Georg-Fischer-Aktiengesellschaft

Herausgeber: Eisenbibliothek

Band: - (1960)

Heft: 19

Artikel: Der Werdegang der Eisen- und Stahl-Metallurgie

Autor: Reiffer, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-378054

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schliesslich ist die Monographie noch mit 31 Tafeln, 54 Illustrationen, die z. T. im Westen bisher unbekannt waren, über Waffen, eiserne Geräte, gusseiserne Giessformen, gusseiserne Gegenstände, Hochofenanlagen, Gebläse und Wasserräder in Hütte und Schmiede, monumentale gusseiserne Bauten und monumentalen Kunstguss ausgestattet. Für die zu dieser Bilddokumentation sorgfältig ausgearbeiteten Legenden müssen wir besonders dankbar sein.

Die Stärke der vorliegenden Monographie beruht darin, dass sie als das Ergebnis einer nebeneinander und gleichzeitig wirkenden, sich gegenseitig befruchtenden tiefen Kenntnis von Philologie, Philosophie, Geschichte und Technik betrachtet werden muss.

DER WERDEGANG DER EISEN- UND STAHL-METALLURGIE

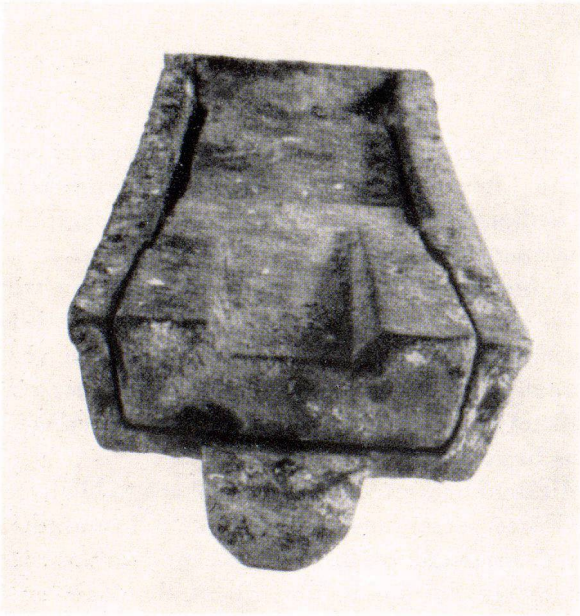

Fig. 1

Bild einer gusseisernen Form, die aus dem 4. Jh. v. Chr. stammt. (Standort: Imperial Palace Museum, Peking)

Wenn auch terrestrisches Eisen seit ca. 2700 v. Chr. im Nahen Orient bekannt war, so beginnt doch die eigentliche Eisenzeit erst ca. 1200 v. Chr. mit der Erfindung des Stahls. Die Zeitbestimmung für das erste Auftreten von Eisen in China hängt eng zusammen mit der Ermittlung der eisentechnologischen Bezeichnungen seitens der Philologie, der Deutung der bildhaften chinesischen Schriftzeichen. Ganz wesentlich ist dafür die Deutung der Worte *Chu* und *Yeh* in den alten Texten, die beide dem lateinischen fundo und nicht dem Worte excoquo entsprechen, also eher dem Vorgang des «Erschmelzens von Erz zur flüssigen Metallmasse» als der Bezeichnung des Schmelzens von Erz zum teigigen zähen Metall zugeschrieben werden müssen. Wenn also in den frühesten chinesischen Schriften im Zusammenhang mit dem Eisen diese beiden Worte auftauchen, so wird immer die Erzeugung von flüssigem Eisen, also Gusseisen, gemeint sein. Wir werden erkennen, welch grosse Bedeutung diese Tatsache hat.

Tuan ist das Wort für das Schmieden mit dem Hammer, *Thieh* die Bezeichnung für das Metall Eisen, sie taucht im 7. Jh. v. Chr. zunächst in allegorischem Sinne im «*Buch der Oden*» auf. Im *Tso Chuan* (512 v. Chr.) ist die Rede von gusseisernen Kesseln.

Eine Textstelle im «*Sommer- und Herbst-Jahresbericht des Staates Wu und Yüeh*» des *Chao Yeh* aus dem 2. Jh. erzählt eine legendäre Schwertschmiedeszene aus dem 5. Jh. v. Chr., der man entnehmen kann, dass der Schwertschmied *Kan Chiang* (etwa mit Wieland dem Schmied der nordischen Sage zu vergleichen) stählerne Schwerter herstellte. Aus dem 4. Jh. v. Chr. stammen verschiedene Texte, welche Eisen und Stahl erwähnen.

Nach 310 v. Chr. wird von einem Gräber erzählt, der seine Nahrung in metallenen und tönernen Pfannen kochte und mit einer eisernen Pflugschar pflügte. Das von den *Chi-Hsia-Akademikern*, ca. 300 v. Chr., geschriebene Buch *Kuan Tzu* sagt aus, dass jede Chinesin Nadel und Messer, jeder chinesische Bauer und Wagner seine Hacke und Pflugschar, bzw. Säge, Aale und Meissel benötige. Aus dieser Zeit stammen bei Needham abgebildete Ackergeräte und die gusseisernen Formen *(Fig. 1)*, die kürzlich zu *Hsinglung* in *Jehol* entdeckt wurden. Besonders bemerkenswert ist jedoch die Tatsache, dass im China des 3. Jh. v. Chr. das Eisengewerbe bereits industrielles Ausmass hatte, so wird von einem Eisenwerk in *Szechuan* berichtet, in welchem nahezu 1000 Arbeiter beschäftigt wurden.

Aus den Jahren 91 und 27 v. Chr. erhalten wir technisch äusserst aufschlussreiche Angaben über Kupol- und Hochofenexplosionen. In einer Stadt in der Nähe von *Lu-shan* in *Honan* sind Trümmer von fünf Hochöfen gefunden worden. Eisenmasseln und Erzhaufen neben den Öfen lassen auf die verwendeten Erze, die gemischt wurden, und auf die Art der Verhüttung schliessen. Scherbenfunde ermöglichen eine exakte Zeitbestimmung, wonach diese Öfen bereits in der *Han-Periode* (209 v. Chr./9 n. Chr.) betrieben wurden. Dass dieser Hüttenplatz aber auch noch im Mittelalter betrieben wurde, wird mit Berichten belegt.

GUSSEISEN, SCHMIEDEEISEN UND STAHL

Im Abschnitt Gusseisen, Schmiedeeisen und Stahl werden wir unter Berücksichtigung der geschichtlichen Daten aus der technischen Entwicklung dieser Werkstoffe in deren Metallurgie eingeführt, was ein besseres Verständnis für die folgenden Abschnitte gewährleistet. In einem Diagramm werden die verschiedenen Verfahren der Umwandlung von Roheisen und Schmiedeeisen in Stahl, Roheisen in Schmiedeeisen, auf historischem Hintergrund sehr anschaulich dargestellt.

DER CHINESISCHE HOCHOFEN

Das älteste Bild vom chinesischen Hochofen finden wir im Buche «*Ao Pho Thu Yung*» (Über das Salzsieden) von *Chhen Chhun* aus dem Jahre 1334, eine Beschreibung des Hochofens mit Abbildung im Buch «*Thien Kung Khai Wu*» (Die Ausbeutung der Werke der Natur) des *Sung Ying-Hsing)* 1637. Eine weitere ausführliche Beschreibung des Hochofens und des Schmelzprozesses ist in den «*Neuen Erzählungen über Kuangtung*» des *Chhü Ta-Chün* von ca. 1690 enthalten.

Mitentscheidend dafür, dass die Chinesen wahrscheinlich kurze Zeit, nachdem sie das Eisen kennengelernt hatten, es in der Form von Gusseisen in ihren relativ niedrigen Hochöfen herstellen konnten, waren die vorzüglichen Gebläsevorrichtungen. Das doppelt wirkende Kastengebläse *(Fig. 2)* vermochte einen ununterbrochenen starken Wind zu erzeugen, es wurde schon sehr früh, vielleicht schon im 1. Jh., verwendet. Ferner kann man mit Texten belegen, dass das Wasserrad in China nicht wie im Okzident zuerst für den Antrieb von Mühlen, sondern zum Antrieb der Gebläse von Hochöfen und der Schmiedehämmer verwendet wurde. Ein Hochofengebläse wird von *Wang Chen* im Jahre 1313 beschrieben, aus der gleichen Zeit stammt auch das Schema *(Fig. 3)*.

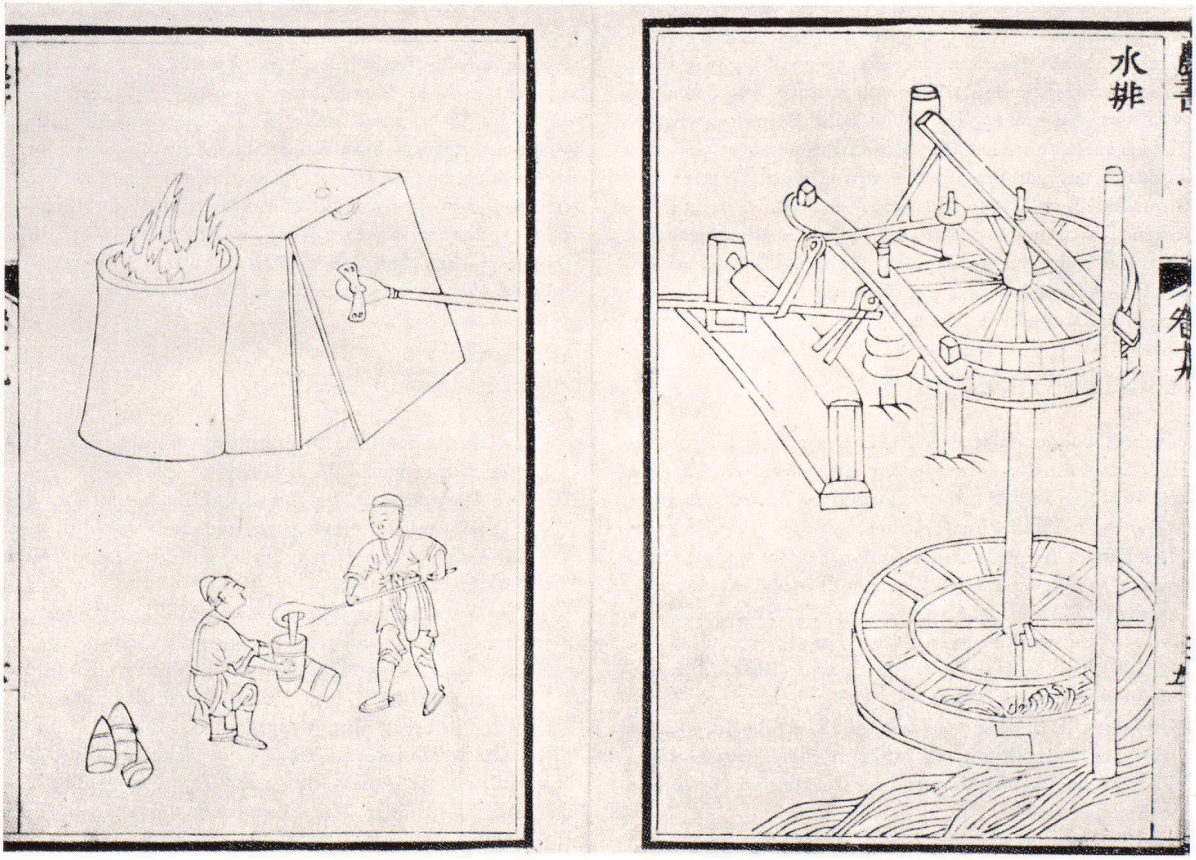

Fig. 2

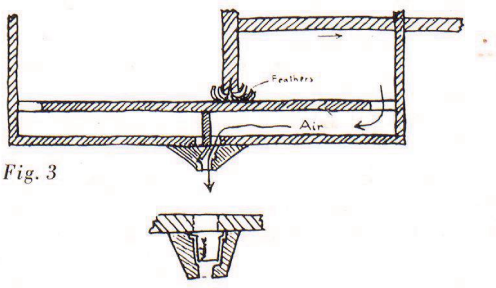

Fig. 3

DIE CHINESISCHE EISENKULTUR UND IHRE WANDERUNG NACH DEM WESTEN

Wenn man die Produktion von Gusseisen in China im frühen Mittelalter und durch das ganze Mittelalter hindurch auch bei weitem nicht mit der Gusseisenproduktion während der aufsteigenden Epoche der europäischen Schwerindustrie vergleichen kann, so wurden die Chinesen doch durch ihren Hochofen im Mittelalter mit weit grösseren Eisenmengen versorgt als die Völker des Abendlandes, die bis zu Ende des 14. Jh. auf ihren Renn- und Stückofen angewiesen waren. Grosse Mengen von Roheisen wurden in Stahl verwandelt. Grosse Bauten und Monumente bezeugen heute noch, welch bedeutende Mengen an Gusseisen dem Chinesen des Mittelalters zur Verfügung standen. Ein im Jahre 695 errichtetes Monument verschlang 1325 Tonnen Gusseisen. Waffenschmieden, Bauten, Brükkenbau und Schiffsbau und nicht minder auch der Ackerbau benötigten den Werkstoff Eisen in seinen verschiedensten Formen und in grossen Mengen. Das Hervorheben dieser Tatsachen mit konkreten Zahlen wirkt überzeugend für das Bestehen einer mittelalterlichen chinesischen Eisenkultur. Die Wahrscheinlichkeit, dass die okzidentalen Völker die Kenntnis des Gusseisens und seiner Erzeugung den Chinesen zu verdanken haben, besteht, doch muss sein Wanderweg, vielleicht über Persien oder die Türkei, noch gründlicher erforscht werden.

DIE CHINESISCHEN STAHLGEWINNUNGSVERFAHREN

Die Chinesen besassen verschiedene Verfahren der Stahlgewinnung. Ihre Methoden wurden dadurch bestimmt, dass das ihnen in grossen Mengen zur Verfügung stehende Eisenmetall das Gusseisen war. Wir begreifen, dass das Zementierungsverfahren, aus den obenerwähnten Rohstoffverhältnissen, nicht angewandt wurde. Das wichtigste Stahlgewinnungsverfahren bestand in einem Herd- und Schmiedeverfahren, welches zur Entkohlung des Gusseisens führte. Im Gegensatz zum abendländischen Frischprozess, bei dem die Berührung von Sauerstoff und Kohlenstoff im Roheisen hauptsächlich im Herde stattfand, wurde diese beim chinesischen «Frischen» während des Ausschmiedens herbeigeführt. Das Roheisen wurde wiederholt geglüht und wiederholt ausgeschmiedet, dem «hundred refinings» unterworfen. Über die Anwendung dieses Verfahrens existieren zahlreiche mittelalterliche Texte. Wie bescheiden sind da gegenüber diesen frühen chinesischen Berichten zur Stahlgewinnung unsere abendländischen.

Neben dem «hundred refinings process» war das auch im Westen schon von Biringuccio, Agricola und Réaumur beschriebene Verfahren der Stahlgewinnung im Roheisenbad gebräuchlich. Schmiedeeisen wurde im Roheisenbad aufgekohlt. Diesen seit dem 16. Jh. auch im Abendland bekannten Prozess bezeichnet Needham «Co-fusion process». Berühmte mittelalterliche chinesische Texte beschreiben die «Co-fusion». Der klassische Text für den «Co-fusion process» ist im Werke des *Su Sung* «*Pên Tshao Thu Ching*» aus dem Jahre 1070 enthalten, frühere diesbezügliche Texte aus chinesischen Pharmakopöen stammen aus dem 5. und 6. Jh.

ZUSAMMENFASSUNG

Joseph Needham fasst die Ergebnisse seiner Forschungsarbeit über die Entwicklung der Eisen- und Stahltechnologie in China in 7 Punkten zusammen. Davon wollen wir die Punkte 1, 2 und 4 hervorheben:

1. Das Eisen scheint in China erst vom 6. Jh. v. Chr. an bekannt gewesen zu sein. Wenn auch vielleicht das erste chinesische Eisen kohlenstoffarme Eisenluppen waren, wie in der westlichen Welt, so konnte man doch den «Stückofen» weder durch Texte noch durch archäologische Funde nachweisen.
2. Gusseisen tritt spätestens vom 4. Jh. v. Chr. an auf und wird zur Herstellung von landwirtschaftlichen Geräten, Gussformen für Werkzeuge und Geräte und für Kriegswaffen verwendet.
   a) Die Verwendung von ausserordentlich phosphorreichen Erzen oder die Beimischung von phosphorreichen Mineralien zur Hochofen-Charge.
   b) Das Vorhandensein eines sehr feuerbeständigen Tons, welcher die Konstruktion eines, den Verhältnissen angepassten, kleinen Hochofens erlaubte und auch die Anwendung des Tiegelprozesses in einigen Teilen des Landes.
   c) Die Verwendung eines periodisch arbeitenden, doppelten Zylindergebläses im metallurgischen Prozess bereits vom 4. Jh. v. Chr. an.
   d) Die Erfindung des periodischen, doppelten Kastengebläses, welches einen starken und kontinuierlichen Wind erzeugte, wahrscheinlich schon vom 2. Jh. v. Chr. an verwendet. Die Anwendung von eisernen Gebläseröhren vom 3. Jh. n. Chr. an.
   e) Die Verwendung des Wasserkraftantriebes für das Gebläse, möglicherweise mittels einer reichlich grosen Gelenkübertragung, im 1. Jh. oder sogar schon früher.
   f) Die Verwendung mineralischer Kohle, mindestens vom 4. Jh. an, möglicherweise noch früher, welche das Stapeln eines sehr heissen Kohlehaufens um die Tiegel gestattete, deren Inhalt durch Abdichten vor dem Schwefel geschützt wurde.

   Das stets in Mengen nachzuweisende Gusseisen im alten und mittelalterlichen China stellt einen radikalen Unterschied gegenüber dem Eisenwesen der übrigen Welt dar und führt zu zahlreichen Folgerungen.
4. Im Gegensatz zum Westen bestand der Prozess für die Stahlgewinnung in charakteristischer Weise bei den Chinesen in der direkten Entkohlung des Gusseisens, also nicht wie der Zementationsprozess in einer Aufkohlung des Schmiedeeisens. Dieser Prozess, für Jahrhunderte unter der Bezeichnung «hundred refinings» bekannt, hing von einer vorsichtigen Verwendung eingeblasener, oxydierender, kalter Luft ab, und wurde Seite an Seite mit dem massiveren Prozess des Frischens von Roheisen zu Schmiedeeisen entwickelt. Er scheint vom 2. Jh. v. Chr. an voll angewendet worden zu sein.

E. Reiffer

Beilage: SA aus «Technische Rundschau» Nr. 53, 1959, Schroeter Joachim, Eine mineralogische Bücherausstellung in der Eisenbibliothek.