

**Zeitschrift:** Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG  
**Herausgeber:** Eisenbibliothek  
**Band:** 75 (2003)

**Artikel:** Giessen in Geschichte und Gegenwart : Verfahren, Werkstoffe und Anwendungen im Laufe der Zeit  
**Autor:** Engels, Gerhard  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-378367>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

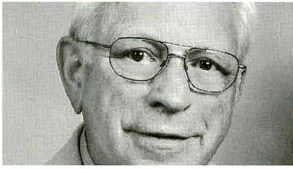
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 25.11.2024

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



# Giessen in Geschichte und Gegenwart – Verfahren, Werkstoffe und Anwendungen im Laufe der Zeit



Der Sonnenwagen aus Trundholm

## Prof. Dr. Gerhard Engels, Meerbusch

Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h.,  
Hauptgeschäftsführer  
des Vereins Deutscher  
Giessereifachleute VDG  
1975 bis 1993,  
Honorarprofessor der  
TU Clausthal. Zahlreiche  
Buchbeiträge und Zeit-  
schriftenaufsätze über  
grundlegende und  
aktuelle Fragen der  
Giessereitechnik sowie  
der Giessereiindustrie.

**Die Geschichte des Giessens von Metallen (Eisen und Nichteisenmetalle) ist vielgestaltig. Sie beginnt mit der Beherrschung von Schmelzfeuern und ist deshalb eine Geschichte der Herd-, Tiegel- und Schachtöfen, ebenso aber eine Geschichte der Metalle, vom Gold und Kupfer über Bronze und Eisen bis zum Stahl und zu Leichtmetallen. Und schliesslich ist sie eine Geschichte der Formen aus Stein, Ton oder Lehm, aus gebundenem Sand oder aus Metall nach vielerlei Verfahren, von denen das Wachsausschmelzverfahren besondere historische Bedeutung hat. Bemerkenswerte Anwendungsgebiete sind Waffen und Werkzeuge, der Bildguss, Glocken und Kanonen, Töpfe (Grapen), der Kamin- (Taken-)platten- und Ofenguss, der Bauguss, der gewerbliche Kunstguss und schliesslich der industrielle Guss, vor allem für den Maschinen- und Fahrzeugbau.**

## Vorbemerkung

Vorab: Ich bin kein Historiker. Sehen Sie mir deshalb den in Ihren Augen vielleicht unwissenschaftlichen Umgang mit der Technikgeschichte nach. Mich fasziniert etwas anderes. Viele Giesser sehen ihren kreativen Beruf nicht nur im Umfeld der modernen Technik, sondern auch vor dem kulturellen Hintergrund der historischen Entwicklung. Deshalb freue ich mich, dass hier Gelegenheit gegeben wird, den geschichtlichen Wurzeln unserer Technik nachzuspüren. Diese Wurzeln liegen im Dunkeln. Wenn wir den Bogen ganz weit spannen, dann lautet die Frage, wann Menschen erstmals das Feuer ausreichend beherrschten, um Metalle zu erschmelzen und in Formen zu giessen. Im Vergleich mit der gesamten Menschheitsgeschichte ist das noch nicht so lange her. Millionen von Jahren lebte der Mensch ohne gegossene Metalle!

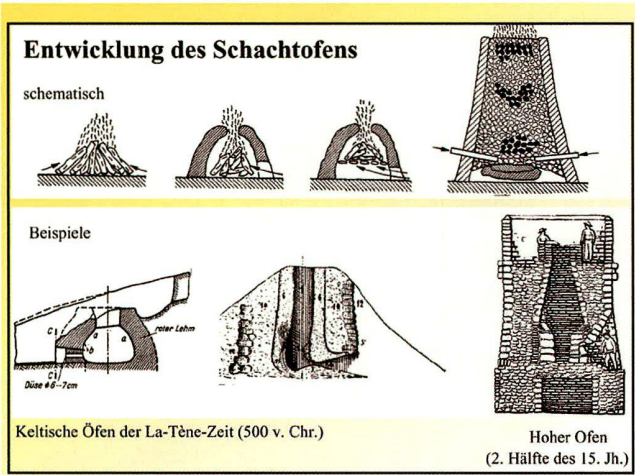
## Das Giessen von Metallen

Die Geschichte des Giessens von Metallen<sup>1</sup> ist vielschichtig wie ein Kaleidoskop.

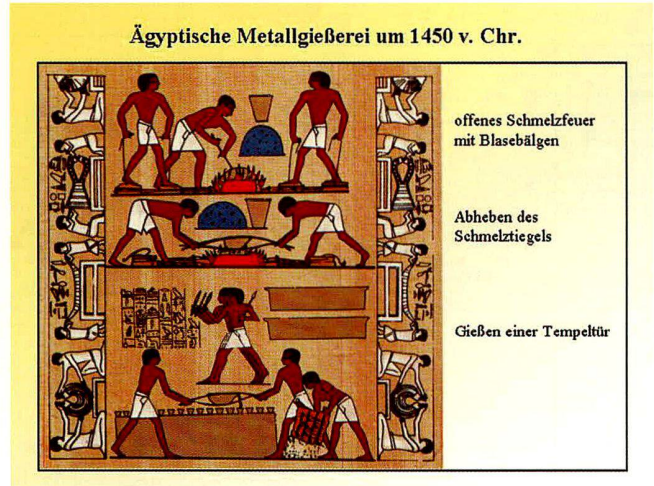
- Es ist die Geschichte des Schmelzens,
- es ist die Geschichte der Metalle,
- es ist die Geschichte des Formens,
- und es ist schliesslich die Geschichte der Gussanwendung.

<sup>1</sup> Gerhard Engels und  
Heinz Wübbenhorst:  
5000 Jahre Giessen von  
Metallen. Hg. vom Verein  
Deutscher Giessereifachleute,  
Düsseldorf 1994<sup>3</sup>.





2



3

### Öfen und Schmelztechnik

Die hohen Temperaturen der reinen Metalle Gold (1063°C) und Kupfer (1083°C) wurden nur schwer erreicht. Das Problem war immer die Windzufuhr, zunächst auf natürlichem Wege, dann mit Blasrohren. Die Chinesen arbeiteten bereits 500 Jahre v. Chr. mit Gebläsen, die sogar das Schmelzen von Gusseisen ermöglichten – 1900 Jahre früher als in Europa. Nebeneinander entwickelten sich Tiegel-, Herd- und Schachtofen. Der erste Vorläufer des Kupfrofens wurde 1784 von John Wilkinson zum Patent angemeldet. Und damit begann die industrielle Schmelztechnik, die am Ende zu Elektroöfen und modernen Heisswindkuppelöfen führte.

Die Entwicklung vom offenen Feuer zum Schachtofen lässt sich schematisch darstellen und mit Beispielen veranschaulichen. Die keltischen Öfen der La-Tène-Zeit um 500 v. Chr., in denen man Eisenluppen erzeugte, wurden oft in Hanglagen angeordnet, um den natürlichen Aufwind zu nutzen. Der Hohe Ofen in der zweiten Hälfte des 15. Jhs. n. Chr. hatte Gebläse. (Abb. 2)

Eine Grabdarstellung im Tal der Könige bei Luxor zeigt eine ägyptische Metallgießerei um 1450 v. Chr. Oben ist zu erkennen, wie das offene Schmelzfeuer mit hand- und fussbetriebenen Blasebälgen angefacht wird. In der Mitte wird der Tiegel aus dem Feuer gehoben, und im unteren Bildteil wird die Form abgegossen. (Abb. 3)

Aus dem 5. Jh. v. Chr. stammt eine Attische Trinkschale, auf der eine Bildgießerei zu sehen ist. Auf ihr erkennt man nun schon einen Schachtofen. Dahinter hockt ein Mann, der einen Blasebalg zu betätigen scheint.

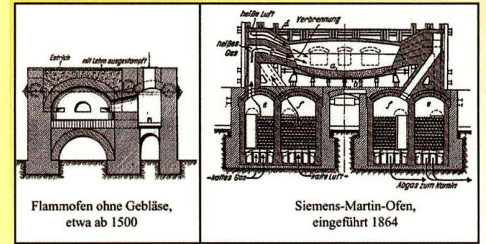
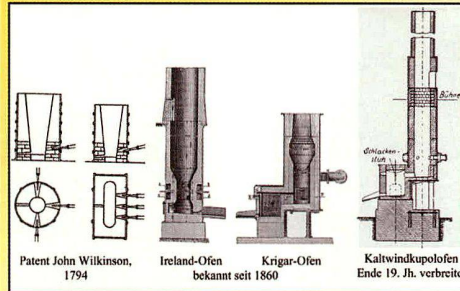
Zur selben Zeit verfügte man in China bereits über doppelt wirkende Kasten-gebläse mit vier Rückschlagventilen, die einen kontinuierlichen Luftstrom erzeugten und daher zum Schmelzen von Gusseisen geeignet waren. Wir finden diese Gebläse viel später in einer Schrift Sung's des Verehrten aus dem Jahre 1630 an den Schmelzöfen einer Glockengiesserei wieder. (Abb. 4)

Georgius Agricola beschreibt 1556 Schachtofen mit kleinen Vorherden zum Auffangen der Schmelze, zu denen mit Wasserkraft betriebene Blasebälge



gehörten. Anfang des 18. Jhs. benutzt René Antoine Ferchault de Réaumur kleine kipp- und fahrbare Tiegelschachtöfen in Verbindung mit handbetriebenen Blasebälgen. Auch sie können als Vorläufer des Kupolofens angesehen werden.

elektrischen Lichtbogenofen baute. (Abb. 7) 20 Jahre später übertrug Fredrik Adolf Kjellin die elektrische Energie induktiv auf die Schmelze: Er ist der Vater des Induktions-Rinnenofens, bei dem die kreisförmige, mit Metall gefüllte Rinne die Sekundärspule eines Transformators darstellt.



4 Stationen der Entwicklung des Kupolofens

5 Herdöfen: vom Flammofen der Glockengießerei zum Siemens-Martin-Ofen

Die tatsächliche Entwicklung des Kupolofens begann mit der Erteilung eines Patentes an den englischen Hütten- und Giessereibesitzer Ironmaster John Wilkinson vom 2. Juni 1794 auf einen runden und einen ovalen Schachtöfen. (Abb. 5) Wilkinson hielt das Umschmelzen des Roheisens zur Qualitätssteigerung für unumgänglich und leitete damit das Zeitalter der hochofenunabhängigen Eisengiessereien ein. Weitere Bauformen waren nach 1860 der Irland-Ofen mit grossen Winddüsen und geringem Winddruck und der Krigar-Ofen mit integriertem, grossem Vorherd als Eisensammler. Ende des 19. Jhs. hatte sich der klassische Kaltwindkupolofen mit gleichmässigem zylindrischen Ofenschacht und Vorherd durchgesetzt. Ein langer Weg führte nach 1960 zum modernen Heisswindkupolofen mit gichtgasbeheiztem Spiral- und Röhrenwinderhitzer.

Sehr geradlinig verlief die Entwicklung der Herdöfen. Etwa vom 15. Jh. an finden wir in den Glocken- und Kanonengiessereien den mit einer Kuppel abgedeckten Herdofen mit natürlichem Luftzug. (Abb. 6) Nicht zu übersehen ist die Ähnlichkeit mit dem 1864 von den Brüdern Friedrich und Wilhelm Siemens gemeinsam mit Emile Pierre Martin eingeführten Siemens-Martin-Ofen, der aber nun über grosse Wärmeaustauscher für Abgas und Verbrennungsluft verfügte. Wilhelm Siemens war es auch, der 1879 erstmals einen

Bis heute haben sich vier Grundtypen elektrischer Schmelzöfen entwickelt: der Induktions-Rinnenofen, der Induktions-Tiegelofen, der Lichtbogenofen und der Widerstandsöfen.

### Die Gusswerkstoffe

Kehren wir an den Anfang der Entwicklung zurück und fragen nach den Gusswerkstoffen. Auf die frühen, jedoch seltenen Funde geschmiedeten und gegossenen Goldes wurde bereits hingewiesen. Vergleichsweise stürmisch verlief dagegen die Ausbreitung des Bronzegusses, der schmelztechnisch leichter zu beherrschen war. Man kannte zwar die Wirkungsweise nicht, wusste aber, dass Kupfer durch Mischen mit Zinnstein oder Galmei, einem Zinkerz, leichter zu schmelzen war.

Dem Beginn der europäischen Eisenzeit um 1100 v. Chr. folgt erst 2500 Jahre später die Fähigkeit, durch Aufkohlen der Schmelze Gusseisen herzustellen, wie schon erwähnt, 1900 Jahre später als in China, wo man übrigens auch praktisch sofort mit der Wärmebehandlung weissen erstarrten Gusseisens begann und somit Temperguss herstellte. Dieser Schritt wurde in Europa erst lange nach dem Temperguss-Patent von 1630 getan.

Epochemachend war die Entdeckung der Leichtmetalle um die Wende vom 18. zum 19. Jh. Dann schritt die Entwicklung der Gusswerkstoffe stürmisch fort

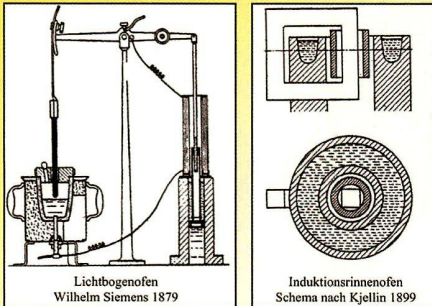


und führte Mitte des 20. Jhs. zum Durchbruch des Gusseisens mit Kugelgraphit, als Sphäroguss bekannt geworden, und zum vermehrten Einsatz von Titanlegierungen in der Luftfahrt. Einige Beispiele mögen das veranschaulichen.

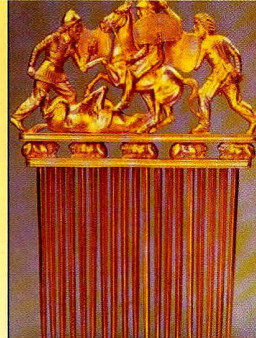
## Gusseisen und Stahl

Ende des 14. und Anfang des 15. Jhs. entstehen in Europa die ersten Eisengüsse: Geschützrohre und Kanonenkugeln, später sehr haltbare Wasserleitungsrohre, die in geteilten Lehmformen mit Kern gegossen werden. Bald kommen trotz ihres im Vergleich zu Bronze schlechte-

### Frühe Bauformen von Elektroöfen



7



### Gold

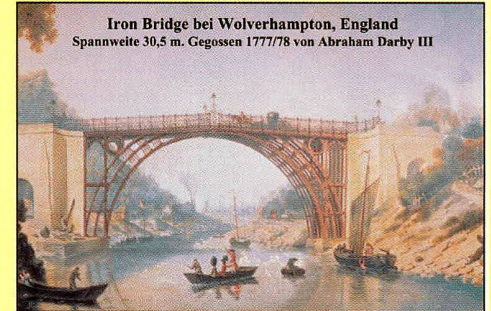
Schmieden und Gießen von gediegenem Gold vereinzelt vor 7000 J.

Skythische Goldschätze im Dnjepr-Gebiet nördlich des Schwarzen Meeres 7. bis 3. Jh. v. Chr.

Blüte der Goldkunst in Mittel- und Südamerika 800 bis 1300 n. Chr.

Goldkamm (300 gr.) skythisches Hügelgrab 4. Jh. v. Chr.

8



Iron Bridge bei Wolverhampton, England  
Spannweite 30,5 m. Gegossen 1777/78 von Abraham Darby III

9

## Gold

Zur Blüte der Goldkunst kam es der hohen Schmelztemperaturen wegen erst Jahrtausende nach dem Entstehen der ersten Funde. Der schöne Goldkamm stammt aus einem skythischen Hügelgrab im Dnjepr-Gebiet vom 4. Jh. v. Chr. (Abb. 8) Weit später, etwa von 800 bis 1300 n. Chr., wurden die mittel- und südamerikanischen Goldschätze geschaffen.

## Bronze

Die Bronzezeit begann bekanntlich sehr viel früher. Als ältester figürlicher Hohl-guss in Mittel- und Nordeuropa gilt der Sonnenwagen aus dem dänischen Trundholm auf Seeland, welcher der nordischen Hochbronzezeit im 14. Jh. v. Chr. zugerechnet wird. (Abb. 1) Die Zusammensetzung der Kupfergusswerkstoffe unter dem Sammelnamen Bronze hat sich von Epoche zu Epoche deutlich verändert. Auffallend sind vor allem die seit der Kupferzeit stetig sinkenden Gehalte an Arsen, Antimon und Silber, während die Bleigehalte in der späten Bronzezeit bis zur römischen Zeit steigen. Im Mittelalter wird vieles als Bronze bezeichnet, was aufgrund des hohen Zinkanteils bei geringem Gehalt an Zinn eigentlich als Messing anzusprechen wäre. Anwendungsbeispiele sehen wir im Abschnitt Formtechnik.

ren Klanges gusseiserne Glocken hinzu, unter anderem 1435 die Glocke aus dem schweizerischen Zimmerwald. Der Wasserleitungsbau wird ein weites Anwendungsfeld für Gusseisen, wie 40 km Flanschrohre zeigen, die 1665 für die Wasserkünste von Versailles verlegt wurden. Daneben entwickelt sich eine besondere Kultur der Takenplatten und später der Öfen.

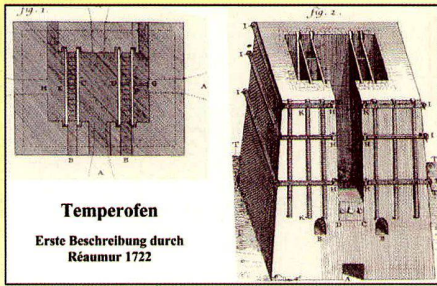
Die mit dem Namen von James Watt verbundene Entwicklung der Dampfmaschine Mitte des 18. Jhs. liess den Gussbedarf des Maschinenbaus hochschnellen. Auch in der Architektur gab es spektakuläre Anwendungen (Abb. 9): Aufsehen erregte die ganz aus Gusseisen erbaute Brücke über den Severn, die deshalb so genannte Iron Bridge bei Wolverhampton in England mit einer Spannweite von 30,5 m. Die Elemente wurden 1777 und 1778 von Abraham Darby III im benachbarten Coalbrookdale gegossen. Der Kristallpalast für die Londoner Weltausstellung 1851, der im Hyde-Park stand, wurde in weniger als einem Jahr unter Sir Joseph Paxton aus standardisierten Gusseisenteilen errichtet. 1854 wurde der Palast nach Sydenham versetzt, brannte aber leider 1936 aus.

Weiter spielten lange Zeit, insbesondere seit Beginn des 19. Jhs., gusseiserne Möbel, zum Beispiel von den Schwäbischen Hüttenwerken Wasseraalgingen, kulturell

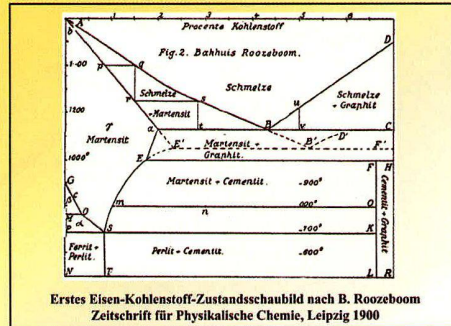


eine bezeichnende Rolle. Das galt auch für gewerblichen Kunstguss, den viele Giessereien in ihren Katalogen führten, wie besonders die Königlichen Eisengiessereien in Berlin, Gleiwitz und Sayn bei Koblenz.

zen Tempergusses durch den Amerikaner Seth Boyden 1830 wusste man: je kompakter die Graphitbildung, desto höher die Festigkeit. Mitte des 20. Jhs. begann der Siegeszug von Gusseisen mit Kugelgraphit. Adalbert Wittmoser zeigte 1959 in der Zeitschrift GIESSEREI, dass sich die mit Eisengusswerkstoffen



**Temperofen**  
Erste Beschreibung durch Réaumur 1722



Erstes Eisen-Kohlenstoff-Zustandschaubild nach B. Roozeboom  
Zeitschrift für Physikalische Chemie, Leipzig 1900



**Sandsteinformen**

5000 v. Chr. in Vorderasien  
1800 v. Chr. älteste erhaltene  
Sandsteinform in Mitteleuropa

Hälfte einer Sandsteingießform für Ringe  
1000 v. Chr. Seerandsiedlung Alpenquai, Zürich

Zurück zur Herstellungstechnik. Die Tempergusspatente von David Ramsey (1630) und Ruprecht von der Pfalz (1670/72) hatten keine unmittelbaren Auswirkungen. Erfolgreicher war offensichtlich Réaumur, der 1722 erstmals einen Temperofen beschrieb. (Abb. 10) Die industrielle Fertigung von Temperguss begann erst Anfang des 19. Jhs. in England und dann in Schaffhausen unter Johann Conrad Fischer.

Erinnert sei nochmals daran, dass es in China schon im 4. Jh. v. Chr., verstärkt aber in der Han-Zeit seit dem 2. Jh. v. Chr., eine Serienfertigung von Werkzeugen für den Ackerbau aus Gusseisen gab, das offensichtlich weiss erstarre und graphitisierend gegläht wurde.

Die Konstitutionsforschung bei Metallen steckte im 19. Jh. noch in den Kinderschuhen. Erst 1900 wurde von Hendrik Willem Backhuis-Roozeboom, einem holländischen Physikochemiker, in der in Leipzig erscheinenden Zeitschrift für Physikalische Chemie das erste Eisen-Kohlenstoff-Zustandschaubild veröffentlicht. (Abb. 11) Damit erschloss sich ein ungeheures Potential zur gezielten Beeinflussung der Werkstoffeigenschaften.

Auf der gleichen Linie lagen die Entwicklungen zur Beeinflussung der Graphitbildung im Gusseisen. Seit Einführung des graphitisierend geglähten Schwar-

erreichbaren Zugfestigkeiten in den 100 Jahren zuvor verfünffacht hatten. Aus den vielfältigen Anwendungen der Eisengusswerkstoffe nur einige Beispiele:

- Sie beherrschen den Schwermaschinenbau
- und erfüllen die Anforderungen bei komplizierten Konstruktionen.
- Pumpen werden strömungsoptimal gestaltet,
- und Armaturen genügen höchsten Anforderungen.
- Der Fahrzeugbau entwickelt sich zum bedeutendsten Gussverbraucher, vom Kurbelgehäuse über
- Getriebe- und Hinterachsgehäuse,
- Kurbel- und Nockenwellen bis zu
- Schwenklagern für den Vorderradantrieb, unter anderem aus den Giessereien der Georg Fischer AG.

Gehen wir näher auf den Stahlguss ein. Erst 1740 gelang es dem Engländer Benjamin Huntsman, Stahl im Tiegel zu verflüssigen. Damit gab es aber noch keinen Stahlguss. Die bekannten Formstoffe hielten seine hohen Temperaturen nicht aus. Die Einführung der Schamotte und einer ausreichend feuerfesten Schlichte machten Stahlformguss möglich. Er hatte zwei Erfinder: Jakob Mayer in Bochum 1841 und Johann Conrad Fischer 1845 in Schaffhausen. Die Fachwelt hielt das nicht für möglich. Deshalb schickte Mayer 1855 drei Stahlgussglocken auf die Pariser Weltausstellung.



Erst als er eine davon zerschlagen liess und so ihre Verformbarkeit demonstrierte, waren die Zweifler überzeugt. Auch die 15 Tonnen schwere Glocke, die vor dem Bochumer Rathaus steht und 1867 im Bochumer Verein entstand, wurde auf einer Pariser Weltausstellung gezeigt.

Parallel dazu waren metallische Dauerformen schon früh für die Serienherstellung von Waffen und Werkzeugen in Gebrauch, in Europa für Bronze, in China auch für Gusseisen. Für Glocken, Geschützrohre und Töpfe entwickelten sich spezielle Formverfahren. Bronzene Grapen und gusseiserne Töpfe waren



### Leichtmetalle

Es würde den hier verfügbaren Rahmen sprengen, die rasante Entwicklung der Leichtmetall-Gusswerkstoffe seit ihrer Entdeckung in den letzten 200 Jahren auch nur annähernd auszuleuchten. Mit zwei Beispielen soll jedoch der Beginn dokumentiert werden. Einer der frühesten Aluminiumgüsse ist die Eros-Figur auf der Säule am Londoner Piccadilly-Circus aus dem Jahre 1893.<sup>2</sup>

Das wichtigste Legierungselement für Aluminium ist Silicium. Die Legierung mit 13% Silicium fand unter der Bezeichnung Silumin weite Verbreitung, besonders im Automobilbau, der heute über 70% der Aluminiumgussproduktion abnimmt. So weit wie 1927 sind wir allerdings heute noch nicht: Damals wurden bei Rautenbach in Solingen ganze Autokarosserien von 4 m Länge in einem Stück aus Silumin gegossen!

### Formverfahren

Das letzte und vielleicht umfangreichste Kapitel gilt der Entwicklung der Giesformen und der Formverfahren. Am Anfang standen offene Herd- und Steinformen, die mehrfach verwendet wurden. Aber bereits 3000 v. Chr., also vor 5000 Jahren, wurden in Vorderasien und Indien Tonformen nach dem direkten Wachsausschmelzverfahren hergestellt. Das indirekte Wachsausschmelzverfahren ermöglichte die Blüte des Bildgusses der griechischen Antike.

ausgesprochene Serienartikel, die von Beginn des 18. Jhs. an billiger in Grünsand-Kastenformen hergestellt wurden.

Damit begann die Mechanisierung des Formens und die Entwicklung der Formmaschinen. Neben der Formstoffverdichtung durch Rütteln und Pressen spielte die pneumatische Formstoffverdichtung eine immer grössere Rolle, anfangs für Kerne, dann aber auch für Formen. Besondere Bedeutung hatte die Einführung chemisch gebundener Formstoffe, zunächst 1944 das Croningverfahren unter Verwendung thermisch härtender Kunstharze.

### Alte Dauerformen

Als Beispiel einer Giesstechnik, die 5000 v. Chr. in Vorderasien angewandt wurde und um 1800 v. Chr. in Mitteleuropa auftauchte, ist uns die Hälfte einer 3000 Jahre alten Sandsteingiessform für Ringe erhalten. (Abb. 12) Sie wurde in der Züricher Seerandsiedlung Alpenquai gefunden. Noch etwas älter, nämlich aus der Zeit um 1200 v. Chr., ist die zweiteilige Bronzegiessform für Absatzbeile, die im niedersächsischen Haassel im Kreis Uelzen bei Lüneburg gefunden worden ist. In solchen Formen wurden auch Schwerter, Lanzen spitzen und Dolche aus Bronze gegossen.

<sup>2</sup> Siehe die Abbildung im Aufsatz von Reinhard Winkler in diesem Heft.



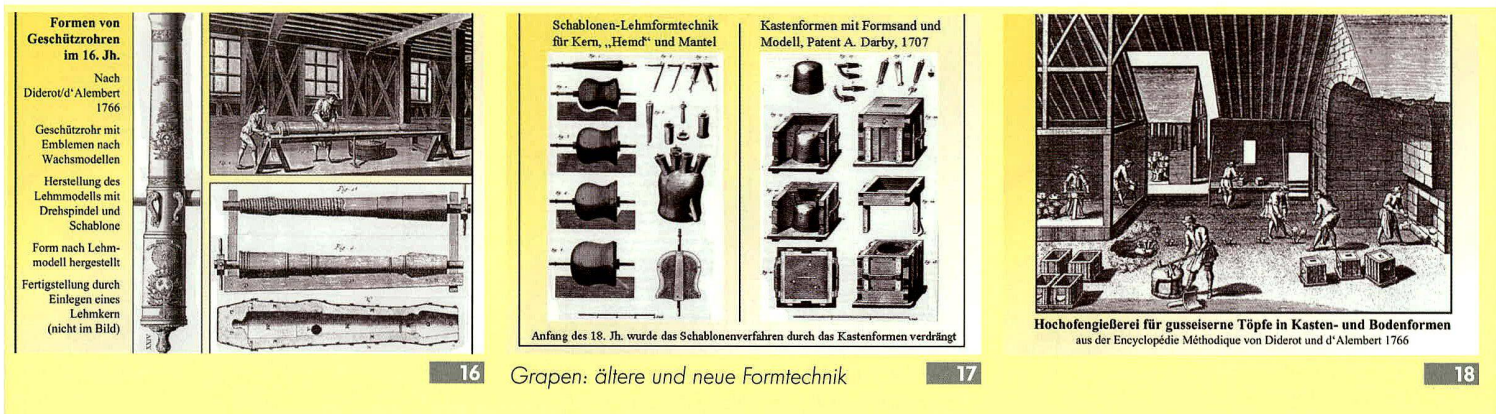
## Wachsausschmelzverfahren

Doch nun zwei der ältesten Beispiele für den Bildguss nach dem Wachsausschmelzverfahren, das um 3000 v. Chr. in Vorderasien und Indien aufkam. Die kleine, lediglich 11,25 cm hohe Figur einer Indus-Tänzerin wurde bei Mohenjo Daro im heutigen Westpakistan gefunden und ist als «Dan-

des Philosophen auf dem Kaiserstuhl, der im Jahre 180 n. Chr. starb.

## Beispiele aus dem Europäischen Mittelalter

Eine Vielzahl schöner Anwendungsbeispiele für das Wachsausschmelzverfahren im europäischen Mittelalter findet



16 Gipsen: ältere und neue Formtechnik

17

18

cing Girl» bekannt. (Abb. 13) Von beeindruckender Ausdruckskraft und Feinheit im Detail ist der altesopotamische Kupferguss eines 4000 Jahre alten Fürstenkopfes aus dem Zweistromland zwischen Euphrat und Tigris, der bereits klassische Züge trägt.

## Der antike Bildguss

Beim ursprünglichen direkten Wachsausschmelzverfahren wird das zunächst angefertigte Wachsmodell in Lehm eingebettet und beim Brennen der Form ausgeschmolzen. Die Griechen stellten ihre Bronze- statuen nach dem indirekten Wachsausschmelzverfahren her. Dabei wird nach dem Urmodell eine Hilfsform als Negativ hergestellt, mit einer dicken Wachsschicht ausgekleidet und wieder zusammengesetzt. Im Wachsmantel wird ein Tonkern geformt, der nach Entfernen der Hilfsform das Wachsmodell trägt, das anschließend im Detail noch bearbeitet und ergänzt werden kann und nach dem dann die eigentliche Giessform hergestellt wird.

Der griechische Bildguss erreichte seinen Höhepunkt nach 500 v. Chr. Um 460 v. Chr. entstanden die beiden nahezu zwei Meter grossen Bronzefiguren der hellenischen Heroen von Riace, die erst 1972 aus dem Meer an der Küste Kalabriens im Süden Italiens geborgen wurden. Die Römer lernten das Bildgiessen von den Griechen. Als ältestes gegossenes Reiterstandbild, das uns erhalten ist, gilt das des römischen Imperators Marc Aurel,

sich im sakralen Bereich. Da die meisten Menschen noch nicht lesen konnten, wurde die Biblische Geschichte in Bildern dargestellt. Davon zeugen zahlreiche Domtüren, Taufbecken und Grabmale und auch eine Christussäule im Hildesheimer Dom nach dem Vorbild der römischen Kaisersäulen. Die Türflügel aus der St. Michaeliskirche in Hildesheim, nach deren Zerstörung 1945 im Hildesheimer Dom angebracht, sind in einem Stück gegossen. (Abb. 14) Sie erzählen auf dem linken Türflügel von oben nach unten die Geschichte von Sündenfall und Vertreibung aus dem Paradies und auf dem rechten Türflügel von unten nach oben die Heilsgeschichte der Kreuzigung und Auferstehung.

## Glockenguss

Die Ausbreitung bestimmter Techniken kann man sehr gut am Beispiel der Glocke verfolgen. Die ersten Glocken entstanden vor fast 3000 Jahren in China und unabhängig davon in Mesopotamien. Mit dem Buddhismus gelangte die Tempelglocke nach Japan und Korea. Die Formen für ostasiatische Glocken wurden aus Tonkörpern aufgebaut, eine Technik, die unverändert noch im 15. Jh. n. Chr. bei der Herstellung der 46 Tonnen schweren Grossen Glocke von Peking angewandt wurde. (Abb. 15)

Die ersten christlichen Glockengiesser waren im 5. Jh. die Klöster. Die frühe



Technik des Drehspindelverfahrens wurde nach Angaben des Mönchs Theophilus vom Hamburger Technikhistoriker Hans Drescher am Beispiel der Haithabu-Glocke rekonstruiert: Auf einer hölzernen Spindel wurde ein Lehmkern gedreht und getrocknet. Darauf wurden nacheinander zunächst das Wachsmodell und dann die Lehmform aufgebracht.

Das um 1200 aufkommende Mantel-abhebeverfahren, wie es noch heute angewandt wird, wurde 1766 von Denis Diderot und Jean Leron d'Alembert beschrieben. Mit drehbaren Schablonen werden nacheinander aus Lehm der Kern und darüber die so genannte «falsche Glocke», auch «Hemd», geformt. Auf der falschen Glocke werden Schriften und Ornamente aus Wachs befestigt. Dann wird darüber als Aussenform der «Mantel» geformt und anschliessend von der «falschen Glocke» abgehoben, die dann vom Kern abgeklopft wird. Nach dem Brennen und Wiederaufsetzen des Mantels ist die Form geschlossen und zum Abguss bereit.

### Formen von Geschützrohren

Die Erfindung des Schiesspulvers zog rasch die Entwicklung von Kanonen nach sich. Zwischen 1320 und 1350 dürften die ersten Geschützrohre aus Bronze gegossen worden sein. Das Bild zeigt die Formtechnik im 16. Jh. (Abb. 16) Zunächst wurde ein Lehmmodell schabloniert, und danach wurde die Form hergestellt. Beim Giessen stand die Form senkrecht.

### Gegossene Töpfe – Grapen

Über 3000 Jahre alte Topfformen aus gebranntem Ton sind in grosser Zahl in China ausgegraben worden. Um den Kern wurde eine dreiteilige Form angeordnet. In Europa werden die dreibeinigen Töpfe, die vom 12. bis zum 19. Jh. zum Kochen und als Vorratsbehälter genutzt wurden, Grapen genannt. Vom 17. Jh. an sind sie mit Herstellermarken gezeichnet, die dem Historiker den Herkunftsnachweis erleichtern.

Die Formen für Bronzegraben wurden nach dem recht aufwändigen Schablonierverfahren mit Kern, «Hemd» und Mantel aus Lehm hergestellt, wie links im Bild gezeigt. (Abb. 17) Rechts im Bild das einfachere Formen in Sand mit Hilfe eines Modells. Dieses wirtschaftlichere Verfahren zur Herstellung gusseiserner Töpfe setzte sich im 18. Jh. durch. In der Beschreibung

einer vorindustriellen Hochofengiesserei für gusseiserne Töpfe durch Diderot und d'Alembert aus dem Jahre 1766 hat das Grünsandformen im Kasten die Lehmformerei bereits zurückgedrängt. (Abb. 18)

### Giessereimechanisierung

Die Industrialisierung im 19. Jh. veränderte auch die Giesserei von Grund auf: Die Entwicklung ging von der schlichten Erfindung der Modellplatte bis zu Rüttel-, Press- und Abhebeformmaschinen. Später kam es zur Verbreitung der pneumatischen Sandverdichtung nach dem Blas-, Schiess-, Impuls- oder Luftstromprinzip. 1890 wurde erstmals über die Mechanisierung des Formenumlaufs durch eine Wagenbahn berichtet, die bei der Westinghouse Corp. in Pittsburgh/USA Formmaschinen, Kupolöfen und Putzerei miteinander verband. Von da führte der Weg schliesslich zu automatisierten Formanlagen, deren Prozessrechner Informationen über das Fertigungsprogramm, die Formsandeigenschaften, den Verdichtungsdruck, die Formleistung und die Abkühlzeit verarbeiten.

Im hier zur Verfügung stehenden Rahmen muss darauf verzichtet werden, die entsprechenden Entwicklungen auf dem Gebiet des Giessens mit Dauerformen zu würdigen. Dabei ist an den Schleuderguss, vor allem aber an den Druck- und Kokillenguss zu denken. Dieser besonders für Leichtmetalle bedeutende Bereich soll nur symbolisch angesprochen werden mit dem Hinweis auf eine von Hand betriebene Druckgiessmaschine aus dem Jahre 1918 nach Alfred Uhlmann und auf das Gegendruckgiessen, das in den 1970er Jahren in der Giesserei Plevin in Bulgarien entwickelt wurde.

Abschliessend darf der ungeheure Innovationssprung nicht unerwähnt bleiben, mit dem die Giessereitechnik durch die Computeranwendung auf allen Gebieten befruchtet worden ist. Einige Stichworte sind das rechnergestützte Konstruieren und Optimieren von Gussbauteilen, die Fertigungsplanung, die Prozesssteuerung, die statistische Qualitätsüberwachung und die Betriebsabrechnung.

Die Zukunft des Giessens ist mit vier Herausforderungen beschrieben: Qualität – Flexibilität – Produktivität – Umweltverträglichkeit. Und dabei stehen im Mittelpunkt der Dienst an der Gesellschaft und der Mensch in der Giesserei.