

Giesser/in

Das Giessen von geschmolzenem, flüssigem Metall bildet typischerweise den ersten Schritt in der Metallverarbeitung. Dabei kann ein Zwischenprodukt entstehen, z.B. Transportformen wie Barren, Blöcke und Stangen oder standardisierte Schmiede-Rohlinge wie Hufeisen, die später in individuelle Endformen gebracht werden. Häufig ist das Gusserzeugnis aber auch bereits das Endprodukt, z.B. kommen Maschinenteile, Kanaldeckel oder Äxte heute praktisch fertig aus der Gussform. Auch Kunstobjekte wie Statuen, Statuetten, Gefässe oder Schmuck können gegossen werden. Hier folgt auf den Guss meist eine Nachbearbeitung der Oberfläche.

Der Giesser¹ muss über die Eigenschaften des verwendeten Metalls genauestens Bescheid wissen: Erstarrt die Metallschmelze bei einer bestimmten Temperatur oder über ein grösseres Temperaturintervall hinweg? Wie stark verändert sich ihr Volumen beim Erstarren? Kommt es beim Abkühlen zu Spannungen im Metall, die zu Rissen führen können? Wie dünn- bzw. dickflüssig ist die Schmelze? Diese und weitere Fragen sind entscheidend für das Gelingen eines Gusses. Werden Legierungen, z.B. Bronze, vergossen, muss beachtet werden, dass zwischen der Zusammensetzung einer Legierung und ihren Eigenschaften kein linearer Zusammenhang besteht. Umfassende Materialkenntnisse und grosse Erfahrung sind erforderlich, um Legierungen unterschiedlicher Zusammensetzung gleichermassen tadellos zu vergiessen.

Häufig spezialisieren sich Giesser auf ein bestimmtes Metall oder ein bestimmtes Erzeugnis. Eigene Handwerke bilden zum Beispiel diejenigen des Bleigiessers, Bronzegiessers, Gelbgiessers, Messinggiessers, Stahlgießers und Zinngießers oder des Glockengiessers und Schriftgiessers [vgl. die jeweiligen Einträge].

Das Handwerk des Metallgiessens kann heute in der Schweiz über die berufliche Grundbildung zum Gussformer EFZ (dreijährige Ausbildung) oder zum Gusstechnologen EFZ (vierjährige Ausbildung) erlernt werden.

Geschichte

Anfänge des Metallgusses

Der Übergang von der Steinzeit zu den Metallzeiten begann von ca. 7000 v. Chr. an in Westasien. Zunächst konnten bloss Metalle verarbeitet werden, die in der Natur gediegen, d.h. in elementarer Form vorlagen und weich genug waren, dass sie auch in kaltem Zustand verformt werden konnten. Dies waren vor allem Kupfer und Gold.

Erst mit der Entwicklung der ersten Verhüttungsverfahren [vgl. Verhütter] im späten 6. Jahrtausend v. Chr., mit deren Hilfe flüssiges Metall aus Erzen gewonnen wird, begann man, Metall auch in Formen zu giessen. Vergossen wurden zunächst vor allem Kupferlegierungen: Arsenbronze, in der Bronzezeit (3000-1000 v. Chr.) zunehmend auch „echte“ Bronze (Kupfer-Zinn) und Messing (Kupfer-Zink) [vgl. Bronzegiesser].

¹ Für bessere Lesbarkeit wird nur die männliche Form verwendet.



Frühe Giessverfahren

Die frühesten Giesser verwendeten einteilige, oben offene Gussformen aus Stein. In diesen Formen wurden Metallbarren für den Transport gegossen, aber auch bereits einfache Objekte wie Beile. Die Steinformen waren wiederverwendbar und ermöglichten so bereits in der frühen Bronzezeit den Serienguss. Statt Stein konnte auch tonhaltiger Sand verwendet werden, in welchen der Giesser ein Modell des Gegenstandes, den er giessen wollte, eindrückte; in den entstehenden Hohlraum wurde anschliessend das flüssige Metall gegossen. Dieses Verfahren des Gusses in ein waagrechtes Bett mit offener Oberseite wird als Herdguss bezeichnet.

Sehr früh entwickelten verschiedene Kulturen Techniken, die auch den Guss komplizierterer Gebilde ermöglichten. Durch feste Kerne im Inneren von mehrteiligen Gussformen konnten Hohlräume erzeugt werden. So sind zum Beispiel aus China aus dem 2. Jahrtausend v. Chr. Gussformen für Bronzekessel erhalten: Ein Mantel aus drei genau zusammenpassenden Formen aus gebranntem Ton wurde um einen ebenfalls tönernen Kern gelegt. Das flüssige Metall wurde durch Zufuhrkanäle in den Hohlraum zwischen Mantel und Kern gegossen.

Eine andere sehr früh entwickelte Technik war das Wachsausschmelzverfahren, das ab ca. 3000 v. Chr. für Vorderasien und Indien belegt ist und bald auch in Ägypten angewandt wurde. Beim Wachsausschmelzverfahren wird das zu giessende Objekt zunächst in allen Details aus Wachs geformt. Das Wachsmodell wird nun mit einer Schicht Ton ummantelt. Beim Brennen des Tons schmilzt das Wachs und fliesst über eine Öffnung ab, so dass im Innern der Tonform ein Hohlraum entsteht. In diesen Hohlraum wird daraufhin flüssiges Metall gegossen. Nach dem vollständigen Erkalten des Metalls wird der tönerner Mantel zerschlagen, und die Metallfigur wird freigelegt. Auf diese Weise entstehen Metallobjekte ohne Hohlräume, das beschriebene Verfahren eignet sich deshalb nur für kleinere Gegenstände. Die Metallgiesser fanden aber früh Möglichkeiten, auch grössere Objekte im Wachsausschmelzverfahren zu giessen. Hierbei gingen sie folgendermassen vor: Zunächst fertigten sie ein Modell aus Ton an, welches den Kern bildete. Auf diesen Kern brachten sie eine Wachsschicht auf, deren Dicke die Dicke des späteren Metallobjektes vorgab. Ebenfalls aus Wachs wurden Einguss- und Belüftungskanäle geformt und an die Wachsschicht angesetzt. Nun wurde alles mit Ton ummantelt. Anschliessend wurde die Tonform gebrannt, wobei das Wachs ausfloss und wie oben einen Hohlraum zurückliess, der nun mit flüssigem Metall gefüllt werden konnte.

Metallguss in den frühen Hochkulturen und der Antike

Zahlreiche Funde – Kultgegenstände, Waffen, Figuren und Statuetten – belegen den hohen technischen und künstlerischen Stand, den die Metallgiesser bereits in den alten Hochkulturen Mesopotamiens und Ägyptens erreicht hatten. Bronze blieb die wichtigste Legierung für den Metallguss, aber auch Edelmetalle wie Gold wurden für den Guss von Kultgegenständen und Schmuck verwendet.

Der Bronzeguss der Antike erreichte im Griechenland des 5. Jahrhunderts v. Chr. seine höchste Blüte [vgl. Bronzegiesser]. Die griechischen Bronzegiesser entwickelten die Techniken des Metallgusses weiter und schufen Werke von zeitloser Schönheit und künstlerischer Vollendung. Der Guss der mo-

numentalen Statuen von Göttern und Heroen, für die die alten Griechen heute noch besonders berühmt sind, war äusserst anspruchsvoll und erforderte ein handwerkliches Können höchster Perfektion.

Die Römer lernten von den Griechen und übernahmen ihre Techniken, trugen selber aber keine bedeutenden Neuerungen zum Metallguss bei. Sie waren allerdings die ersten, die Messing, eine Legierung aus Kupfer und Zink, in grossem Stil gossen und verarbeiteten – obschon sie Zink als eigenes Metall noch gar nicht kannten [vgl. Messinggiesser].

Metallguss im europäischen Mittelalter

Nach dem Untergang des Weströmischen Reiches kam es in Europa zu einem allgemeinen kulturellen Niedergang, von dem auch die Kunst des Metallgiessens betroffen war. Das Wissen um Techniken und Materialzusammensetzungen ging in den Wirren der Völkerwanderungszeit verloren. Es dauerte Jahrhunderte, bis in Europa der Stand der antiken Handwerkskunst erneut erreicht werden konnte.

Im frühen Mittelalter stand das Giessen von Glocken [vgl. Glockengiesser] und anderen kirchlichen Objekten wie Taufgefässen im Vordergrund. Später führten Erfindungen in anderen Bereichen zu Weiterentwicklungen im Giessereiwesen; so zog zum Beispiel im Spätmittelalter die Einführung des Schiesspulvers (bekannt ab ca. 1350) die Entwicklung von gegossenen Geschützrohren nach sich. Erfindungen resultierten auch in neuen Berufen: Nachdem um 1450 der Buchdruck erfunden worden war, spezialisierten sich einige Metallgiesser auf den Guss der hierfür benötigten Lettern und wurden schon bald als Schriftgiesser bezeichnet [vgl. Schriftgiesser].

Die mittelalterlichen Giesser verwendeten unterschiedliche Legierungen. Vorherrschend war nach wie vor Bronze, allmählich wurden auch Blei- und Zink-Legierungen häufiger. Spezialisierungen auf ein bestimmtes Metall bzw. eine bestimmte Legierung erfolgten insbesondere im Zuge der Zunftbildung; fortan unterschied man beispielsweise Rotgiesser, Messinggiesser, Bleigiesser, Gelbgiesser oder Zinngiesser [vgl. die jeweiligen Einträge].

Exkurs: Metallguss in China

Die Verwendung und Bearbeitung von Metallen begann in China später als in Westasien; möglicherweise dienten die Steppenbewohner als Vermittler metallurgischer Techniken. Die ältesten metallenen Artefakte stammen aus dem 3. Jahrtausend v. Chr. Aus dem 2. Jahrtausend v. Chr. ist bereits eine grosse Zahl gegossener Kupfer- und Bronzeobjekte erhalten, die späteren zeugen mit ihren komplizierten Formen und reichen Verzierungen von grossem handwerklichem und künstlerischem Können. Die Produktpalette der chinesischen Bronzegiesser reichte von den typischen rituellen Gefässen über Glocken, Statuetten, Schmuck und Trommeln bis zu Gebrauchsgefässen, Werkzeugen und Waffen.

Chinas metallurgische Entwicklung verlief weitgehend unabhängig von derjenigen in Westasien und Europa; in vielem war China dem Westen zeitweilig weit voraus. So zum Beispiel in der Herstellung und Verarbeitung von Gusseisen: Schon im 5. Jahrhundert v. Chr. wurden in China Hochöfen zur Gewinnung von Gusseisen gebaut, welches gegossen oder in schmiedbaren Stahl umgewandelt wurde.

Ausgrabungen belegen die Massenerzeugung von eisernen Werkzeugen, Ackergeräten, Töpfen und anderen Gerätschaften durch Giessverfahren. Im 1. Jahrhundert n. Chr. wurden schliesslich auch leistungsfähige Blasebälge entwickelt, die durch Wasserkraft angetrieben wurden und den Betrieb grosser Hochöfen ermöglichten.

Eisenguss in Europa

Europa hinkte den ersten chinesischen Eisengiess-Verfahren beinahe 2000 Jahre hintennach: Erst im Spätmittelalter kam es in der Eisenverhüttung zu den entscheidenden Innovationen, die die Gewinnung und Verarbeitung von Gusseisen ermöglichten. Das Hauptproblem war der mit 1539°C sehr hohe Schmelzpunkt von Eisen, der in den gängigen Verhüttungsöfen bis anhin nicht hatte erreicht werden können. Als im Hochmittelalter zunehmend durch Wasserkraft betriebene Blasebälge aufkamen, wurde auch in Europa der Bau grösserer Öfen möglich. In diesen Öfen, den sogenannten Stücköfen, wurden erstmals Temperaturen erzeugt, die den Schmelzpunkt von Eisen erreichten oder ihn überschritten. Nach weiteren Verbesserungen erfolgte im 12./13. Jahrhundert der Bau der ersten einfachen Hochöfen. Über die Jahrhunderte wurden die Hochöfen immer leistungsfähiger; ein Hochofen des 15./16. Jahrhunderts konnte in einem Tag bereits mehrere Tonnen Gusseisen produzieren.

Die frühesten Zeugnisse für europäischen Eisenguss, Kanonenrohre und Kanonenkugeln, stammen aus der Zeit um 1400. Eisenguss fand aber bald auch für friedfertigere Gerätschaften wie Ofenplatten, Wasserleitungsrohre, Glocken, Bratrost und Kessel Verwendung. Ab ca. 1500 finden sich auch künstlerische Ausgestaltungen von gegossenen Eisenobjekten. So wurden zum Beispiel im Herdguss gefertigte Platten für Öfen, Gräber oder Brunnen kunstvoll verziert: Ein hölzernes Modell, in der Regel von einem Bildschnitzer hergestellt, wurde in ein Sandbett gedrückt. Nach Entfernen des Modells wurde das flüssige Eisen in die Form gegossen. Für späteren Nachguss bzw. Serienguss wurde eine bereits gegossene Platte als Modell eingesetzt.

Industrialisierung

Die Industrialisierung, die im 18. Jahrhundert in England mit der Entwicklung der ersten Dampfmaschinen ihren Ausgang nahm und von dort aus auf den Kontinent übergriff, brachte eine Explosion an Erfindungen und technischen Innovationen. Gusseisen wurde im Geräte- und Maschinenbau wie auch im Bauwesen immer wichtiger; der Einsatz vorgefertigter, normierter Bauteile war ein erheblicher Vorteil. Die Entwicklung des Stahlgusses seit 1740, insbesondere des Stahlformgusses in den 1840er-Jahren [vgl. Stahlgiesser] erlaubte schliesslich auch die Nachbearbeitung des gegossenen Gegenstandes durch Schmieden – was bei Gusseisen aufgrund seiner Sprödigkeit nicht möglich ist –; Stahl kam in der Folge zum Beispiel für den Guss von Maschinenteilen und Waffen bevorzugt zum Einsatz. Für feinere Maschinenteile wie Armaturen, Zahnräder oder Gleitlager wurde Messing bevorzugt [vgl. Messinggiesser].

Im 19. Jahrhundert waren Gusseisen und Stahl aus keinem Bereich des Alltags mehr wegzudenken. Von Pfannen über Strassenlaternen, Geländer oder Kanaldeckel bis hin zu ganzen Brücken – gegossenes Eisen kam überall zum Einsatz und prägte Städte- und Landschaftsbilder in ganz Europa.

Folgen der Industrialisierung für das Handwerk des Metallgiessers

Mit der immer grösseren Komplexität von Maschinen und Geräten nahmen die Anforderungen an die Präzision industrieller Gussteile zu. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts wurde die Formtechnik zunehmend mechanisiert. Die Mechanisierung begann bei der Trennung von Form und Modell; das bis anhin manuelle Abheben von entweder der Form vom Modell oder dem Modell von der Form wurde nun von Maschinen übernommen. Auch für die Verdichtung des Formsandes wurden Maschinen erfunden. Maschinen übernahmen allmählich die Herstellung auch von Gusskernen und Gussformen. Im 20. Jahrhundert wurde auch der Giessvorgang selbst mechanisiert (s. unten). Das Handwerk des Metallgiessers hat sich dadurch grundlegend gewandelt: Der moderne, in der Industrie tätige Giesser programmiert, bedient und überwacht Maschinen [vgl. Gussformer, Gusstechnologe], welche grosse Serien identischer Objekte herstellen.

Von dieser Entwicklung weniger bis kaum berührt wurde das Kunsthandwerk: Kunstgiesser arbeiten bis heute überwiegend manuell nach traditionellen Methoden.

Das 20. und 21. Jahrhundert: Leichtmetalle und Superlegierungen

Aluminium, das wichtigste Leichtmetall, eignet sich mit seiner geringen Schmelztemperatur von 660°C für das Giessen sehr gut. Die seit Beginn des 20. Jahrhunderts zunehmende Verwendung von Aluminium führte zu grossen Gewichtsreduktionen gegenüber Gusseisen und Stahl, welche insbesondere in Luftfahrt und Fahrzeugbau von Bedeutung waren und sind. Für den Guss von Leichtmetallen wurden neue Giessverfahren entwickelt, so zum Beispiel der Druckguss, bei dem die Metallschmelze mit Hilfe von Pumpen oder Druckzylindern in die Form gepresst wird.

Superlegierungen – Legierungen, die Extrembedingungen standhalten, wie sie zum Beispiel in einem Düsentriebwerk oder in Anlagen der chemischen Industrie herrschen – kommen vor allem seit Ende des Zweiten Weltkriegs in ständig bedeutenderer Menge zum Einsatz. Hauptbestandteil ist meist entweder Nickel oder Kobalt, ergänzt durch weitere Metalle wie Chrom, Titan, Vanadium und Molybdän. Eine Legierung, die durch sehr hohe Temperaturen und hohen Druck nicht verformt wird, lässt sich naturgemäss nicht so einfach verarbeiten; für den Guss von Superlegierungen wurden und werden deshalb laufend neue Verfahren entwickelt und optimiert. So sind beispielsweise komplizierte, zusammengesetzte Gussformen mit Kanälen zur Kühlung sowie die kontrollierte Abkühlung der Schmelze durch gerichtete Erstarrung wichtige neue Methoden beim Giessen.

Literatur

Engels Gerhard, Wübbenhorst Heinz: 5000 Jahre Giessen von Metallen, Düsseldorf 2007.

Neukirchen Florian: Von der Kupfersteinzeit zu den Seltenen Erden. Eine kurze Geschichte der Metalle, Berlin/Heidelberg 2016.