

**Zeitschrift:** Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG  
**Herausgeber:** Eisenbibliothek  
**Band:** 73 (2001)

**Artikel:** Alteisen zur Innovation von Giesserei und Frischprozess  
**Autor:** Mende, Michael  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-378355>

### **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:** 14.03.2025

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

# Alteisen zur Innovation von Giesserei und Frischprozess

**Prof. Dr.  
Michael Mende**

Hochschule für Bildende  
Künste  
Johannes-Selenka-Platz 1  
D-38118 Braunschweig

## Schrott der frühen Neuzeit

1535 war Karl V mit einer Flotte in Tunis gelandet, um die Vormachtstellung Spaniens im westlichen Mittelmeer zu festigen und damit gegen die Osmanen, aber nicht zuletzt auch Frankreich, den Seeweg nach Italien zu sichern. Spanien befand sich seit 1516 unter habsburgischer Herrschaft, zwei Jahre später auch Unteritalien mit Sizilien und Sardinien. In Tunis gelang es ihm, den mit französischem Wohlwollen unter osmanischer Oberhoheit operierenden Korsarenführer bis 1574 durch einen einheimischen Vasallen zu ersetzen. Im Jahr seiner erfolgreichen Tunisexpedition hatte Karl V zudem Mailand seiner unmittelbaren Herrschaft einverleibt.

Für die weitgespannten Ambitionen Karls V, der schliesslich neben Franzosen und Osmanen zugleich Niederländer und Engländer zum Gegner hatte, kam Mailand eine strategische Schlüsselstellung zu. Hier kreuzte sich die «Spanische Strasse» von Genua über die Franche Comté und Lothringen nach Flandern mit dem Weg, der von Neapel über Tirol nach Wien und Oberungarn, in die heutige Slowakei, führte. Mailand war zudem ein wichtiger Ort der Giesserei von Bronzegeschützen, Tirol und Oberungarn waren Kupferlieferanten. Ein keinesfalls geringeres Gewicht kam in dieser Hinsicht am flämischen Ende der «Spanischen Strasse» Mecheln als Produktionsstätte und mehr noch Antwerpen als dem grössten Finanz- und Handelsplatz zu. Das Brabant unmittelbar benachbarte Lüttich, während des 16. Jahrhunderts nicht nur das neben Sussex eigentliche Zentrum der Eisengiesserei in Europa, sondern ausserdem ein Revier nennenswerter Steinkohlenförderung, zählte, auch wenn es nicht seiner Herrschaft unterworfen war, zur Zeit Karls V ebenfalls zu Spaniens Rüstungslieferanten.

Die besondere Bedeutung seiner Flottenexpedition nach Tunis wurde durch eine heute im Prado aufbewahrte Folge von zehn Wandteppichen unterstrichen, die den Sieg verherrlichen und der Nachwelt als Vorbild in Erinnerung halten sollten. Die Kartons hatte Jan Cornelisz Vermeyen gezeichnet, der zu diesem Zweck eigens zu den Landungstruppen beordert war. Nach seinem Entwurf zwischen 1548 und 1554 in Brüssel angefertigt, stellt der letzte Teppich dieser Folge den «Abbruch des Lagers und die Einschiffung zur Abfahrt» dar.<sup>1</sup> Er zeigt eine beachtliche Zahl von Leuten damit befasst, zusammen mit den während des Gefechts verschossenen Eisenkugeln vor allem die erbeuteten Bronzegeschütze einzusammeln. Sie zu bergen, war allgemein verbreitete Praxis. Der Sieger nahm sich die gusseisernen Kugeln als Altmaterial und verlangte die Geschütze nicht allein als Trophäe. Denn ihr Metall galt als besonders wertvoller Rohstoff, mit dem nicht nur, aber gerade auch Spanien haushälterisch umzugehen hatte. Nicht von ungefähr sollte noch auf den Kriegsschauplätzen des frühen 19. Jahrhunderts der jeweilige Sieger das gewohnte «Recht auf die Glocken»<sup>2</sup> und alle sonst noch in Frage kommenden Gegenstände aus Kupfer oder Messing beanspruchen.

Meistenfalls waren die Geschütze allerdings unbrauchbar gemacht worden, ehe sie in die Hände des Siegers fielen. Überdies besass ihre Bronze die von Natur aus nachteilige Eigenschaft, umso schneller an Festigkeit zu verlieren, je kürzer die Zeitabstände zwischen den Schusswechseln ausfielen. Die Lebensdauer der aus diesem Metall gefertigten Geschütze war also ziemlich begrenzt. Wie die meist ebenfalls nicht mehr verwendbaren Kugeln mussten sie deshalb, zuvor in handliche Stücke zersägt, von Zeit zu Zeit im Schmelzofen gewissermassen regeneriert werden.<sup>3</sup> Durch dieses Verfahren liess sich wenigstens am vielerorts knappen und somit teuren Kupfer sparen.

## Anmerkungen

- 1 Wilfried Seipel, Hg.: Der Kriegszug Kaiser Karls V gegen Tunis. Kartons und Tapissereien; Mailand und Wien 2000; zur «Spanischen Strasse» v.a. Geoffrey Parker: The Army of Flanders and the Spanish Road, 1567–1659; Cambridge 1972.
- 2 Carlo Maria Cipolla: Segel und Kanonen. Die Europäische Expansion zur See; Berlin 1999, S. 35 f.
- 3 Charles Ffoulkes: The Gun-Founders of England; London 1969<sup>2</sup>, S.5; zur Rolle der Flammöfen mit Steinkohlenfeuerung vgl. in diesem Zusammenhang Rhys Jenkins: The Reverberatory Furnace with Coal Fuel, 1612–1712; in: Transactions of The Newcomen Society 14 (1933–1934), S. 67–81, hier S. 68 f.

Doch mit vermehrtem Einsatz der Artillerie wuchs auch der Bedarf. Deshalb bot die Bronze der Glocken, obwohl sie sich wegen ihrer Sprödigkeit nicht sonderlich zum Geschützguss eignete, oft den einzigen Ausweg, um die benötigten Mengen an Metall zu gewinnen. Auf diese Weise gestreckt, verlor es indes weiterhin an Dauerhaftigkeit. Ausserdem wuchs mit der Häufigkeit des Recycling wiederum der Brennstoffbedarf. Bronze wurde zwar bereits seit dem Spätmittelalter in Flammöfen umgeschmolzen, und dadurch entfiel die arbeitsaufwendig herzustellende und nur über sehr begrenzte Entfernungen transportable Holzkohle. Doch stand ausserhalb Englands und der Niederlande dazu meist nur trockenes Holz zur Verfügung, für dessen

Transport beachtliche Kapazitäten vorzubehalten waren. Malaga und Sevilla, die Standorte der beiden grössten spanischen Bronzegießereien, boten in dieser Hinsicht lediglich den Vorteil, mit Schiffen erreichbar zu sein.

Allerdings war ihre Lage am Wasser auch schon deshalb eine unerlässliche Betriebsvoraussetzung, weil das Rohmetall grösstenteils aus so weit entfernten Quellen wie Kuba, oder aber über den zunehmend gegnerischer Kontrolle unterliegenden Ärmelkanal aus den Niederlanden und sogar Schweden beschafft werden musste.<sup>4</sup> Kupfer aus Tirol oder der Slowakei war mittlerweile allein wegen des unvermeidbaren Transports über Land überaus teuer geworden. So ge-

4 José Alcalá-Zamora: *Altos hornos y poder naval en el España de la Edad Moderna*; Madrid 1999, S.112.

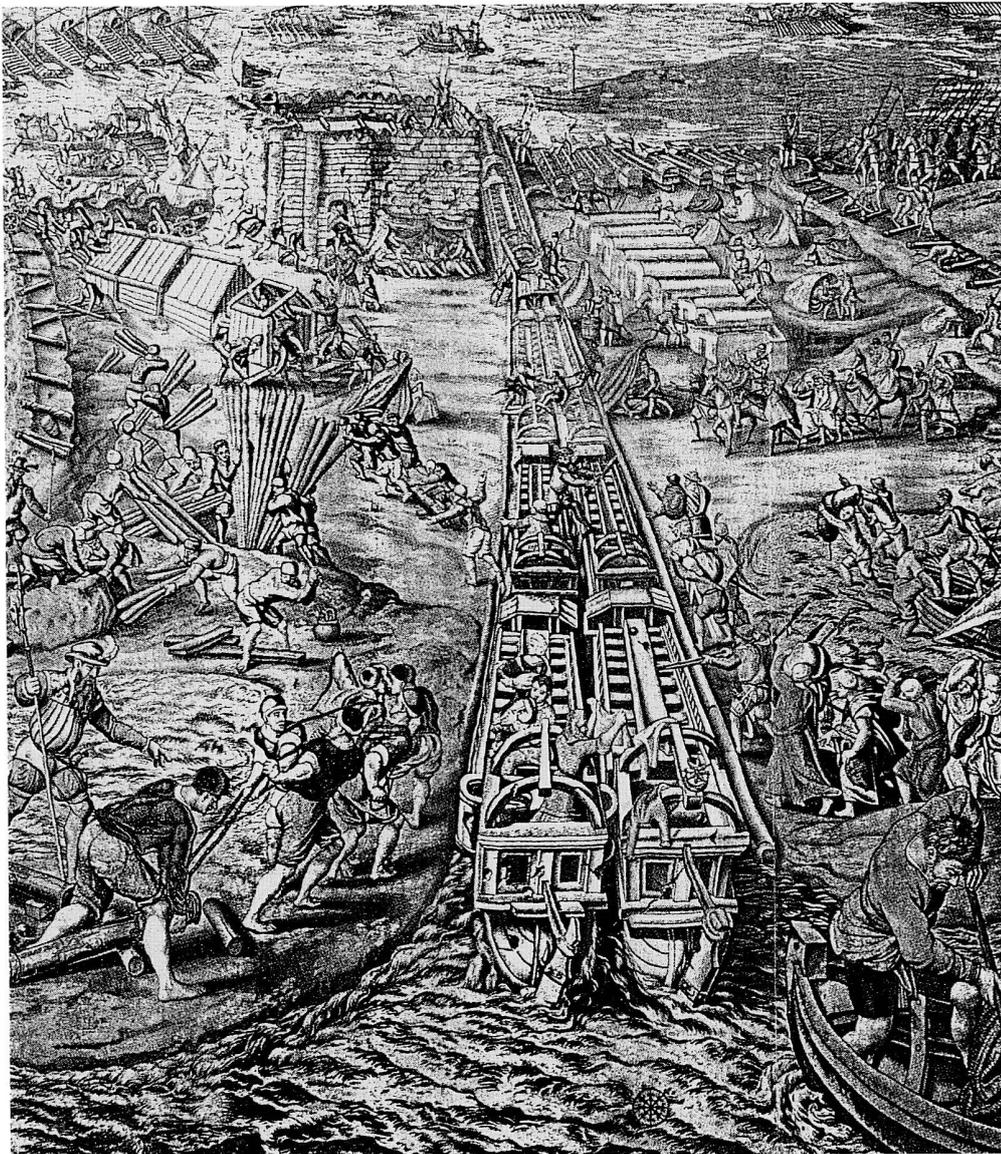


Abb. 1: «Abbruch des Lagers und Einschiffung zur Rückfahrt», Ausschnitt aus dem 10. Teppich Willem de Pannemarkers zum Tunisfeldzug Karls V; aus: Wilfried Seipel (wie Anm.1), S.104f.

wann das Altmetall der Beutegeschütze für Spanien an zusätzlichem Wert. Andererseits liess sich mit ihnen das Dilemma der Materialknappheit und wachsenden Kosten auf Dauer kaum auflösen.

Im Wechsel von der Karavelle und Galeere zur Galeone als dem im Laufe des 16. Jahrhunderts dominierenden Kampfschiff, das statt mit höchstens fünf nun mit bis zu vierzig Geschützen<sup>5</sup> auszurüsten war, gewann die Versorgungsfrage an Schärfe. Ihr mussten sich letztlich alle Seemächte stellen. Sie beantworteten sie schon sehr bald dadurch, dass sie die leichtere Bronze weitgehend der Feldartillerie vorbehielten, um deren Manövrierfähigkeit auf dem Schlachtfeld zu gewährleisten, Festungen und Flotte hingegen überwiegend mit Geschützen aus dem erheblich billigeren Holzkohlenroheisen zu versehen. Aus ihm gegossene Stücke vergleichbaren Kalibers fielen zwar deutlich schwerer aus, weil notwendigerweise dickwandiger, erlaubten demgegenüber jedoch raschere Schusswechsel, zudem gesteigerte Geschosswirkung. So entsprach eine Gusseisenkanone für achtpfündige Kugeln etwa einer Bronzekanone für zwölfpfündige. Dies sparte zugleich am mitzuführenden Schiesspulver. Solche Vorzüge überzeugten schliesslich selbst Spanien, das, anders als seine hauptsächlichen Gegner, zunächst kaum über die zu ihrer Produktion notwendigen technischen Mittel verfügte. Die Hochöfen an der baskischen Küste, die den Bedarf seiner Marine zu decken vermochten, standen erst nach Beginn des 17. Jahrhunderts bereit. Auf der zwischen 1712 und 1721 angefertigten und heute im Kunsthistorischen Museum Wien aufbewahrten Replik des Teppichs zur TunisExpedition Karls V sind die bronzenen Geschütze dann auch durch gusseiserne ersetzt.

Indes blieben die führenden Seemächte unaufhörlich in militärische Konflikte verwickelt. Auch Spanien hatte sich allein im Laufe des 17. Jahrhunderts die meiste Zeit über im Kriegszustand befunden, und daran sollte sich sobald nichts ändern. Der Rivalität vor allem zwischen England und Frankreich, die das 18. Jahrhundert prägen und in den napoleonischen Kriegen gipfeln sollte, entsprach ein fortwährendes und zudem überall gesteigertes Wettrüsten, das einen entsprechend wachsenden Bedarf insbesondere an

Gusseisen hervorrief. Die Marinen forderten es nicht allein für Geschütze und Munition, sondern ebenso als Ballast, der für eine stabile Lage ihrer Schiffe sorgte.

Mit dem Verbrauch wuchs zugleich die Menge des Altmaterials, das sich in den Arsenalen stapelte. Ein Teil der ausgemusterten Geschütze liess sich anfangs noch bei der Flotte selbst als Ballast verwenden, wurde mit wachsendem Anfall zu weiterer Verwertung jedoch an den privaten Handel veräussert oder musste von den Interessenten zumal an britischen Marineaufträgen schliesslich sogar als wesentlicher Teil ihrer Vergütung akzeptiert werden. Auf lange Sicht hatten nahezu alle Seemächte Wege zu finden, auf denen sie einer im Laufe des 18. Jahrhunderts spürbaren Verknappung an geeignetem Roheisen oder Kohlholz und der damit einhergehenden Steigerung ihrer Ausgaben zu entkommen vermochten.

Die Rückgewinnung des Schrotts sollte dabei eine Schlüsselrolle spielen. Ein wesentliches Mittel dazu war der Flammofen, der sich mit einigen Modifikationen als Schmelzofen für Gusseisen ebenso gut verwenden liess wie als Schweissofen für Schmiedeeisenabfälle. Sein entscheidender Vorzug lag darin, dass der Brennstoff nicht mit dem eingesetzten Metall in Berührung kam. Indem die Flamme über den Herd hinwegstrich und nur das ihn überwölbende Mauerwerk aufheizte, von dem die gespeicherte Wärme dann auf den zu schmelzenden oder zu verschweisenden Eisenschrott abstrahlte, konnte ohne Bedenken die bei Newcastle und Lüttich in reichlicher Menge geförderte Steinkohle verfeuert werden. Da der Flammofen mit natürlichem Luftzug arbeitete, entfiel zudem das Gebläse, und er war auch aus diesem Grunde besonders wirtschaftlich am Ufer schiffbarer Gewässer zu betreiben.

Die von Newcastle aus erreichbaren grossen Häfen wie vor allem London, aber auch Amsterdam, Rotterdam oder Hamburg erhielten hierdurch einen Standortvorteil, den der dortige Eisenhandel in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts auch vielfach zu nutzen verstand. Er ermöglichte die Substitution von Kupfer, Bronze und Messing, aber

auch Bauholz durch Eisen, das aus Schrott zu gewinnen war. In fallender Linie wurden abgelegte Geschütze zu Kugeln und diese nach Gebrauch zu Töpfen für den Haushalt oder Kessel für die gerade in den Hafenstädten aufkommenden Gewerbe der Zucker- oder Seifensiederei umgegossen. Doch auch in anderer Hinsicht sollte dem Schrott zunehmendes Gewicht zukommen. Sorgfältig klassiert, galt er bald als erstrangiges Mittel, die Produktqualität durch Gattierung zu heben und so gegen Ende des 18. Jahrhunderts Koksroheisen auch im Geschützguss verwenden zu können.

### Preiswerter Rohstoff für die Eisengiesserei in Kundennähe

Obwohl es Spanien gelang, die Produktivität seiner zum Guss von Geschützen und Munition unterhaltenen Holzkohlenhochöfen seit spätestens Mitte des 17.

Jahrhunderts fühlbar zu steigern, blieb es doch weiterhin darauf angewiesen, unbrauchbar gewordene Kanonenrohre samt Kugeln einzusammeln und erneut in den Materialkreislauf seiner Rüstungsindustrie einzuspeisen. So wurden zwischen 1634 und 1694 für Kanonen und Geschosse insgesamt 17000 t Roheisen aus heimischer Erzeugung eingesetzt, zu denen 2500 t an Importen und 2000 t Alteisen kamen. Unter den Verhältnissen der Jahrhundertmitte gingen hiervon zwei Drittel in den Munitionsguss, grösstenteils in den Guss massiver Kugeln. Die grössten Ansprüche stellten die Armee und die Festungen, 3000 t gingen an die Marine und 2000 t in die amerikanischen Kolonien und die Bewaffnung der Handelsschiffe.<sup>6</sup>

Indes stieg auch in Spanien der Bedarf an Eisen für zivile Verwendungszwecke. Die Produktion konnte bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts zwar auf über 20000 t Roheisen im Jahr gesteigert werden, doch zeichnete sich bald ein Mangel an Kohlholz ab. Der dadurch drohende

6 ebenda, S. 187 u. 211.

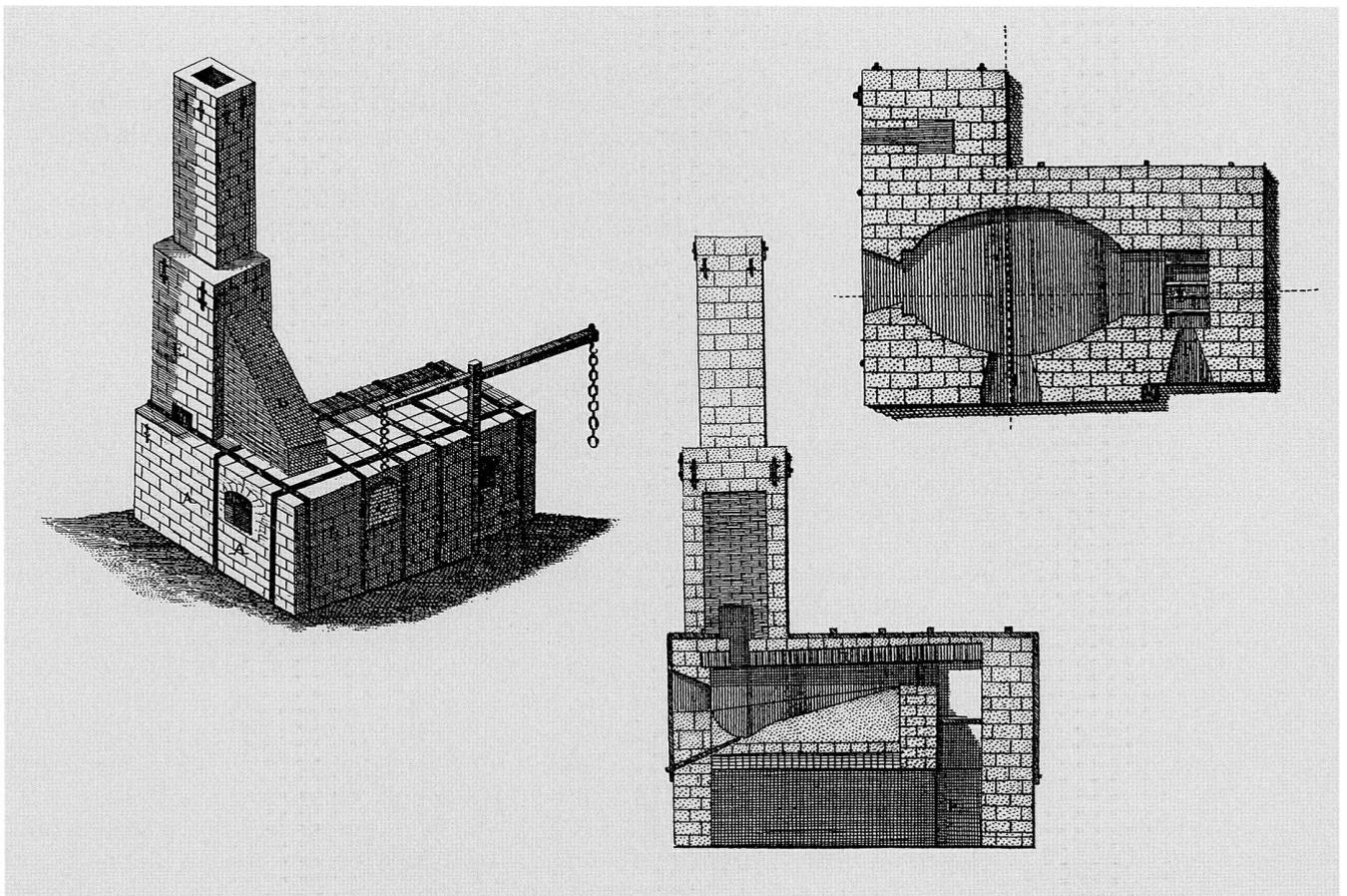


Abb. 2: «Flamm-Ofen, dessen man sich in England bedienet, Roheisen einzuschmelzen, und daraus allerhand Arten von Gusswaren anzufertigen.», Tafel VI aus Gabriel Jars (wie Anm. 29), Band 2, nach S.582.

- 7 ebenda, S. 210.
- 8 ebenda, Anm. 209.
- 9 Harry Scrivenor: *History of the Iron Trade*; London 18542 S. 136 f.; Thomas Southcliffe Ashton: *Iron and Steel in the Industrial Revolution*; Manchester 1968<sup>8</sup>, S. 235f.
- 10 A. H. John: *War and the English Economy, 1700–1763*; in: *The Economic History Review* 7 (1954–1955) 3, S. 329–344, hier: S. 331.
- 11 R. H. Campbell: *Carron Company*; Edinburgh und London 1961, S. 107.
- 12 Abraham Rees, zitiert nach Eric Th. Svedenstierna: *Några Underrättelse om Engelkska Jernhandlingar*; Stockholm 1813, S. 22.
- 13 A. H. John, Hg.: *Minutes relating to Messrs. Samuel Walker & Co. Rotherham, Iron Founders and Steel Refiners, 1741–1829*; London 1951, S. 111.
- 14 Ffoulkes (wie Anm. 3), S. 84; Ruth Rhynas Brown: *Identifying 18th-century trunnion marks in British iron guns: a discussion*; in: *The International Journal of Nautical Archeology and Underwater Exploration* 18 (1989) 4, S. 321–329, hier S. 322.

Engpass in der Roheisenproduktion wurde durch die Verwertung von Eisenschrott umgangen, den zu einem erheblichen Teil Fehlgüsse von Geschützen ausmachten.<sup>7</sup> Um den Schrott einschmelzen zu können, wurden bereits seit Mitte des 17. Jahrhunderts Flammöfen aufgestellt, in denen sich auch heimische Steinkohle verfeuern liess. 1750 übertraf ihr Ausstoss bereits den der weiterhin mit Holzkohle betriebenen Hochöfen am Nordrand der iberischen Halbinsel. Deren Roheisen ging nun hauptsächlich in den Geschützguss, während der Schrott zu Geschossen, vorwiegend aber zu Gebrauchsgegenständen in Haushalt und Gewerbe umgeschmolzen wurde.<sup>8</sup>

Grossbritanniens technischer Vorsprung war damit allerdings nicht mehr einzuholen. Um für seine Marine mit dem Pfund des Eisenschrotts nachhaltig wuchern zu können, hatte es im Vergleich zu Spanien wichtige Vorteile auf seiner Seite: die grössere Anzahl seiner Fördergebiete für Eisenerz und Steinkohle, die oft nicht weit auseinander lagen und in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts zudem durch ein dichtes Netz von Wasserstrassen mit den Hauptabsatzgebieten für Roheisen und Steinkohle verbunden waren. Trotz steigender Nachfrage herrschte an beidem kein Mangel, vielmehr wurden von beidem wachsende Mengen ausgeführt.

Hatte die britische Roheisenproduktion 1788 erst knapp 70000 t betragen, so wurde sie in den Jahren darauf, vor allem unter dem Druck verstärkter Rüstung während der Kriege gegen Frankreich kräftig gesteigert. Der Ausstoss der Hochöfen wurde bis 1796, 1806 und dann nochmals bis 1825, als er fast 600000 t erreichte, jeweils verdoppelt. Etwa die Hälfte dieser Menge ging in die Stabeisenproduktion. Importen, insbesondere von schwedischem Holzkohle-Stabeisen zur Produktion von Tiegelgussstahl, die sich jetzt auf insgesamt gut 170000 t beliefen, standen britische Exporte im Umfang von etwa 100000 t gegenüber, darunter etwa 4000 t an Fabrikaten aus schwedischem Stabeisen.<sup>9</sup>

Jeder dieser Erfolge beruhte auf dem allgegenwärtigen Einsatz von Steinkohle und aus ihr gewonnenem Koks sowie dem dichten Netz der Wasserwege. Indes wurde, wenngleich in beträchtlich

erweiterter Grössenordnung, mit ihnen nur eine Entwicklung fortgesetzt, die schon vor Mitte des 18. Jahrhunderts eingeleitet worden war. Kamen die englischen Roheisenexporte vor Beginn des Siebenjährigen Krieges durchschnittlich erst auf 7500 t, so beliefen sie sich an dessen Ende zu Beginn der 1760er Jahre bereits auf knapp 9000 t, um dann 1770 schon bei gut 20000 t anzukommen.<sup>10</sup> Der grösste Teil davon ging auf den europäischen Kontinent, vor allem in die Häfen an seiner nordwestlichen Küste zwischen Rotterdam und Hamburg. Zwar dominierten sie dort, anders als in den Jahren nach 1814, erst ansatzweise den Eisenhandel, doch begannen sich bereits die ersten Auswirkungen abzuzeichnen, die nicht zuletzt von den neuen, mit Koks und Gebläsedampfmaschinen betriebenen Hochofenwerken wie dem der Carron Company ausgingen.<sup>11</sup>

Kurz vor 1800, als die Kriege mit Frankreich den Ausbau der Hüttenwerke und Eisengiessereien zusätzlich anheizten, gingen jährlich knapp 110000 t Roheisen, an Armee und weit mehr noch die Marine, hiervon ungefähr 80000 t in die Produktion von Gegenständen aus schmiedbarem Eisen, gut 12000 t in den Guss von Geschützen und Munition, sowie etwa 2000 t als Ballaststücke in die Rümpfe der Schiffe.<sup>12</sup> Eine andere zeitgenössische Quelle wiederum berichtete, dass 1795 etwa ein Viertel des in britischen Hochöfen erzeugten Roheisens zum Guss von Geschützen und Munition verwandt worden sei, das wären im Ergebnis des folgenden Jahres immerhin gut 30000 t gewesen.

Allein Walker in Rotherham bei Sheffield, neben dem Unternehmen John Wilsons eine der grossen Eisengiessereien, hatte bereits in den späten 1780er Jahren Aufträge über mehr als 1000 t und 1796 sogar über 2000 t erhalten. Da sich indes ein beachtlicher Teil auch seiner Lieferungen bei der Probe im Arsenal von Woolwich als untauglich erweisen und ihm auf eigene Kosten als Schrott zum Einschmelzen zurückgebracht werden sollte<sup>13</sup>, übertraf sein tatsächlicher Durchsatz an Roheisen und Schrott diese Marke sogar noch. Seit die Marine ab 1775 ausserdem nur noch Geschütze abnahm, die ohne Kern massiv gegossen und dann aus dem Vollen aufgeböhrt sein mussten<sup>14</sup>, hatten die Lieferanten

beträchtliche Mengen an Bohrspänen in ihren Flammöfen zu verwerten, die sich dann in ihrer Lieferstatistik allerdings nicht mehr verzeichnet finden.

In der nach dem Ende des Siebenjährigen Krieges steil ansteigenden Kurve der britischen Roheisenproduktion und -Ausfuhr von Roheisen und Eisenwaren spiegelt sich der nun vermehrt einsetzende Wechsel von der Holzkohle zum Koks im Hochofenprozess, zugleich aber auch die von Anbeginn höhere Kapazität der Kokshochöfen. Anders als das Roheisen aus den mit Holzkohle betriebenen Hochöfen war das nun in wachsenden Mengen anfallende Roheisen allerdings keinesfalls unmittelbar zum Geschützguss zu verwenden. Dazu wäre es viel zu spröde und in seiner Struktur ungleichmässig gewesen. Auch die als Guslunker hinterlassenen Gasblasen hätten das Geschütz bei den ersten Schiessversuchen bersten lassen. Durch erneutes Umschmelzen im Flammofen waren diese Mängel zu beheben. Mit Zugaben von Schrott liess sich dieser Reinigungsprozess noch befördern, und deshalb wurden von der schottischen Carron Company schon 1760, gleich nach Gründung des Unternehmens, gern abgelegte Geschütze aus Holzkohlenroheisen genommen und zu diesem Zweck dem Koksroheisen zugesetzt.<sup>15</sup> Gegen Ende des

18. Jahrhunderts liessen sich Giessereiunternehmer wie J. Wilkinson oder die Gebrüder Walker deshalb auch einen steten Nachschub ausgemusterter Geschütze vom Ordnance Board vertraglich zusichern.<sup>16</sup> Damit kehrten sie die lästige Gewohnheit des Ordnance Board, die Auftragsvergabe von der Entgegennahme erheblicher Mengen an Altmetall abhängig zu machen, in ihren Vorteil um.

Der Ordnance Board hatte sich bereits 1707 entschlossen, veraltete und unbrauchbar gewordene Geschütze der Marine zum Munitionsguss vorzubehalten. Bis dahin waren sie sowohl bei den Schiffen der Flotte, als auch bei Handelsschiffen beliebte Ballaststücke, die nach dieser Entscheidung gelegentlich zur Mangelware werden konnten.<sup>17</sup>

Bei Fahrten mit raumfallender, jedoch leichter Ladung wie amerikanischem Tabak oder spanischer Wolle war es jedoch ebenso wie bei den grossen Einheiten der Marine mit ihrer schweren Bestückung unerlässlich, durch Ballast den Schwerpunkt abzusenken und dadurch für eine ausreichend stabile Lage des Schiffs zu sorgen.<sup>18</sup> Alte Geschütze waren hierbei deshalb so beliebt, weil sie sich anders als Sand, Kies oder Steine, aber auch leichter als Gussbruch dank

15 Brian Watters: *Where Iron Runs Like Water! A New History of Carron Iron Works, 1759–1982*; Edinburgh 1998, S. 12; Ffoulkes (wie Anm. 3), S. 82.

16 H. A. Baker: *The Crisis in Naval Ordnance*. Maritime Monographs and Records No. 56; London 1983, S. 27.

17 P. W. King: *Iron Ballast for the Georgian Navy and its Producers*; in: *The Mariner's Mirror* 81 (1995) 1, S. 15–20, hier S. 16.

18 ebenda, S. 15.

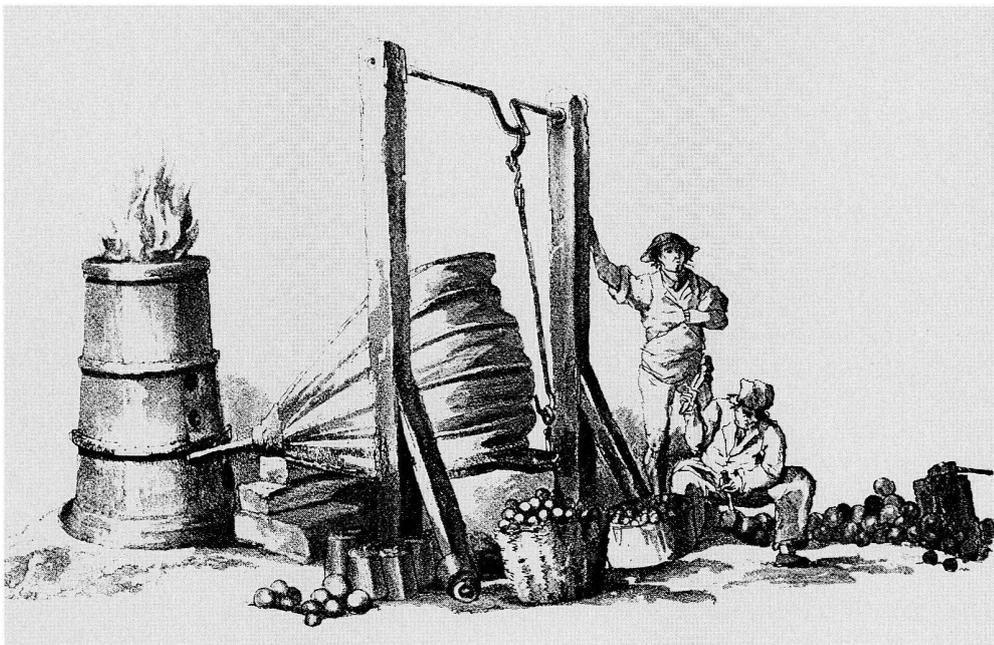


Abb. 3: Englischer Giessereischachthofen um 1800; aus *Picturesque Views of Rural Occupations in Early Ninetennth Century England*. ...from Ackermann's Edition of the *«Microcosm»* by W. H. Pyne; New York 1977, Tafel 120, Fig. 1.

- 19 Ruth Rhynas Brown: Guns Carried on East Indiamen, 1600–1800; in: *The International Journal of Nautical Archeology and Underwater Exploration* 19(1990)19, S. 17–22, hier S. 18.
- 20 Z. W. Sneller: *Geschiedenis van den steenkolenhandel van Rotterdam*; Groningen 1946, S. 92 ff.
- 21 J. C. Westermann: *Geschiedenis van de ijzeren staalgieterij in Nederland*; Utrecht 1948, S. 35.
- 22 P. W. Klein: *De Trippen in de 17e eeuw. Een studie over het ondernemersgedrag op de hollandse stapelmarkt*; London und New York 1999<sup>2</sup> (=The Emergence of International Business, 1200–1800, Band 7), S. 185 f.; Bertil Åhlund: *Historia kring Flottans kanoner*; Karlskrona 1998, S. 27.
- 23 A. Raistrick: *The South Yorkshire Iron Industry, 1698–1756*; in: *The Economic History Review* 8(1937–38), S. 51–86, hier S. 70 f.
- 24 Westermann (wie Anm. 21), S. 38 f.
- 25 Friedrich August Eversmann: *Bemerkungen auf einer Reise durch Holland*; Freiberg 1792, S. 51 f.; Erstdruck in: *Bergmännisches Journal* 4(1791)8, S. 75 ff.
- 26 Günter Ollenschläger: *Die Industrialisierung Hamburgs. Eine wirtschaftsgeographische Städtestudie*; Diss. Univ. Köln 1940, S. 217.
- 27 Egon Eriksen: *Frederiks-Vaerk. Fra kanoner til kedler 1756–1956*; Kopenhagen 1956, S. 50 f.
- 28 Klein (wie Anm. 22), S. 266, weist auf die in den 1620er Jahren regelmässig aufgenommenen Kohlenfahrten von Newcastle nach Nyköping hin.

ihre Tragzapfen in den Schiffsbauch heben liessen. So bevorzugte sie die East India Company bereits ab 1615 als Ballast, der sich, sobald er nicht mehr benötigt wurde, in den Häfen zudem als Handelsware gut verkaufen liess.<sup>19</sup>

Dort, wo bereits seit Beginn des 17. Jahrhunderts regelmässig Kohlen aus Newcastle und Sunderland angelandet wurden, wie vor allem in London, aber ebenso in Amsterdam und Rotterdam<sup>20</sup> sowie in Hamburg, dienten sie spätestens um die Mitte des 18. Jahrhunderts als wertvoller Rohstoff, um im Flammofen zu Artikeln des gewerblichen und alltäglichen Haushaltsbedarfs umgeschmolzen zu werden. Betreiber solcher Giessereien waren in erster Linie dort ansässige Eisenhändler. Die genannten Plätze, zu denen in den Niederlanden zunächst noch Dordrecht als Umschlaghafen für Kohle und Eisenwaren aus Lüttich hinzuzurechnen wäre, fungierten allerdings schon vor Einrichtung solcher Giessereien als Drehscheiben des europäischen Eisenhandels, die zwischen den Produzenten – während des 17. und 18. Jahrhunderts hauptsächlich Schwedens, der südlichen Niederlande und Deutschlands – sowie Abnehmern vermittelten, die vornehmlich in Frankreich, Spanien und Portugal zu finden waren.<sup>21</sup>

Seitdem Amsterdam um die Mitte des 17. Jahrhunderts Hamburg als fahrenden Handelsplatz für Geschütze und Munition abgelöst hatte, wurde hier ein Grossteil der schwedischen Produktion umgeschlagen. Schwedische Geschütze, deren Holzkohlenroheisen als besonders rein und deshalb widerstandsfähig galt, und von denen zwischen 1655 und 1662 fast neuntausend Stück vornehmlich nach Holland ausgeführt worden waren, hatten hier bereits Ende der 1620er Jahre die der englischen Konkurrenz verdrängt.<sup>22</sup> Nicht weniger wichtig blieb allerorts jedoch immer auch der Handel mit Stabeisen, von dem Schweden gewöhnlich eine mehr als zehnfache Menge verschiffte, wie in den Niederlanden die Ein- und Ausfuhr von Nägeln und Gusseisenartikeln über die Maas aus Lüttich.

Unter dem Einfluss der seit dem letzten Drittel des 18. Jahrhunderts stark ansteigenden britischen Roheisenexporte veränderten sich indes überall die Verhältnisse. Von der spürbaren Vermehrung

der verhandelten Mengen blieben weder die Sortenstruktur noch das Preisgefüge unberührt. Dies betraf gleichermaßen Rüstungsgüter wie Geschütze oder Munition und selbst das Stabeisen, das zum Verkauf an die Schmiede des Hinterlandes umgeschlagen wurde, nicht zuletzt jedoch auch den Eisenschrott. Quer über den Kontinent, aber vor allem in Deutschland aufgesammelt und nach Holland gebracht, ging er von dort nach England, wo ihn schon 1710 die im südlichen Yorkshire gelegene Eisenhütte von Kirkstall dem auf ihren Frischherden zu verarbeitenden Roheisen hinzufügen sollte.<sup>23</sup>

Nachdem wenige Jahrzehnte später, ab 1748 erstmals in Rotterdam und dann ab etwa 1760 ausserdem in Amsterdam, nach englischem Vorbild mit Flammöfen ausgestattete Eisengiessereien in Betrieb genommen waren, konnte Schrott auch in Holland selbst verwertet werden.<sup>24</sup> Das Produktionsprogramm der Amsterdamer Giesserei umfasste 1790 alle denkbaren Artikel, von Quetschwalzen für Zuckerrohrmühlen über Ballasteisen, Bomben und Granaten bis zu etwa 2 t schweren Geschützen.<sup>25</sup> Als Brennstoff dienten ihr hauptsächlich wiederum aus Sunderland oder Newcastle eingeführte Steinkohlen.

Mit ihnen wurden auch die Flammöfen der ebenfalls in den Jahren des Siebenjährigen Krieges von Kaufleuten in Hamburg und dem benachbarten, damals dänischen Altona eingerichteten «Eisenfabriken» geheizt. Ausgemusterte und als Ballast eingeführte schwedische Kanonen stellten hier das Material für Töpfe und Pfannen, Kessel, Ofenplatten und dergleichen mehr.<sup>26</sup> Die Giesserei im damals dänischer Herrschaft unterstehenden Altona erfreute sich bei den obersten Behörden bald eines so guten Rufs, dass ihr Betreiber 1768 nach Frederiksvaerk nordwestlich von Kopenhagen gebeten wurde, um die 1756 angelegte zentrale Geschützgiesserei grösstenteils von Bronze auf Eisen umzustellen. Dazu sollte er mit der Verwertung «grosser Partien Kugeln aus Sankt Petersburg» sowie unbrauchbar gewordener Kanonen beginnen, die zuvor aus holsteinischen und russischen Arsenalen zusammengetragen worden waren.<sup>27</sup> Englische Steinkohle dürfte neben norwegischem Holz auch hier wiederum der zur Feuerung der vier grossen Flammöfen unerlässliche Brennstoff gewesen sein.<sup>28</sup>

Nicht von ungefähr wurden bereits in den 1760er Jahren auch in Newcastle selbst Flammöfen unterhalten, die sich überdies durch ihr aussergewöhnliches Fassungsvermögen von bis zu drei Tonnen auszeichneten. Sie erregten bald auch die Aufmerksamkeit von Reisenden aus dem im Siebenjährigen Krieg unterlegenen Frankreich<sup>29</sup>. In offiziellem Auftrag suchten sie hier herauszufinden, wie der englische Vorsprung in der zudem im grösseren Stil betriebenen Giesserei von Marinegeschützen einzuholen wäre, ohne dabei an die Grenzen zu stossen, die die Holzkohle einem solchen Vorhaben schon in logistischer Hinsicht setzen würde. Der einzige Ausweg, den sie sehen, lag daher im Wechsel von der Holzkohle zum Koks in der Roheisengewinnung und zugleich vom Hochofen zum Flammofen in der Giesserei.

Ergebnis der französischen Bemühungen war, dass William Wilkinson 1777 der Einladung folgte, die Einrichtung und anschliessende Betriebsführung der Kanonengiesserei von Indret zu übernehmen, einer Insel in der Loire bei Nantes, die bis dahin dem Marinearsenal von Rochefort als Holzlager gedient hatte. In zunächst drei, um 1800 sogar zwölf Flammöfen sollte von jetzt an Holzkohlenroheisen vom Oberlauf der Loire im Steinkohlenfeuer mit ausgemusterten Marinegeschützen aus Rochefort zu zeitgemässer Bewaffnung der ebenfalls zu erneuernden Flotte verschmolzen wer-

den.<sup>30</sup> Machte bei Holzkohle erblasenes Roheisen anfangs noch vier Fünftel der Gattierung aus, so wurde dieser Anteil bis 1796 auf deren Hälfte abgesenkt,<sup>31</sup> und, um die Fülle der Bohrspäne zum Munitionsguss verwenden zu können, waren noch 1780 zwei kleine, 1,25 m hohe Kupolöfen, die «fours à Wilkinson»<sup>32</sup> aufgestellt worden.

Zwar war diese Giesserei, zusammen mit der in Lüttich die bedeutendste, die Frankreich während der napoleonischen Kriege zur Verfügung stand, vertraglich angewiesen, vorrangig die Marine zu beliefern, doch blieb ihr die Annahme von Aufträgen ziviler Kunden nicht verwehrt. Um sie erledigen zu können, wurde 1793 eigens eine «Handelsgiesserei»<sup>33</sup> errichtet, die allein über fünf Flammöfen verfügte. Allerdings sollten sie sich eher für grössere Gussstücke wie eben Geschütze, aber auch Zylinder grösserer Dampfmaschinen oder schweren Bauguss wie Säulen oder Träger eignen. Für die typische, eher kleinteilige Handelsware hingegen, kamen sie aus vielerlei, hauptsächlich betriebswirtschaftlichen Gründen weniger in Frage. Für Töpfe und Pfannen hatten sich seit bereits mehreren Jahrzehnten Schachtöfen empfohlen, in denen sich kleinstückiger Schrott ohne Schwierigkeiten, allerdings nur mit Hilfe eines Blasebalges und, falls nicht bei Koks, nur bei Holzkohlen einschmelzen liess, ohne Schaden zu nehmen.

29 Gabriel Jars: Metallurgische Reisen...in Deutschland, Schweden, Norwegen, England und Schottland, vom Jahre 1757 bis 1769 (übers. v. Carl Abraham Gerhard), Band 1; Berlin 1777, S. 354; W. H. Chaloner: «Smelting Iron Ore with Coke and casting Naval Cannon in the Year 1775.» Marchant de la Houliere's Report on English Methods, translated, with an introduction and notes; in: The Edgar Allen News 27 (1948) 318, S. 194 – 195, hier S. 195.

30 P. M. J. Contuire: Histoire des Fonderies de Ruelle, Band 1; Paris 1951, S. 284.

31 ebenda, S. 268.

32 ebenda, S. 265; Chaloner (wie Anm. 29), Teil 2; in: The Edgar Allen News 27 (1949) 319, S. 213 – 215, hier S. 215.

33 Contuire (wie Anm. 30), S. 278.

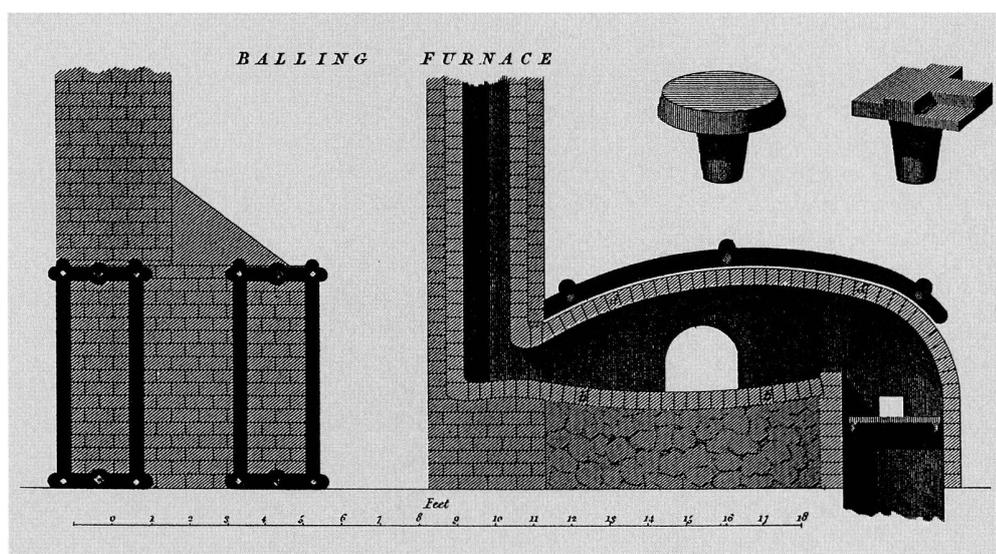


Abb. 4: Grundriss eines Puddelwerks und Balling Furnace (Puddelofen); aus: Neil Cossons, Hg.: *Ress's Manufacturing Industry* (1819 – 20). A selection from «*The Cyclopaedia; or Universal Dictionary of Arts, Sciences and Literature*», Band 3; Newton Abbot 1972, Tafel 1, Fig. 1, und Tafel 2, Fig. 8 – 11, S. 202. f.

- 34 Réamur, zitiert nach Carl Johann Bernhard Karsten: Handbuch der Eisenhüttenkunde. Dritter Teil. Die Roheisenerzeugung und der Giessereibetrieb; Berlin 1827<sup>2</sup>, S. 300.
- 35 W. H. B. Cort: The Rise of the Midland Industries, 1600–1838; Oxford und London 1938, S. 181.
- 36 Charles Hyde: Technological Change and the British Iron Industry, 1700 – 1870; Princeton, NJ 1977, S. 41.
- 37 Gustaf Bröling: Anteckningar under en resa i England åren 1797, 1798 och 1799... Tredje delen; Stockholm 1817, S. 199 f.
- 38 Johann Georg Ludolph Blumhof: Versuch einer Encyclopädie der Eisenhüttenkunde...; Erster Band; Giessen 1816, S. 327.
- 39 H. R. Schubert: History of the British Iron and Steel Industry, from c. 450 B.C. to A.D. 1775; London 1957, S. 233.
- 40 ebenda, S. 288; C.J.B. Karsten (wie Anm. 34), Vierter Teil. Die Stabeisenbereitung und die Stahlfabrikation; Berlin 18282, S. 283.
- 41 N. W. Posthumus: Statistiek van den in- en uitvoer van Amsterdam in het jaar 1774; in: Bijdragen en Mededeelingen van het Historisch Genootschap, Band 34; Utrecht 1913, S. 516 – 537, hier S. 523; Westermann (wie Anm. 21), S. 36.
- 42 Karsten (wie Anm. 40), S. 283.
- 43 Eric Th. Svedenstjerna: Resa, igenom en del af England och Skottland, åren 1802 och 1803; Stockholm 1804, S. 173 und 243; John (wie Anm. 13), S. 8.
- 44 Jonathan D. Coad: The Royal Dockyards, 1690 – 1850; London 1989, S. 234.

In der Umgebung von Paris waren solche Öfen bereits zu Beginn des 18. Jahrhunderts anzutreffen gewesen. Ambulante Giesser betrieben sie, um aufgekauften Schrott, wie vor allem defektem Kochgeschirr, in neue Artikel des häuslichen wie gewerblichen und nicht zuletzt landwirtschaftlichen Bedarfs umzugießen.<sup>34</sup> Weitere Verbreitung fanden sie indes erst nach Mitte des 18. Jahrhunderts zusammen mit dem Kokshochofen in England, Wales und Schottland.<sup>35</sup> Das in ihm zu gewinnende Roheisen eignete sich seines hohen Siliziumanteils wegen auch besonders für den Guss dünnwandiger Stücke<sup>36</sup>, einer der Vorteile, die Abraham Darby zum Erfolg verholfen hatten und schon bald Nachahmer in Bristol, den Midlands und nicht zuletzt London auf den Plan rufen sollten. Allein hier wurden am Ende des Jahrhunderts «viele», genauer zehn bis zwölf Giesereien gezählt, die in kleinen, bis anderthalb Meter hohen Schachtöfen, deren Blasebälge ihren Antrieb durch eine Hilfskraft oder über einen Tiergöpel erhielten, vorwiegend Alteisen zum Guss von Poterie, Plätteisen, Ofenklappen, Lagerkugeln oder anderen einfachen Maschinenteilen einschmolzen.<sup>37</sup> Manche Zeitgenossen sahen darin sogar die eigentliche Bestimmung solcher Öfen.<sup>38</sup>

## Gewinnung von Schrott aus Schweisseisen im Flammofen

Eine nicht geringere Bedeutung als der Gusschrott für die Giesserei sollte, vor allem wiederum in England, der Schmiedeeisenschrott spielen. So wurde er in Yorkshire bereits während des 16. Jahrhunderts als reinigender Zuschlag zur Roheisengewinnung geschätzt.<sup>39</sup> Zusammen mit zurückgewiesenen Gussstücken diente er indes mehr noch, auf dem Frischherd ebenso wie im Schweissofen, der Stabeisenproduktion. Zu diesem Zweck wurden schon seit Beginn des 17. Jahrhunderts alte Nägel und Beschläge sowie Draht- und Blechabfälle sowohl in England selbst aufgekauft als auch aus Schweden und nicht zuletzt Holland beschafft.<sup>40</sup> Allein Amsterdam hatte 1774 neben 2000 t Stabeisen und 500 t Bandeisen auch 800 t Alteisen

ausgeführt, dessen Menge 1789 sogar 1600 t betragen sollte, um 1792 allerdings wieder auf knapp 900 t zu fallen.<sup>41</sup> Von Frauen oder Kindern sortiert und zu handlichen Paketen gepackt, wurde es auf Schweisstemperatur gebracht und unter dem Hammer in mehreren Durchgängen zu Stäben ausgereckt.

Die meisten Unternehmen dieser Art waren gegen Ende des 18. Jahrhunderts in und um London anzutreffen, doch ebenso in Edinburgh<sup>42</sup>, im Marinearsenal von Devonport (Plymouth) und einer ganzen Reihe weiterer Orte anzutreffen. Die Gebrüder Walker beispielsweise unterhielten schon seit 1741 Flammöfen mit Steinkohlenfeuerung, «scrap» oder «ball furnaces», für die sie das Altmaterial in einem eigenen «scraphouse» lagerten.<sup>43</sup> Um den beim Abwracken anfallenden eisernen Beschlag gleich an Ort und Stelle zu frischen Stäben und Bolzen für den Schiffbau verarbeiten zu können, hatte sich die Marine in Plymouth einen Flammofen mit nachgeschaltetem Hammer und Walzwerk zugelegt, die eine gut 50 PS starke Dampfmaschine antrieb.<sup>44</sup> Marchant de la Houlière, einer der bereits erwähnten französischen Reisenden in offizieller Mission, führte in seinem Bericht die in Staffordshire gelegenen Werke von Wright & Jesson in West Bromwich sowie von Wood in Wednesbury auf, die er eigens aufgesucht hatte.

Die Gebrüder Wood hatten mit ihren Patenten das «ausschliessliche Recht» erworben, ausser Schrott, der ihnen fassweise in «grossen Mengen» aus Frankreich, Holland und Norddeutschland angeliefert wurde, auch Schlacken und Hammerschlag zu «so gut wie neuem» Schweisseisen zu verarbeiten. Das Material wurde auf jeweils zwanzig feuerfeste Tiegel verteilt in einen der beiden abwechselnd betriebenen Flammöfen eingesetzt, nach dem Bruch der Tiegel jeweils als Luppe ausgeschmiedet und danach erneut in einen als Ausheizfeuer verwandten Flammofen auf die zum Ausrecken unter dem Hammer erforderliche Temperatur gebracht. In Anbetracht des in den 1770er Jahren allgemein beklagten Mangels an Stabeisen erfreute sich die von den Gebrüdern Wood auf diese Weise gewonnene Menge von jährlich etwa 150 t Stabeisen einer regen Nachfrage.<sup>45</sup>

Doch Stabeisenabfälle wurden nicht allein in England, sondern schon Ende der 1740er Jahre auch in der Holzmindener «Stahlfabrik» dazu benutzt, um auf dem Frischherd dem heimischen Holzkohlenroheisen zugesetzt, zu jährlich der gleichen Menge Raffinierstahl verarbeitet zu werden.<sup>46</sup> Die nicht weit entfernt bei Uslar ansässige und unter hannoverscher Regie betriebene Sollinger Hütte wiederum hatte sich bis Mitte der 1770er Jahre vor allem der vom Siebenjährigen Krieg hinterlassenen «unbrauchbaren Ammunition aus unseren Zeughäusern» gewidmet, musste dann aber nach anderweitig zu beziehendem Schrott Ausschau halten, um die Produktion von Stabeisen geringerer, für den Absatz über den Landhandel jedoch ausreichender Qualitäten im herkömmlichen Herdfrischverfahren noch einigermaßen einträglich zu halten.<sup>47</sup> Zu Beginn des 19. Jahrhunderts sollte man dort zu diesem Zweck die Frischschlacken entdecken, die man auf dem Herd zu einer Luppe niederschmolz, um sie dann «im Löschefer um(zu)arbeiten.»<sup>48</sup>

Demgegenüber wurde Stabeisen andernorts noch weit bis in das 19. Jahrhundert auf die zuvor beschriebene Weise produziert. So verarbeitete das Eisenwerk Horsley in der Nähe von Birmingham die Fehlgüsse, die bei der Anfertigung der Säulen für die Lagerhäuser in den Londoner Docks übrig geblieben waren, 1821 in seinen Feineisen-Schweißfeuern zu Stabeisen um, das dann an Schmiede in der näheren Umgebung verkauft wurde.<sup>49</sup> Im gleichen Jahr richtete sich auch Andreas Friedrich Uhthoff im zu Bremen gehörenden Vegesack eine Eisengießerei mit «Wellwerk» ein, mit dem er den schmiedeeisernen Schrott abgewrackter Schiffe in Stabeisen zurückzuverwandeln gedachte. Dazu verwandte er wahrscheinlich schauburgische oder englische Steinkohle, nachdem er auf der Gravenhorster Hütte, für deren Hochofen und Giesserei schon seit der Jahrhundertwende Ibbenbürener Anthrazit benutzt worden war, ausreichende Erfahrungen gesammelt hatte.<sup>50</sup>

Bei seinem «Wellwerk» dürfte es sich daher um einen Flammofen gehandelt haben, wie er vor allem auf den grossen Marinewerften zu finden war, die die Beschläge für Masten und Segelstangen, die Rahen oder Spieren, aus Alteisen auf

«englische Art» selbst zu schmieden pflegten.<sup>51</sup> In den 1780er Jahren sollten diese Beschläge und Bandagen indes den äusseren Anlass zur Entwicklung des ab 1798 so genannten Puddelverfahrens durch Henry Cort geben,<sup>52</sup> bei dem vor allem Koksroheisen mit Steinkohlen und teilweise unter Schrottzusatz im Flammofen gefrischt wurde. Cort hatte sich zwischen 1765 und 1775 als «Navy Agent» betätigt, eine Art Bankier, Anwalt oder Prokurist, der für die Marine Geldgeschäfte erledigte. In seinem besonderen Fall sollte er allerdings seit 1768 sein Arbeitsfeld über die verwandtschaftlichen Beziehungen seiner zweiten Frau erheblich ausweiten können. Ihr Onkel war ab 1760 von der Marine als Eisenerlieferant für deren Arsenal in Portsmouth bestellt worden. Schon in jenem Jahr hatte er sie mit fast 290 t Eisenwaren beliefert, vor allem Nägel, aber auch 2400 «Dutch rings», mit denen wiederum die «mast hoops», also Mastbandagen gemeint gewesen sein könnten.<sup>53</sup>

Seit 1775, kurz vor Ausbruch des Amerikanischen Unabhängigkeitskriegs, übernahm Cort die Betriebsleitung des zur Erbschaft seiner Frau gehörenden Hammerwerks Fareham und 1780 sollte er seitens der Marine einen Vertrag über die Lieferung einer Tonne dieser Bandeisen unterbreitet bekommen. Das Angebot sah allerdings vor, dass Cort bereit war, dazu zwei Tonnen unbrauchbar gewordener Beschläge als Rohmaterial und zugleich Teil seiner Vergütung entgegenzunehmen. Im allgemeinen hatte die Marine zur Anfertigung von Ankern, Ketten, Nägeln und Beschlag bis dahin schwedisches Stabeisen bevorzugt, das sie über Importeure wie den in London ansässigen Kaufmann Andrew Lindgren bezog.<sup>54</sup> Der Gewinn, den die Marine nun mit ihrem Angebot in Aussicht stellte, schmolz bei näherer Betrachtung dahin, wenn Cort zur Erledigung seines Auftrages ebenfalls das übliche schwedische Stabeisen verwandt hätte, weil dessen Preis den aus dem Verkauf des Altmetalls zu erzielenden Erlös inzwischen längst überstieg.

Cort musste sich demzufolge nach einem ergiebigeren Verfahren umsehen, das es ihm nicht nur erlaubte, den Reck- und Formgebungsprozess zu beschleunigen, sondern vor allem auch das teure Stabeisen aus Schweden in möglichst

45 Chaloner (wie Anm. 32), S. 213; C. R. Morton und N. Mutton: The Transition to Cort's Puddling Process; in: Journal of The Iron and Steel Institute 205(1967)7, S. 722–728, hier: S. 723; Akos Paulinyi: Das Puddeln. Ein Kapitel aus der Geschichte des Eisens in der Industriellen Revolution; München 1987, S. 19 f.

46 Reinhold Angerstein: Resan ifrån Sverige genom Dannemarck, Sachsen och Brandenburg. År 1749; Mskr. mit aquarellierten Zeichnungen, Jernkontorets Bibliotek Stockholm, S. 89ff.

47 Archiv des Oberbergamts Clausthal, F 793, VI.1, Band 2, 7) «Rescripte regim. de 15 July et 27 stbr. 1775 nebst Bericht vom 16 otbr. 1775 in wiefern die Berghauptmannschaft ohne Concurrenz der Regierung und Cammer Verfügung machen kann.», Blr.16r. und 17v.

48 Karsten (wie Anm. 40), S. 283 f.

49 E. C. Smith: Joshua Field's Diary of a Tour in 1821 through the Provinces; in: Transactions of the Newcomen Society 6(1927), S. 1–41, hier S. 21.

50 Johann Focke: Die erste Eisengießerei im bremischen Staatsgebiet; in: Jahrbuch der bremischen Sammlungen 1(1908)1, S. 39–43, hier S. 40; Hans Röhrs: Der frühe Erzbergbau und die Hüttenindustrie im Tecklenburger Land; Ibbenbüren 19872, S. 69 ff.

51 Daniel Gottfried Schreiber: Die Schlösserkunst. Schauplatz der Künste und Handwerke, Band 9 (Übers. aus Henri-Louis Duhamel du Monceau: Art du serrurier; Paris 1767); Leipzig und Königshagen 1769 (Nachdruck Hannover 1979), S. 100 u. 102.

52 R. A. Mott: Henry Cort: The Great Finer. Creator of Puddled Iron; London 1983, S. 38.

- 53 ebenda, S. 20.
- 54 ebenda, S. 19.
- 55 ebenda, S. 38; Paulinyi (wie Anm. 45), S. 25 f.
- 56 ebenda, S. 33.
- 57 Karsten (wie Anm. 40), S. 283.
- 58 D. K. Brown: *Before the Iron Clad. Development of Ship Design, Propulsion and Armament in the Royal Navy, 1815 – 60*, London 1990, S. 195.
- 59 Åhlund (wie Anm. 27), S. 93.

hohem Masse durch das von der Marine gelieferte Altmaterial zu ersetzen.

Der Ausweg, den er dann einschlug, lag zunächst darin, in gewohnter Weise die aufgedrängten Mastreifen im Flammofen auf Schweisshitze zu bringen und danach unter dem von ihm dazu erstmals benutzten Profilwalzwerk in die gewünschte Rohform zu bringen. Auf dieses Verfahren nahm Cort 1783 sein erstes Patent. Ermutigt durch seinen Erfolg, ging er daraufhin dazu über, Schmiedeeisen im Flammofen aus billig von der Marine bezogenem Ballasteisen herzustellen, also ohne Holzkohle, Koks, Gebläse, Tiegel oder Flussmittel einsetzen oder die Charge erst einmal weissen oder feinen zu müssen.<sup>55</sup> Auf dieses, Entkohlung und zweistufige Formgebung umfassende Verfahren erhielt Cort dann 1784 sein zweites Patent.

Das erste Unternehmen, das auf dieser Grundlage wenig später damit begann, Stabeisen herzustellen, war das Eisen- und Walzwerk von Folliot Scott & Co in Rotherhithe am südwestlichen Rand Londons.<sup>56</sup> «Am ausgedehntesten ist diese Fabrikation, das ‹Zugutemachen› alten Stabeisens und der Abfälle aus der Draht-, Nägel- oder Blechherstellung zu London, woselbst eine Anlage fünf Walzwerke in Thätigkeit setzt», bemerkte Karsten im 4. Band seines Handbuchs der Eisenhüttenkunde und fügte hinzu, dass «solche Anlagen in der Nähe grosser Städte, wenn nur das Brennmaterial wohlfeil zu erhalten ist, am besten gedeihen müssen», wäre wohl «einleuchtend».<sup>57</sup>

## Versetzen der Schrottberge

Um die Mitte des 19. Jahrhunderts bestanden die allermeisten Marinefahrzeuge grösstenteils weiterhin aus Holz. Ein britisches Linienschiff, bestückt mit 120 gusseisernen Vorderladern, brachte als grösste Einheit schon beim Stapellauf etwa 2500 t auf die Waage. Davon schlugen Holz mit allein 2200 t und schmiedeeiserne Nägel für die Geschütze mit etwa 130 t zu Buche. Bei vollständiger Ausrüstung kamen, ohne die ebenfalls schmiedeeisernen Mastringe einzurechnen, weit über 800 t Gusseisen hinzu: 330 t für die Geschütze, 125 t für

die Geschosse, unter denen die meisten, nämlich insgesamt 8000, Vollkugeln waren, und schliesslich 370 t Ballast. Auch bei den kleinen Einheiten wie z.B. einer mit 10 Kanonen gerüsteten Brigg von 160 t lagen die Verhältnisse nicht viel anders. Holz wog 130 t, die Geschütze 8 t, ihre Munition 22 t und ihr Ballast 25 t.<sup>58</sup> Doch zeichnete sich mit dem Aufkommen der Panzerschiffe bereits eine tiefgreifende Veränderung der Verhältnisse am Horizont ab. Sie betraf gleichermaßen den Schiffsrumpf wie die Geschütze und Geschosse.

Die Panzerung war anfangs noch auf gusseiserne Kugeln ausgerichtet, die aus gusseisernen Hinterladern mit glattem Lauf als Breitseite verschossen wurden. Vollkugeln sollten die Wand des gegnerischen Schiffs durchschlagen, Hohlkugeln und Bomben es in Brand setzen. Gegen diese Wirkungen sollte wiederum ein Beschlag des hölzernen, an empfindlichen Stellen sehr massiv ausgebauten Rumpfes mit Platten aus gepuddeltem Schmiedeeisen schützen. Im allgemeinen, soweit das Thermometer nicht erheblich unter 20°Celsius fiel, erfüllte es die Erwartungen. Doch von dieser Temperaturmarke an zeigte Puddeleisen die unangenehme Eigenschaft, an Zähigkeit zu verlieren und zu verspröden. Damit verhielt es sich ähnlich wie die gusseisernen Geschosse, die beim Treffer zersprangen und abprallten, statt ihr Ziel zu durchdringen. Die Verantwortlichen für die Marineringung sahen zwar sehr bald im Gussstahl den Ausweg aus ihrem Dilemma. Der jedoch war reichlich teuer, weil aufwendig und deshalb nur in vergleichsweise geringen Mengen als Tiegeltgussstahl aus Puddeleisen oder gar schwedischem Holzkohlenstabeisen zu gewinnen. Indes war nicht allein das Material für die Geschosse zu wechseln, sondern zugleich auch das der Geschütze und eben nicht zuletzt das der wiederum schützenden Panzerung. Hinzu kam, dass die inzwischen erhältlichen Sprengstoffe auf der Basis von Nitrozellulose nur unter entsprechenden, nämlich stählernen Voraussetzungen ihre Vorzüge grösserer Schussweiten und schneller aufeinander folgender Schusswechsel entfalteteten.<sup>59</sup> Die Schiffe sollten nun mit Hinterladern aus Gussstahl bewaffnet werden, deren gezogener Lauf sich mit den ebenfalls stählernen Langgeschossen laden liess.

Der von 1853 bis 1856 zwischen Russland und der Türkei mit ihren westlichen Verbündeten Grossbritannien, Frankreich und Sardinien geführte Krimkrieg beförderte diese Entwicklung. Vor allem die Vorteile, die französische Linienschiffe mit ihren gedeckten Geschütz batterien bewiesen, veranlasste die Marine Napoleons III gleich nach dem Ende dieses Krieges, ein in dieser Hinsicht noch vollkommener gepanzertes Schiff auf Kiel zu legen. Bei der fortbestehenden Rivalität mit Frankreich löste dieser Entschluss in der britischen Marine einige Unruhe aus und führte bald zur Entscheidung, mit einem eigenen Neubau gleichzuziehen. Beiden Seiten fiel es allerdings nicht leicht, ihre Pläne in die Tat umzusetzen, denn die Verfahren zur Gewinnung des notwendigen Gussstahls befanden sich erst noch in der Entwicklung und vor allem fehlte es demzufolge an hinreichender Produktionskapazität. In der Folge wurden in Frankreich und Grossbritannien zwar durchaus unterschiedliche Wege eingeschlagen, um zur Lösung zu gelangen, doch sie führten hier wie dort auch durch die Schrottgebirge, zu denen sich nicht nur die veralteten Geschütze der Marinen türmten, sondern mehr noch die verschlissenen und daher ständig zu ersetzenden Schienen der Eisenbahnen.

In England hatte William Fairbairn noch während des Krimkrieges damit begonnen, im Kupolofen Gussbruch zusammen mit Tempergusschrott zu Flussstahl zu schmelzen. Währenddessen hatte Henry Bessemer dort mit Aussicht auf einen französischen Auftrag versucht, auf dem Herd eines Flammofens schwedisches Holzkohlenroheisen mit dem Gussbruch ausgerangierter Kanonen unter der oxydierenden Wirkung verstärkten Luftzugs in Stahl zu verwandeln, der sich zum Geschütz guss eignete. Ihm gelang zwar das gewünschte Ergebnis, doch mit knappem und daher teuren Einsatzmaterial. Andererseits gewann er hier seine ersten Erfahrungen mit der «inneren», chemischen Wärme des Metalls, die, bei der Verbrennung der Silizium- und Kohlenstoffanteile freigesetzt, für die zum Stahlguss notwendige Temperatur zu sorgen vermochte und noch eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung seines Konverterblasverfahrens spielen sollte. In Frankreich selbst hatte es schon seit Anfang der 1840er Jahre Versuche gegeben,

Roheisen mittels Schweisseisenschrott im Flammofen soweit zu entkohlen, dass es die Eigenschaft von Stahl annahm und dennoch flüssig blieb.

Sie sollten indes erst um die Mitte der 1860er Jahre von Pierre Martin ans Ziel gebracht werden. Für das Hüttenwerk, das er mit seinem Vater betrieb, hatte er sich 1859 zunächst einen Bessemerkonverter zugelegt, doch wandte er sich schon einige Monate später wieder seinem Flammofen zu. Statt wie Bessemer Luft durch das Roheisenbad zu pressen, setzte er den in Schlacken, Hammer Schlag und rostigem Schrott gebundenen Sauerstoff ein, um den Kohlenstoffanteil der Schmelze auf den gewünschten Punkt abzusenken. Nachdem ihm Wilhelm Siemens einen Ofen mit der von seinem Bruder Friedrich 1856 entwickelten Regenerativfeuerung bauen liess, kam Martin 1864 endlich auch auf die zur Giessfähigkeit des Stahls erforderliche Temperatur. Der Sprödigkeit des gewonnenen Metalls half er durch geringe Manganzugaben ab, die er zuerst aus schwedischem Holzkohlenroheisen, später dann aus Spiegeleisen bezog.<sup>60</sup> Durch wiederholtes Chargieren von Puddel eisen, Sand, Schrott, Schlacken, Salzen und manganhaltigem Eisen liess sich Martins gegenüber Bessemers Konverterverfahren sehr viel langsamer verlaufender Prozess recht gut steuern.<sup>61</sup>

Für die Panzerschiffe «Gloire» und «Warrior» kam er allerdings zu spät und auch die Ofenkapazität hätte zudem vorerst kaum ausgereicht. Wilhelm Siemens, der sich Ende der 1860er Jahre ein eigenes Werk bei Swansea eingerichtet hatte, sollte anfangs ebenfalls nur eine Tagesleistung von gut zehn Tonnen erreichen.

William Fairbairn, der ab 1861 die Sonderkommission der britischen Marine für die Fragen der Eisenpanzerung leitete, setzte sich dann auch nicht von ungefähr mit seinem Vorschlag durch, die mehr als 10 cm starken Panzerplatten für die «Warrior» im umständlichen Schweissverfahren herzustellen. Aus zu einem Drittel in London frisch gepuddeltem Eisen und zu zwei Dritteln aus sorgfältig von Resten alter Ölfarbenanstriche gereinigtem, ebenfalls aus London bezogenem Schrott war zunächst Stabeisen herzustellen, das in einem zweiten Schritt mehrfach kreuzweise zusammengelegt,

60 Annie Laurant: Des fers de Loire à l'acier Martin. Fonderies et aciéries; 1997, S.152 f.

61 ebenda, S.156.

- 62 Brown (wie Anm. 58), S.180f.
- 63 Ulrich Wegneroth: Eisen, Stahl und Buntmetalle; in: ders., Hg.: Technik und Wirtschaft; Düsseldorf 1993 (=Technik und Kultur, Band 8), S.97–138, hier S.109.
- 64 Ausschuss zur Untersuchung der Erzeugungs- und Absatzbedingungen der deutschen Wirtschaft, Hg.: Die deutsche eisen-erzeugende Industrie; Berlin 1930, S.30.
- 65 Käm.: Marktfähige Produkte aus Schlacke und Schrott. Kreislaufstärke in der Eisen- und Stahlindustrie; in: VDI-Nachrichten vom 11.8.1995, S.12; St.: Handel: Schrott ist kein Schrott; in: Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 18.9.2000, S.19.
- 66 Walther Maurmann: Aus der Wirtschaftsgeschichte der Giesserei-Industrie in Deutschland; Düsseldorf 1969, S.207f.
- 67 Ausschuss zur Untersuchung... (wie Anm.1), S.377.

dann verschweisst, unter dem Walzwerk gestreckt und abschliessend unter dem Dampfhammer gebreitet wurde.<sup>62</sup>

Das Siemens-Martin-Verfahren der Rohstahlerzeugung auf dem Frischherd im Flammofen mit Regenerativfeuerung wurde spätestens gegen Ende des 19. Jahrhunderts zum dominierenden Weg, die wachsenden Schrottberge in eine neue Zweckbestimmung zu versetzen. Vor allem in Ländern wie Grossbritannien und den Vereinigten Staaten, in denen die natürlichen Gegebenheiten ihrer Lagerstätten den Blasstahlverfahren nur eine nachrangige Bedeutung einräumten, trug er durch die Vielseitigkeit der auf ihm beruhenden Produktion bis weit in die 1960er Jahre hinein den grössten Teil des Stahlbedarfs.<sup>63</sup> Dabei liess sich auf ihm je nach Bedarf und Anfall gleichermassen «Neuschrott» wie «Altschrott», das heisst der aus den Hüttenwerken selbst stammende Abfall, etwa Schlacken oder Zunder, und Rücklauf von Fehlprodukten, sowie das über den Handel bezogene, veraltete, verschlissene und bereits ofengerecht zerkleinerte Altmetall verarbeiten. Gegen Ende der 1920er Jahre setzten sich die Chargen der Siemens-Martin-Öfen deutscher Stahlwerke im statistischen Durchschnitt zu 5% aus Gussbruch und zu 60% aus Stahlschrott zusammen, während Roheisen vom Hochofen ungefähr ein Drittel von ihnen stellte.<sup>64</sup> Heute, nachdem das

Elektrostahlwerk den Platz der früheren Siemens-Martin-Werke eingenommen hat, sieht sich die deutsche Stahlindustrie zu 42% auf stete Zulieferung von Schrott angewiesen, ein Anteil, der 1998 einer Menge von fast 20 Millionen Tonnen entsprochen hat und dazu beigetragen haben soll, 24 Millionen Tonnen Kohlendioxyd weniger in die Luft zu blasen.<sup>65</sup>

Schrott ist demzufolge keineswegs der «billige Ersatzstoff», vielleicht das «Sparmetall», auf das beispielsweise die Eisengiessereien nur unter dem temporären Druck der Knappheit an «frischem» Roheisen zugreifen mochten.<sup>66</sup> Möglicherweise übten sie auch deshalb nur so viel Zurückhaltung, weil ihnen der Schrotthandel immer ziemlich undurchsichtig, «ganz desorganisiert» und «sehr spekulativ» erschienen war.<sup>67</sup> Zu diesem Eindruck gelangt selbst der von Wissensdurst erfüllte Historiker, wenn er bei seiner Spurensuche in Archiven und Bibliotheken lediglich das eine oder andere Fragment zu finden vermag und sich oft genug mit mehr oder weniger dunklen Andeutungen zufrieden stellen muss. Dass Schrott eine tragende Rolle in der Entwicklung des Hüttenwesens gespielt hat, scheint nun einigermaßen klar, doch die Antwort auf Fragen zu den Einzelheiten, vor allem zur quantitativen Seite ihres Verlaufs oder zur Bedeutung des Eisenhandels, bleibt vorerst weithin offen.